

# SonTek RiverSurveyor

## S5/M9



Die ADCP Messgeräte S5 und M9 sind das Ergebnis von vier Jahren Entwicklungsarbeit. Seit Anfang 2008 wurden Prototypen in allen Gegenden der Welt intensiv getestet und im Frühjahr 2009 für den Markt freigegeben.

Oberstes Entwicklungsziel war es, ein Gerät zu entwickeln, das einfach in der Handhabung und universell einsetzbar ist. Mit dem RiverSurveyor ist ein Gerät geschaffen worden, das Sie auch unter widrigen Umständen – in denen mobile Durchflussmessungen oft stattfinden – optimal unterstützt.

## Sensorik

### Vertical Beam

Zusätzlich zur Tiefenbestimmung mittels Bottom-Track dient beim RiverSurveyor ein vertikal nach unten gerichteter Wandler (Vertical Beam) zur Tiefenmessung direkt unter dem Messkopf. Dies führt bei vertikaler Böschung dazu, dass die Profilmessung bis deutlich näher an das Ufer heran durchgeführt werden kann; denn bei der Messung mittels Bottom-Track wird ein Mittelwert der Tiefenbestimmung aller vier Sensoren gebildet. Nähert man sich einem vertikalen Ufer wird jedoch mindestens einer der Wandler vom Ufer reflektiert werden, während die anderen noch die korrekte Tiefe bestimmen.

Zudem erfolgt die Tiefenmessung bei Bottom-Track nie direkt unter dem Messkopf, weshalb Unebenheiten unter dem Sensor bei dieser Methode meist nicht gemessen werden, was letztlich zu ungenauer Bestimmung der Querschnittsfläche und damit des Abflusses führt.

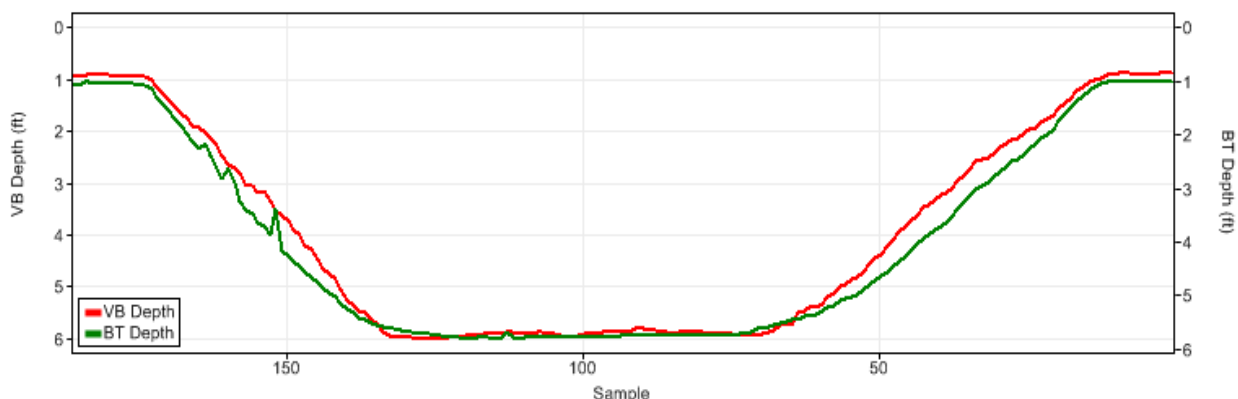


Abbildung 1: Unterschiedlicher Profilverlauf bei der Tiefenmessung mittels Bottom-Track (grün) und Vertical Beam (rot)

Beim RiverSurveyor werden stets beide Methoden zur Tiefenmessung simultan benutzt und aufgezeichnet. Sie entscheiden bei der Auswertung, welches der beiden Verfahren Sie zur Bestimmung der Querschnittsfläche heranziehen und können selbstverständlich die Ergebnisse beider Messungen miteinander vergleichen.

## **M9**

Der M9 besitzt 9 Wandler mit den Frequenzen 500 kHz, 1 und 3 MHz. Der vertikal nach unten gerichtete Wandler mit 500 kHz kann Tiefen bis zu 80 m messen. Die jeweils vier 1 und 3 MHz Wandler sind in Janus-Konfiguration angeordnet und haben einen Öffnungswinkel von 25°. Neben der Fließgeschwindigkeit wird auch die Tiefe mit diesen Sensoren ausgemessen. Das Gerät entscheidet selbstständig, ob bei gegebener Wassertiefe die 1 oder 3 MHz Wandler benutzt werden. Dadurch ist es möglich den gesamten Messbereich von 20 cm bis über 30 m in einem Durchgang auszumessen, ohne zwischendurch Einstellungen zu ändern.

