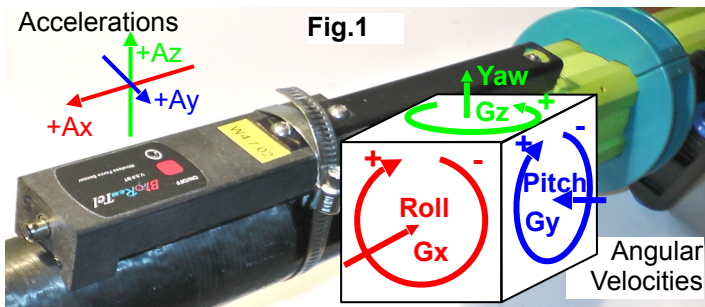
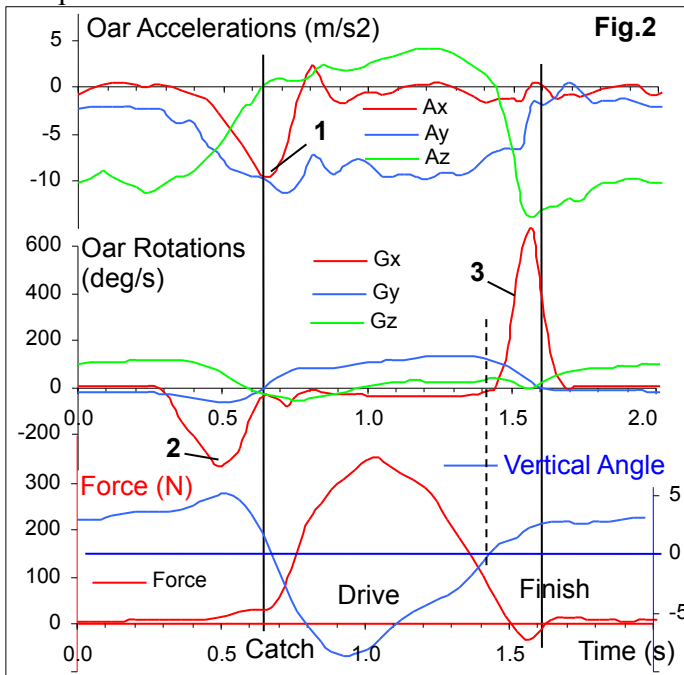


**Rotationsbewegungen des Ruders.**

Im Oktober erhielten wir erste Daten von der Rotationsbewegung des Ruders, die mit einem neuen **BioRow 7D** kabellosen Sensor gemessen wurden. Der Sensor war am Innenhebel nahe dem Klemmring montiert (Fig.1) und in der Lage, sowohl die Griffkraft (ähnlich wie der verkabelte Standard Kraftsensor) als auch 3D Beschleunigungen und 3D Ruderrotationen zu messen. Die Daten wurden mit BlueTooth an eine Master-Einheit des **BioRowTel** Systems übertragen, die bis zu 8 Sensoren gleichzeitig bearbeiten kann. Damit kann sie in jeder Bootsklasse eingesetzt werden.



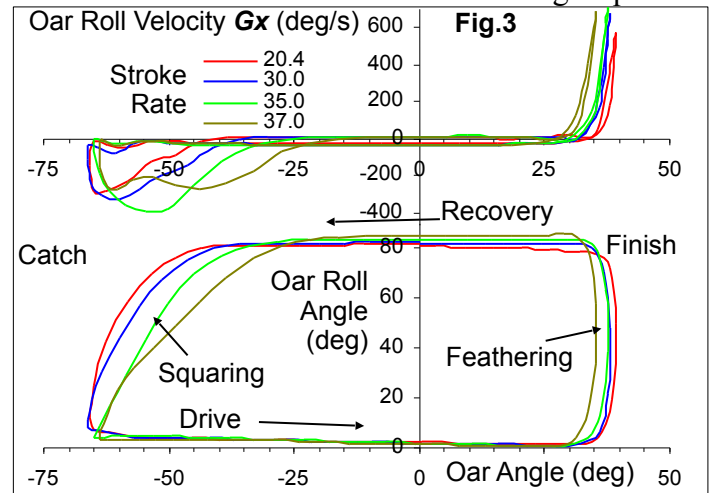
Der Referenzrahmen wurde ähnlich angesetzt wie der für die Analyse der Bootsbewegungen (RBN 2012/03) und die Sensorachsen wurden entsprechend ihrer Ausrichtung bestimmt. Fig.2 zeigt die Beschleunigungen des Ruders und die Winkelgeschwindigkeiten zusammen mit der Griffkraft und vertikalem Ruderwinkel, die wir vom Backbordskull eines M1x bei 30 spm erhielten:



