

# »Die Communitys zueinander bringen«

Ein Wissenschaftsgespräch mit GOTTFRIED MANDLBURGER

Dr. Gottfried Mandlbürger ist Senior Researcher an der TU Wien und weltweit anerkannter Experte für Laserbathymetrie. Er leitet den Arbeitskreis Hydrographie/Bathymetrie der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF). Im Interview verwendet Mandlbürger ein ungewöhnliches Wort, er spricht von »Sonarhydrographie«, um den Unterschied zur Laserbathymetrie deutlich zu machen.

Fernerkundung | Laserbathymetrie | topo-bathymetrisches System | UAV | Footprint | Waveform-Stacking  
remote sensing | laser bathymetry | topo-bathymetric system | UAV | footprint | waveform stacking

Dr. Gottfried Mandlbürger is a Senior Researcher at TU Wien and an internationally recognised expert in laser bathymetry. He heads the Hydrography/Bathymetry working group of the German Society for Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation (DGPF). In the interview, Mandlbürger uses an unusual word, he speaks of »sonar hydrography« to emphasise the difference to laser bathymetry.

## Interviewer

Das Interview mit Gottfried Mandlbürger führten Lars Schiller und Patrick Westfeld am 9. April per Videotelefonie.

Textbearbeitung: Lars Schiller

Laserbathymetrie ordnen wir alle klar der Fernerkundung zu. Manche Kollegen zählen freilich auch die Echolotung zu den Fernerkundungsmethoden, weil die Messung berührungslos erfolgt. Wann sprechen Sie von Fernerkundung?

Meinem Verständnis nach sind tatsächlich sowohl die »Sonarhydrographie« als auch die Laserbathymetrie Fernerkundungsmethoden, eben weil wir das Objekt, das wir vermessen, nicht betreten. Ob mit Schall oder Licht, wir vermessen den Gewässergrund aus der Ferne. Dahingegen rechne ich die terrestrische Vermessung mit einer Totalstation oder mit einem GPS-Receiver nicht zu den Fernerkundungsmethoden, weil wir mit der Antenne oder dem Reflektorstab zum Objekt gehen müssen. Man könnte es natürlich auch anders sehen: Die Vermessung mit Sonarmethoden findet im selben Medium statt, nämlich im Wasser, und daher ist es keine Fernerkundung.

Das würde zu der Sicht passen, dass die Vermessung an Land, die ausschließlich im Medium Luft stattfindet, auch nicht der Fernerkundung zuzurechnen ist. Fernerkundung wäre dann alles, was aus größeren Höhen, von Satelliten aus erfolgt.

Mir gefällt diese Grenzziehung nicht. Das Kriterium, ob ein Medium oder zwei Medien, taugt nicht für die Kategorisierung, ob Fernerkundung oder nicht. Dann kommen wir zu den generellen Unterschieden zwischen den Messmethoden – akustisch versus optisch.

Im Grunde haben wir es bei der Laserbathymetrie und bei der Sonarvermessung mit sehr ähnlichen Messprozessen zu tun. Da gibt es einen Emitter, der ein Signal aussendet, das durch ein Medium propagiert, dann reflektiert, zurückgestreut wird. Und da gibt es einen Sensor, einen Detektor, der das Signal wieder auffängt. Gemessen wird die Laufzeit zwischen dem Aussenden und dem Empfangen. Der Unterschied besteht darin, dass wir es

bei Sonarverfahren mit Schallimpulsen zu tun haben, wohingegen es bei Laserbathymetrie Lichtimpulse sind. Das prinzipielle Konzept hingegen ist doch sehr ähnlich. Es kommt darauf an, die Plattform zu kennen, deren Position und Raumstellung sowie die Abstrahlrichtung des Signals.

Bei so vielen Gemeinsamkeiten ist es doch eigentlich verwunderlich, dass die Communitys so unterschiedlich sind; auf der einen Seite die Hydrographen, die vom Schiff aus mit dem Echolot vermessen, auf der anderen Seite die Leute mit ihren Laserscannern, die sich plötzlich auch für die Gewässer interessieren.

Stimmt, die beiden Communitys sind doch relativ distinkt. Es ist genau mein Ziel, diese beiden Communitys ein bisschen näher zueinander bringen. Als Arbeitskreisleiter der DGPF möchte ich die Gemeinsamkeiten sichtbar machen und die Protagonisten an einen Tisch bringen.

Sowohl beim Laserscanning als auch bei den Sonarverfahren, sagten Sie, muss die Abstrahlrichtung bekannt sein. Ist es beim Sonar-Imaging nicht ein gerichtetes Hören, eher vergleichbar mit der Ableitung von Geometrien aus Bildern? Bestimmt wird doch die Einfallsrichtung, nicht die Abstrahlrichtung.