## **S5**

Beim S5 stehen 5 Wandler zur Verfügung: Der Vertical Beam mit einer Frequenz von 1,2 MHz erlaubt die Vermessung von Profilen bis zu einer Tiefe von 30 m. Die vier Wandler zur Geschwindigkeitsmessung und für das Bottom-Track haben eine Frequenz von 3 MHz und decken einen Messbereich von 20 cm bis 5 m ab.

Beide Geräte haben eine reaktionsschnelle Temperatursonde, welche binnen Sekunden auch große Temperaturschwankungen – wie sie etwa auftreten, wenn Sie das Messgerät aus dem warmen Fahrzeug an der Messstelle ins Wasser lassen – präzise messen kann.

## **GPS**

Im Falle einer bewegten Sohle ist eine genaue Bestimmung des Messpfades per GPS unerlässlich: Wird Bottom-Track bei einer bewegten Sohle eingesetzt, so werden systematisch zu niedrige Abflüsse gemessen.

Doch auch ohne eine bewegte Sohle gibt es gute Gründe, die für eine GPS-Integration sprechen: Schlick und Bewuchs auf der Sohle können dazu führen, dass das Bottom-Track nicht möglich ist. Hier kann eine Bestimmung des Pfades per GPS helfen, auch an solchen Messstellen zu messen.

Für die RiverSurveyor Systeme stehen zwei Lösungen zur Wahl denen gemeinsam ist, dass sie beide in das System integriert sind und die Software auf beide Lösungen abgestimmt ist: Bei der Messung wählen Sie aus, welche Daten Sie als Referenz für den Messpfad benutzen wollen, und das System wird diese Daten dann bevorzugt in die Auswertung einfließen lassen. Wählen Sie etwa Bottom-Track aus, und stehen diese Daten für einen Teil der Messstrecke nicht zur Verfügung (etwa weil starke Verkräutung ein Auswerten der Reflexionen von der Sohle verhindert), so wird für diesen Bereich automatisch das GPS Signal verwendet.

- GPS

Die von jedem Navigationsgerät bekannte Positionsbestimmung per GPS erreicht eine Genauigkeit von etwas unter 10 m. Höhere Auflösung sind deswegen nicht möglich, da sich Fehler durch atmosphärische Störungen und eine gewisse Unsicherheit in den Satellitenpositionen bei der Berechnung der Position des Empfängers fortpflanzen.

Für eine genaue Durchflussmessung reicht eine solche Auflösung in der Regel nicht aus. Es gibt Verfahren, die insbesondere während der Bewegung des Empfängers die Genauigkeit erhöhen, doch bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten oder Stillstand gibt es typische Sprünge in Positionsdaten, die nicht über Standard-GPS Genauigkeit hinausreichen.

Daten mit Standard-GPS werden daher beim RiverSurveyor nur dann verwendet, wenn keine der folgenden Lösungen verfügbar ist:

- DGPS

Beim „differential GPS“ erreichen Sie eine Genauigkeit der Positionsbestimmung von etwa 30-50 cm. Dies wird mit nur einem GPS-Empfänger erreicht, welcher auf einem Mast direkt über dem Sensor montiert ist.

Erreicht wird die Genauigkeit durch Verarbeitung der Daten, die über das „Satellite Based Augmentation System“ (SBAS<sup>1</sup>) zur Verfügung gestellt werden. Die Korrekturdaten, die über diesen Service zur Verfügung gestellt werden, werden vom RiverSurveyor verarbeitet und erlauben so eine wesentlich genauere Positionsbestimmung, als dies mit den Daten der GPS Satelliten allein möglich ist.

Die für das DGPS notwendige Referenzstation wird in diesem Fall nicht vom Anwender selbst aufgestellt, sondern in Europa über das sogenannte EGNOS System bereitgestellt. Dieser Service wird von der ESA betrieben und dessen Nutzung ist ohne jegliche Kosten für den Anwender verbunden.