Während des Durchzuges ist der Sensor unter dem Ruder positioniert, umgekehrt zu der Position wie in Fig.1, und so hängen **Ay** und **Gy** (pitch) mit den vertikalen Bewegungen des Ruders und **Az** und **Gz** (yaw) – mit den horizontalen zusammen. Während des Vorrollens ist das Ruder um 90° gedreht (abgedreht), und so werden **Ay** und **Gy** horizontale Maße und

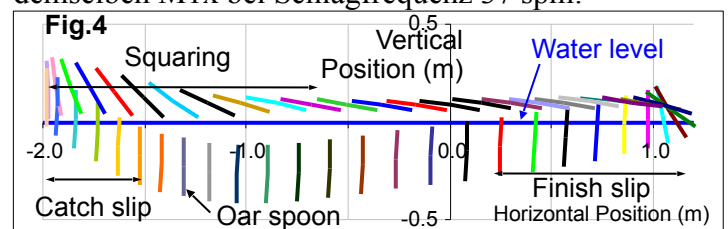
**Az** und **Gz** – werden vertikale. Der Sensor rotiert auch mit dem Ruder in horizontaler Ebene um mehr als 100°. In der Auslage ist seine **X** Achse etwa 30° zur Bootsachse positioniert, und so mißt **Ax** die Bootsbeschleunigung (Fig.2, 1). In der Mitte des Durchzuges ist die **X** Achse des Sensors fast rechtwinklig zum Boot, und so wurde **Ax** fast null.

Als die am Meisten verständliche und informative gemessene Variable erschien das Rollen **Gx**, was ganz klar mit dem Auf- und Abdrehen des Ruders/Blattes zusammenhängt. Fig.2 zeigt (2), daß das Aufdrehen etwa 0,35s braucht und in der Auslage vollendet ist, dann, wenn das Ruder die Richtung ändert, das Blatt aber noch in der Luft ist. Das Abdrehen begann bei diesem Skuller, als die Blattmitte die Wasserlinie kreuzte (3) und war nach 0,25s vollendet - schneller als das Aufdrehen. Fig.3 zeigt das Rollen des Ruders beim selben M1x bei verschiedenen Schlagfrequenzen:



Bei ruhigen Frequenzen nimmt das Aufdrehen des Blattes etwa 15° der horizontalen Ruderbewegung ein. Bei hohen Frequenzen dauert das Aufdrehen etwa die selbe Zeit, aber die doppelte Distanz, bis zu 40°, weil die horizontale Bewegung des Ruders viel schneller ist. Die Distanz beim Abdrehen im Endzug ist unabhängig von der Schlagfrequenz.

Die Daten vom Rollen des Ruders in Verbindung mit den horizontalen und vertikalen Ruderwinkeln erlaubt der **BioRowTel** Software eine vollständige Rekonstruktion der Bewegung des Ruders relativ zur Wasserlinie. Fig.4 zeigt diese Rekonstruktion bei demselben M1x bei Schlagfrequenz 37 spm:



Bei diesem Skuller **bewegt sich das Blatt fast die halbe Strecke des Vorrollens in einem halb-aufgedrehten Zustand, was signifikant die Verluste durch aerodynamischen Bremswiderstand vergrößert** (RBN 2006/04).

Es sind weitere Anstrengungen nötig, um ein mathematisches Modell aufzubauen, das diese komplexen Daten kombiniert und die Erklärung anderer gemessener Variablen erlaubt. Normative Werte werden verfügbar sein, wenn genug statistische Daten gesammelt worden sind. Der Gebrauch des **BioRow 7D kabellosen Sensors liefert sehr wertvolle Informationen über die Fertigkeiten, wie man ein Ruder handhabt, beim Riemenrudern und auch beim Skullen.**

©2012: Dr. Valery Kleshnev [www.biorow.com](http://www.biorow.com)