Das ist ein berechtigter Einwand. Beim Sonar gibt es ausschließlich richtungsabhängige Detektoren, beim Laserscanning im konventionellen Sinn eben nicht. Da gibt es vielmehr eine Ein-Emitter-und-ein-Detektor-Konfiguration. Ich habe aber ein Gegenbeispiel, und zwar die Neuentwicklung des Single-Photon-LiDAR. Wir sprechen hier von äußerst empfindlichen Detektoren. Dieses System ist von Sigma Space entwickelt worden, wurde dann von Leica gekauft, jetzt wird es als SPL100 vermarktet. Eigentlich handelt es sich um einen topographischen Sensor, allerdings hat er bathymetrische Eigenschaften. Denn er verwendet die

grüne Wellenlänge von 532 Nanometern, die bekanntlich wasserdurchdringend ist. Und das Gerät sendet in einem konstanten Abstrahlwinkel von 15 Grad aus. Ich glaube, dieses System lässt sich gut mit Sonarverfahren vergleichen. Der ausgesendete Einzelimpuls wird nämlich in zehn mal zehn Teilimpulse aufgeteilt. Das hat schon Ähnlichkeit mit dem Sonarprinzip. Beim Fächerecholot wird weiter gestreut, beim Single-Photon-LiDAR ist der Kegel immer noch sehr eng. Aber es sind zehn mal zehn Einzelstrahlen, und diesen zehn mal zehn Einzelstrahlen entsprechen tatsächlich auch hundert verschiedene Detektoren. Diese hundert individuellen Detektoren sind sehr stark richtungsabhängig, sonst würde ja der Kanal 25 die Antwort empfangen, die für den Kanal 35 bestimmt ist, was eben nicht sein soll.

#### Was ist schneller, Laserbathymetrie oder Fächerecholot?

Die Frage lässt sich unterschiedlich beantworten. Man kann die Anzahl der Punkte pro Sekunde betrachten. In der Laserbathymetrie liegt die Scanrate im Flachwasserbereich bei etwa 550 Kilohertz, also bei 550 000 Messungen pro Sekunde. Oder aber wir zielen auf die Fläche ab, die sich pro Sekunde vermessen lässt. Das ist wahrscheinlich sogar die bessere Herangehensweise. Laserbathymetrie ist unabhängig von der Wassertiefe, weil der Abstand des Flugzeugs über Grund die Streifenbreite bedingt. Beim Fächerecholot hingegen ist die Schwadbreite direkt von der Wassertiefe abhängig. Und damit ist auch die Effizienz der Messmethode im Hinblick auf die Flächenleistung abhängig von der Wassertiefe. Das ist schon ein wesentlicher Unterschied zwischen Laserbathymetrie und »Sonarhydrographie«. Einschränkend muss natürlich gesagt werden, dass die Laserbathymetrie nur so lange im Vorteil ist, wie mit ihr der Untergrund überhaupt vermessen werden kann. Bei Laserbathymetrie können wir mit Tiefwassersystemen bis zur dreifachen Secchi-Tiefe Echos vom Boden erwarten. Weil wir im optischen Regime sind, ist die Strahldämpfung sehr viel stärker als bei Sonar.

Das Wasser muss also möglichst klar sein, ungetrübt, dann kann man bei drei Secchi-Tiefen vielleicht 60, vielleicht 75 Meter tief messen. Das ist noch nicht wirklich tief – Hydrographen denken bei Tiefwasser eher an 4000 Meter und mehr.

Mit den Termini muss man ein wenig aufpassen. In der Laserbathymetrie bezeichnet man die eingesetzten Kanäle entweder als Deep-Water-Channel oder als Shallow-Water-Channel. Die Flachwasserkanäle liefern einfache bis anderthalbfache Secchi-Tiefe, die Tiefwasserkanäle etwa die dreifache Secchi-Tiefe. Tief ist also mehr als anderthalb Secchi-Tiefen. Welcher Tiefe das in Metern entspricht, hängt von der Trübung ab. Aber, ja, selbst ein Deep-Water-Channel ist nur tief in Bezug auf die Möglichkeiten der Laserbathymetrie, die klar auf Flachwasser beschränkt ist.



Dr. Gottfried Mandlbürger, 50,  
im Hintergrund die Pielach

Foto: privat

Um diese dreifache Secchi-Tiefe überhaupt zu erreichen, braucht man entsprechend viel Laserenergie.

Ja, nur leider kann man die Laserenergie in der Praxis nicht beliebig erhöhen.

Sie meinen, weil es sonst für die Augen gefährlich wird?

Ganz genau, es geht um Augensicherheit. Wir haben es mit grüner Wellenlänge zu tun, also mit sichtbarem Licht. Diese Wellenlänge dringt gut durch Wasser. Allerdings besteht auch unser Auge zu einem hohen Prozentsatz aus Wasser. Was das Wasser gut durchdringt, durchdringt demnach auch das Auge gut. Wir müssen daher vonseiten der Sensorik sicherstellen, dass wir im augensicheren Bereich operieren.

Der Laserstrahl darf also nicht allzu stark gebündelt sein.