- GPS/RTK

Das genaueste der zur Verfügung stehenden GPS Verfahren erreicht eine Auflösung von 2 - 3 cm. Hierzu wird ein Referenzempfänger am Ufer platziert. Beide Empfänger sind dabei DGPS (siehe oben) Systeme und kommunizieren zudem noch untereinander. Dadurch wird die Auflösung des DGPS Systems noch einmal um einen Faktor 10 erhöht. Es ist bei diesem Aufbau nicht notwendig, den Referenzempfänger an einem Punkt mit genau bekannter Position zu platzieren, wichtig ist lediglich, dass sich dessen Position während der Messung nicht ändert.

---

1 Die Bezeichnung SBAS steht weltweit für das System, welches Unsicherheiten in der Positionsbestimmung zum Beispiel durch atmosphärische Störungen herausrechnet und Korrekturdaten in Form eines sogenannten TEC-Korrekturgitters bereitstellt. In Europa dienen hierzu zwei geostationäre Satelliten und eine Reihe von Bodenstationen mit genau vermessener Position. Dieses System nennt sich „European Geostationary Navigation Overlay Service“ (EGNOS). In Amerika und Asien sind vergleichbare Systeme installiert: WAAS bzw. MSAS.

Die RiverSurveyor Live Software benutzt priorisiert immer die GPS Anwendung mit der höchstmöglichen Genauigkeit, schaltet jedoch – sofern diese nicht verfügbar ist – auf die nächstbeste Lösung um: Ein RTK System benutzt also automatisch DGPS falls die Qualität des GPS Signals für RTK nicht ausreichend ist.

## Schwimmkörper

Als Schwimmkörper stehen verschiedene Plattformen zur Auswahl. Etwa der bekannte Trimaran von OceanScience oder ein ferngesteuertes Boot von DataPCS (River Robot R2V2) . Neu ist das SonTek Hydroboard, welches in zwei Größen verfügbar ist und sich bei Fließgeschwindigkeiten bis etwa 3 m/s als sehr universell einsetzbar herausgestellt hat.



Abbildung 2: Verschiedene Schwimmkörper: Aufblasbares Kajak (links), Hydroboard (mitte), Trimaran (rechts). Beim Kajak wird der Sensor durch ein Loch im Boden gesteckt. Zu sehen ist in dem Bild nur die GPS Antenne (vor dem Paddel)

## Bedienung

### Komfortable deutschsprachige Software für PC und PDA

Die Bedienung des RiverSurveyor erfolgt wahlweise mit einem Notebook oder einem mitgelieferten PDA. Die Software ist momentan in 10 verschiedenen Sprachen verfügbar<sup>2</sup>.

Die Kommunikation mit dem Messgerät erfolgt per Bluetooth oder Funk. Letztere Option hat eine Reichweite von bis zu 2000 m. Das mitgelieferte Bluetooth-Modul für den Anschluss an eine USB oder serielle Schnittstelle (Konverter USB nach RS-232 liegt bei) kommt auf bis zu 300 m. Mit dem PDA erreichen Sie etwa 100 m. Sie können auch beliebige andere Bluetoothmodule nutzen, doch deren Reichweite ist oft eher gering. Dies gilt insbesondere für in Notebooks integrierte Module.

---

<sup>2</sup> Dass die hier gezeigten Abbildungen aus dem Messprogramm alle in Englischer Sprache erscheinen liegt daran, dass zur Zeit die deutsche Übersetzung noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Für den 1. Januar 2010 ist dieses Update angekündigt und wird allen Anwendern kostenlos zur Verfügung stehen.

Da sämtliche Messwerte direkt im Messgerät verarbeitet und auf einem integrierten 8GB großen Speicher gesichert werden, ist ein Abreißen der Kommunikation während der Messung jedoch kein Problem mehr: Sie können auf der einen Uferseite die Messung mit dem Notebook starten und während der Querung auf den PDA wechseln, Daten gehen dabei niemals verloren.

### Ablauf einer Messung

Ob Sie vorab irgendwelche Daten an der Messstelle eingeben bleibt Ihnen überlassen. Ausnahmslos alle Einstellungen können Sie auch nach der Aufzeichnung der Daten eingeben oder ändern. Sie werden nie wieder feststellen, dass Sie aufgezeichnete Messdaten auf Grund fehlender oder falscher Parameter verwerfen müssen!

Sobald allgemeine Daten zur Messstelle (wie Ort, Name, etc.) eingegeben sind beschränkt sich die Bedienung im Wesentlichen auf eine einzige Taste zum Starten und Beenden der Messung. Dadurch ist es ohne Probleme möglich, die Messung mit nur einer Person durchzuführen.

Kalibrierungsfahrten sind nicht notwendig: Die erste Querung des Gewässers liefert bereits Ergebnisse.

Ob auf einem Notebook oder dem PDA: während der Messung informiert Sie eine Icon-Leiste auf einen Blick über den aktuellen Status der Messung und Sie erkennen Probleme sofort.



Abbildung 3: Oben: grün und blau bedeutet alles ist in Ordnung. Unten: Hier ist die GPS Qualität nicht hinreichend.

Jede Messung besteht aus drei Teilen: Dem Startufer bei dem man dem Gerät mitteilt, ob es sich auf der linken oder rechten Seite des Flusses befindet, wie groß der Abstand zum Ufer ist, und welche Form der Uferbereich hat. Wie bei allen anderen Eingaben können Sie diese Werte natürlich auch bei der Auswertung korrigieren.

Der zweite Teil der Messung ist die Überfahrt. Hier sehen Sie einerseits eine Übersicht der laufenden Messung und können sich die Sie interessierenden Parameter graphisch anzeigen lassen.

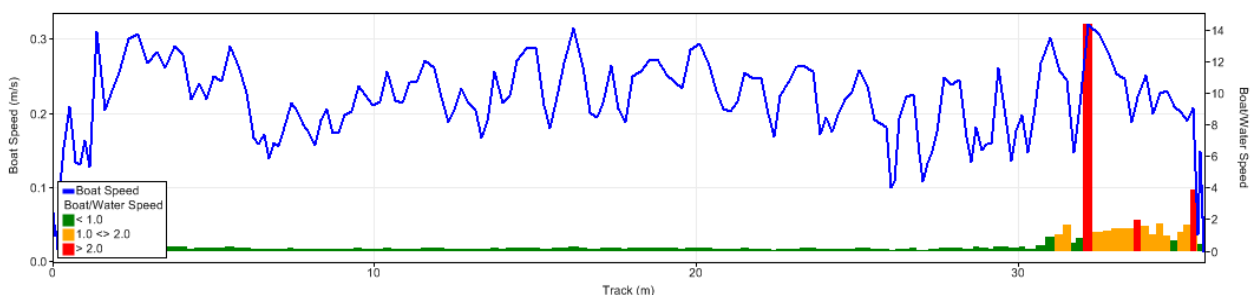


Abbildung 4: Graph der Bootgeschwindigkeit (blau) und des Verhältnis Bootgeschwindigkeit zu Fließgeschwindigkeit

In Abbildung 4 sehen sie zum Beispiel einen Graphen, der neben der Geschwindigkeit des Messbootes (blau) den Quotienten aus Fließgeschwindigkeit und Geschwindigkeit des Bootes farbkodiert darstellt: Ein grüner Balken heißt, das Boot bewegt sich langsamer als die mittlere Fließgeschwindigkeit, rot bedeutet, das Boot bewegt sich mehr als doppelt so schnell wie die Fließgeschwindigkeit. Diese wie auch alle anderen Graphen werden während der Messung einmal pro Sekunde aktualisiert, so dass Sie die Messung stets unter Kontrolle haben.

Der dritte Teil der Messung ist das Zielufer, bei dem Sie wieder die Böschungsform und die Entfernung angeben.

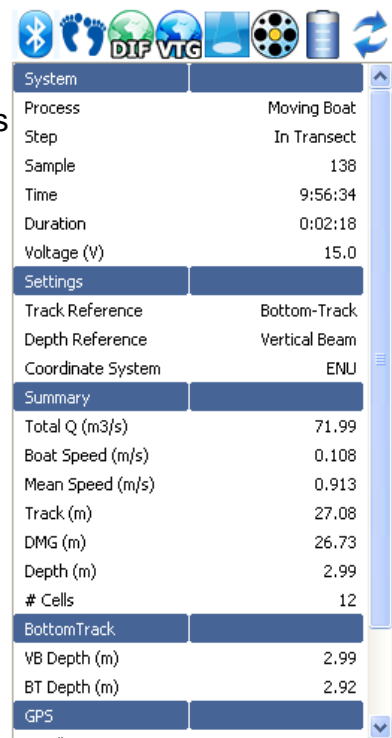
Nach Erreichen des Zielufers wird Ihnen eine Übersicht aller bisherigen Messungen und deren Variation untereinander angezeigt. Sie können die Messreihe entweder Beenden oder die nächste Querung beginnen.

## Auswertung

Ist die Messreihe beendet, laden Sie die Daten vom Gerät herunter und können mit der RiverSurveyor Live Software die Auswertung starten. Bei jeglicher Nachbearbeitung werden stets die Rohdaten wie sie vom Gerät im Feld aufgenommen wurden unverändert gelassen und sämtliche Änderungen von Parametern separat gespeichert. Sie haben also immer die Möglichkeit mit einem Klick alle Werte auf die Einstellungen zurückzusetzen, die Sie bei der Messung vor Ort vorgenommen hatten.

Während der Auswertung können Sie alle die Messung beeinflussenden Parameter ändern bzw. korrigieren. Sie können die Extrapolationsbereiche anpassen und auch die Art der Extrapolation wählen, wenn Sie dies möchten. Bei der Profilvermessung wählen Sie aus, ob bevorzugt die Daten des Vertical Beam oder die des Bottom-Track herangezogen werden sollen. Ist das gewählte Signal nicht verfügbar, so wird automatisch die jeweils andere Methode in diesem Bereich benutzt. Ebenso verhält es sich bei der Bestimmung des Messpfades per Bottom-Track oder GPS.

Entsprechen alle Einstellungen Ihren Vorstellungen, können Sie einen Report generieren lassen, welcher Ihnen auf einer Seite einen Überblick über die Messung verschafft.



System	
Process	Moving Boat
Step	In Transect
Sample	138
Time	9:56:34
Duration	0:02:18
Voltage (V)	15.0
Settings	
Track Reference	Bottom-Track
Depth Reference	Vertical Beam
Coordinate System	ENU
Summary	
Total Q (m3/s)	71.99
Boat Speed (m/s)	0.108
Mean Speed (m/s)	0.913
Track (m)	27.08
DMG (m)	26.73
Depth (m)	2.99
# Cells	12
BottomTrack	
VB Depth (m)	2.99
BT Depth (m)	2.92
GPS	

Abbildung 5: Welche Daten Sie in dieser Übersicht während der Messung angezeigt haben möchten können Sie individuell einstellen.

## **Datenexport**

Derzeit stehen Ihnen folgende Exportfunktionen zur Verfügung:

- csv

Sie können einen zusammenfassenden Report ausgewählter Messreihen in ein ascii Format exportieren, welches Sie dann zum Beispiel mit einem Tabellenkalkulationsprogramm weiterverarbeiten können.

Ausserdem können Sie beliebige Teile der Anzeige in der RiverSurveyor Live Software markieren und in die Zwischenablage kopieren, um Sie dann in andere Programme einzufügen. Dies gilt für Tabellen und Graphiken gleichermaßen.

- MATLAB<sup>3</sup>

Beim Export in eine MATLAB Datei stehen Ihnen *sämtliche* aufgenommenen Daten zur Verfügung. Sie können somit genau nachverfolgen, wie die errechneten Werte entstanden sind und an jeder Stelle in den Algorithmus eingreifen oder die Daten in beliebiger Form weiterverarbeiten und visualisieren.

- AGILA

Der von der Fa. Quantum Hydrometrie GmbH erstellte Datenkonverter **qkonvert** ermöglicht die Umwandlung der vom RiverSurveyor gemessenen Daten in AGILA-kompatible ADCP-Daten. In Absprache mit der BfG wurde dieser Konverter erarbeitet, um das Öffnen und Bearbeiten der ADCP-Daten in AGILA zu ermöglichen.

Der Datenexport ist sehr offen gestaltet. Sollte die von Ihnen gewünschte Variante nicht erwähnt sein, so bedeutet dies nicht, dass diese nicht möglich ist. Insbesondere die MATLAB Dateien ermöglichen die Konvertierung in nahezu beliebige Formate. Wir sind hier offen für Anregungen aller Art und bieten Ihnen gerne Unterstützung, um die aufgenommenen Daten nahtlos in Ihre Messinfrastruktur zu integrieren.

---

<sup>3</sup> Die Software MATLAB wird von The MathWorks, Inc. hergestellt. Es gibt eine – auch für den kommerziellen Einsatz – kostenlose Open Source Alternative: GNU Octave. Letztere kann unter <http://octave.org> heruntergeladen werden. Damit können Sie MATLAB Dateien öffnen und bearbeiten.



## Möglichkeiten

Den ganzen Messbereich von 20 cm Wassertiefe bis über 30 m an Graphen zu verdeutlichen ist nicht einfach. Die folgenden Abbildungen stellen zwei Extremfälle gegenüber. Beide Messungen wurden mit dem RiverSurveyor M9 durchgeführt.

Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis einer Messung am kaum 10 m breiten Gelbach (ein Zufluss zur Lahn bei Weinähr, Nähe Koblenz) mit einer *maximalen* Tiefe von nicht einmal 50 cm:

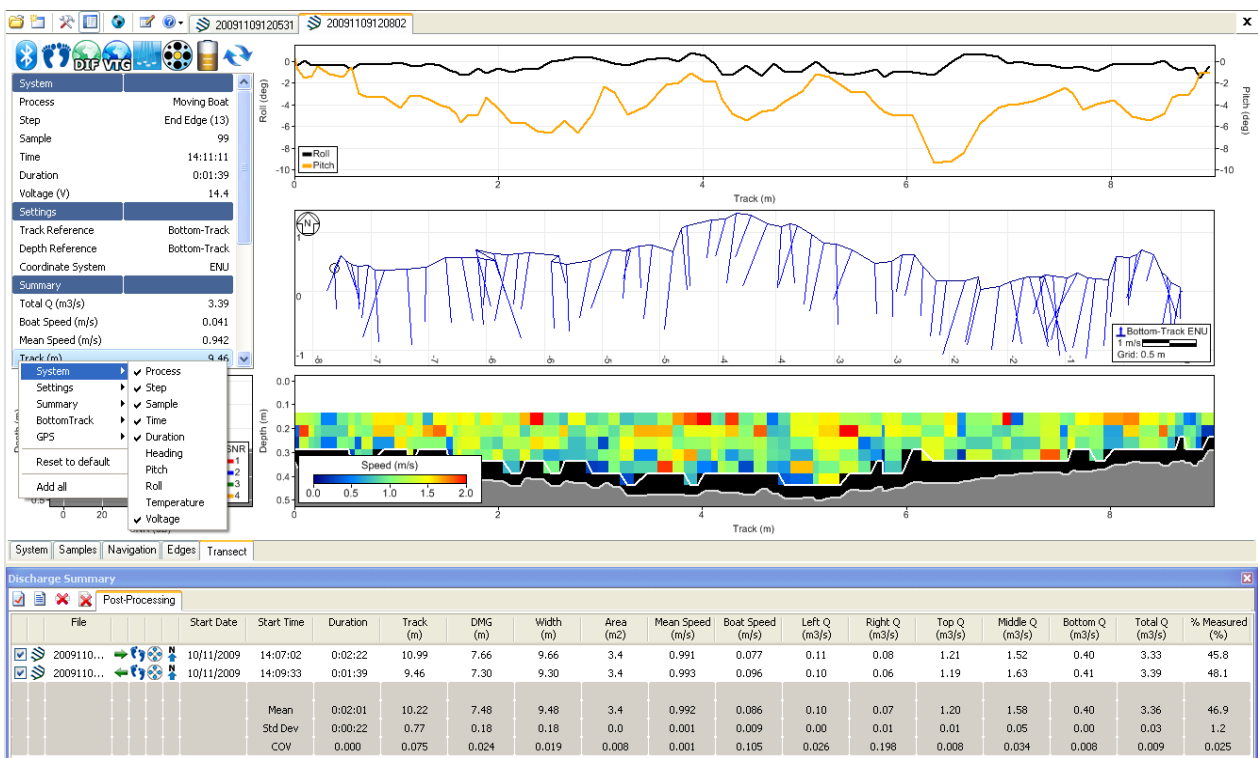


Abbildung 6: Messung mit dem RiverSurveyor M9 am Gelbach in Weinähr. Tiefe: 28-48cm, Fließgeschwindigkeit bis 2m/s. Gemessener Durchfluß: 3,36m<sup>3</sup>/s. Der obere Graph zeigt den Roll- und Neigungswinkel des Sensors. Die Kovarianz der beiden durchgeführten Messungen beträgt 0,9%

Das andere Extrem ist die auf der folgende Seite gezeigte Messung am Rio Solimões in Brasilien. Die Messung wurde kurz vor dem Zusammenfluss mit dem Rio Negro durchgeführt. (Ab diesem Zusammenfluss heißt der Fluss dann Amazonas.) An der Messstelle ist der Fluss mehr als 5 km breit und an seiner tiefsten Stelle bis zu 45m tief.

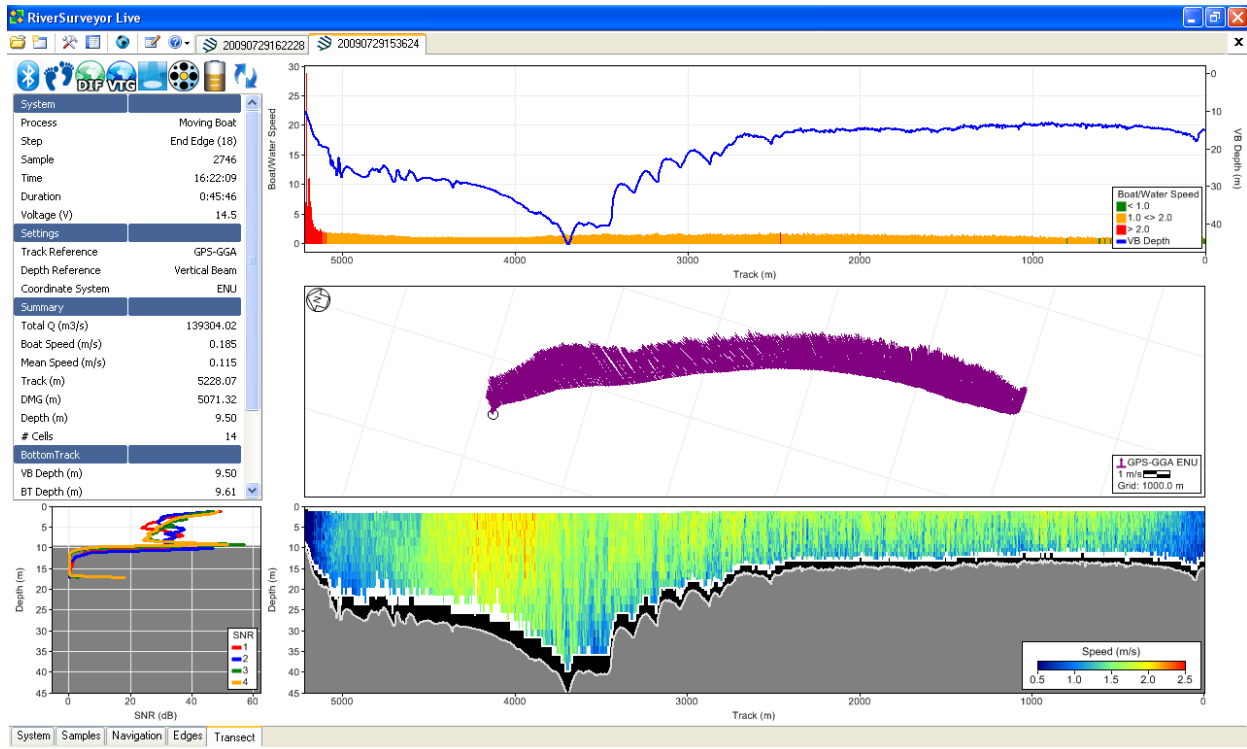
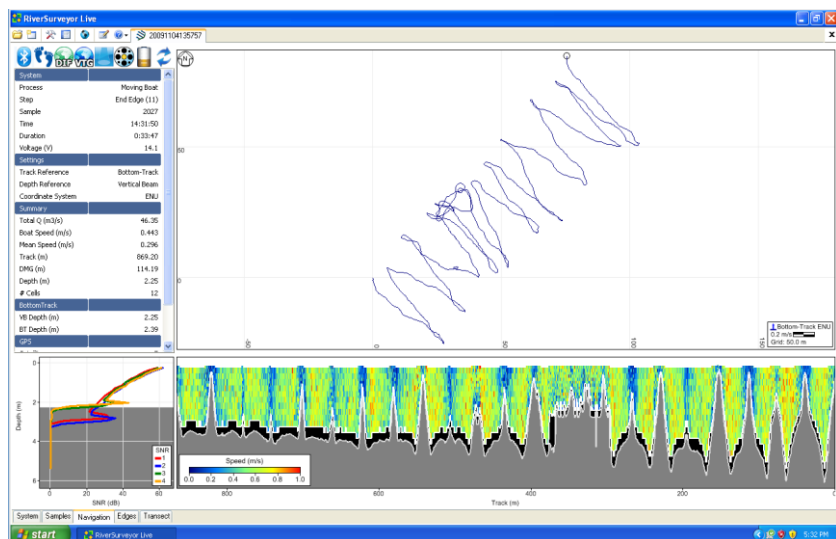


Abbildung 7: Messung mit dem M9 am Rio Solimões in Brasilien. Tiefe: 10-45m, Breite: 5,3km, Durchfluss: 139300m<sup>3</sup>/s

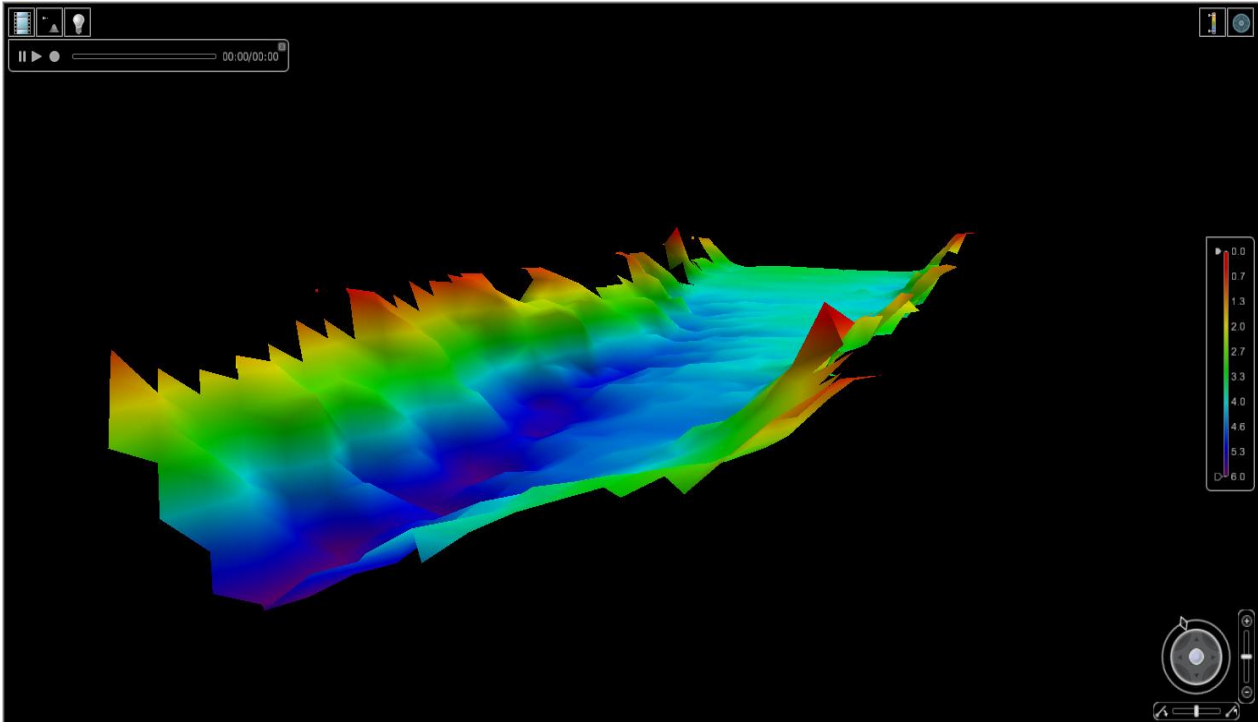
Die einfache Handhabung der Software erlaubt Anwendungen über den Haupteinsatzzweck – der Durchflussmessung – hinaus.

Zum Beispiel können Sie eine Messfahrt nicht nur von einer Seite des Flusses auf die andere durchführen, sondern im Zick-Zack einen Bereich des Flusses abfahren und somit einen dreidimensionalen Querschnitt aufnehmen.



Die Messung, die in der nebenstehenden Abbildung zu sehen ist hat nicht einmal 15 Minuten gedauert und erstreckt sich über einen Bereich von etwa 100 m entlang des Flusses. Sie umfasst insgesamt zwanzig Querungen des Flusses. Diese sind im oberen Graphen zu sehen, der den Weg des Bootes entlang des Flusses zeigt.

Die exportierten Daten der Tiefen- und Positionsmessung wurden dann exportiert und sind in der folgenden Graphik gemeinsam dargestellt.



## Kontakt

Die SonTek RiverSurveyor Systeme S5 und M9 werden in Deutschland exklusiv durch die Quantum Hydrometrie GmbH vertrieben. Für weitere Informationen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung

Quantum Hydrometrie  
Gesellschaft für Mess- und Systemtechnik mbH  
Geneststr. 5  
10829 Berlin

Telefon: 030 698 110 0  
E-Mail: [info@quantum-hydrometrie.de](mailto:info@quantum-hydrometrie.de)  
Web: [www.quantum-hydrometrie.de](http://www.quantum-hydrometrie.de)