Wenn ein Mensch unter einem Sensor steht und genau in die Strahlrichtung schaut, darf nicht die gesamte Laserenergie, die emittiert wird, in sein Auge treffen. Vielmehr muss der Strahlkegel vor allem bei Deep-Bathy-Systemen aufgeweitet sein, sodass der Laserfootprint entsprechend groß ist. Allerdings beeinflusst die Strahldivergenz direkt die räumliche Auflösung. Bei den Tiefwasserkanälen liegt sie zwischen 5 und 7 mrad. Bei einer ty-

pischen Flughöhe von 500 Metern entspricht das einer räumlichen Auflösung von – im besten Fall – dreieinhalb Metern.

An der Wasseroberfläche. Was passiert mit dem Laserstrahl, sobald er auf das Wasser trifft?

Zunächst gibt es Reflexion an der Wasseroberfläche. In der Wassersäule haben wir es mit Scattering, also mit Streueffekten zu tun. Der Laserstrahl weitet sich konisch auf. Je tiefer das Gewässer ist, desto breiter wird der Laserstrahl. Bei den Tiefwassersystemen beleuchten wir bei einer Tiefe von mehr als 20 Metern gut und gerne einen Footprint von zehn bis 15 Metern.

Wie viel genauer sind die Flachwassersysteme?

Alle gängigen Laserbathymetriesensoren erfüllen die Anforderungen der IHO. Da sprechen wir von Höhengenaugigkeit von besser als 30 Zentimeter. Aber wenn wir Genauigkeit sagen, dann spielt auch räumliches Auflösungsvermögen eine Rolle. Die topo-bathymetrischen Systeme sind ja nicht nur geeignet, das Wasser zu durchdringen und den überströmten Gewässergrund zu erfassen, sondern wir erfassen mit ihnen natürlich auch Ziele an Land, die küstennahen oder ufernahen Bereiche. Sinnvoll ist das erst bei einer viel höheren räumlichen Auflösung. Dazu müssen die Flachwassersysteme eine viel geringere Strahldivergenz

# RIEGL VQ-840-G

## TOPO-BATHYMETRISCHER LASERSCANNER



- ideal für die Datenaufnahme von UAVs oder Helikoptern aus
- grüner Laserstrahl mit mehr als 2 Secchi Tiefen Wasserdurchdringung
- Messrate bis zu 200 kHz, Scangeschwindigkeit bis zu 100 Scans/Sek.
- Integration einer hochauflösenden Digitalkamera sowie andere Optionen möglich

UAV-BASIERTE VERMESSUNG VON  
KÜSTENGEBIETEN UND FLACHWASSERZONEN



QR-Code  
scannen und  
RIEGL VQ-840-G  
Video ansehen!

[www.riegl.com](http://www.riegl.com)

Weitere topo-bathymetrische Laserscanner  
und Systeme finden Sie auf [www.riegl.com](http://www.riegl.com)

[f](#) [t](#) [in](#) [w](#) [y](#) [v](#) [n](#) [e](#) [w](#) [s](#) [n](#) [e](#) [r](#) [o](#) [o](#) [m](#) [.riegl.international](#)



haben, wir sprechen von etwa 1 mrad. Bei 500 Metern Flughöhe ist der Footprint gerade mal 50 Zentimeter groß. Außerdem zeichnen sich die Systeme durch eine wesentlich höhere Taktfrequenz aus, die Pulsrepetitionsrate, die im Wesentlichen auch die effektive Scanrate und den Punktabstand mit bedingt. Die Taktraten liegen zwischen etwa 100 und 700 Kilohertz. Bei einer typischen Fluggeschwindigkeit, die bei 100 Knoten liegt, also bei 50 Metern pro Sekunde, ergibt das gut und gerne 20 Punkte pro Quadratmeter.

Das entspricht einem Punktabstand von etwa 25 Zentimetern.

Theoretisch können wir diesen Punktabstand erwarten. Dennoch dürfen wir die räumliche Auflösung nicht mit 25 Zentimetern ansetzen. Denn der Footprint liegt bei 50 Zentimetern. Was immer das größere ist – Punktabstand oder Footprint –, bedingt die räumliche Auflösung. Dennoch kann man sagen, dass die Flachwassersensoren die Oberfläche etwa um eine Größenordnung feiner abtasten als die Deep-Bathy-Sensoren.

Um genauer zu werden, kann man doch einfach niedriger fliegen, dann wird der Footprint kleiner, oder?

Genau das machen wir mittlerweile mit Laserbathymetrie vom UAV aus. Dank der Miniaturisierung der Sensoren ist das möglich geworden. Die typische Flughöhe von UAVs liegt bei 50 Metern. Damit kommen wir dem Objekt viel näher. Der Footprint liegt bei nur noch 5 bis 10 Zentimetern. Die Punktdichte steigt auf durchaus 100 Punkte pro Quadratmeter.

Mit UAVs wird Laserbathymetrie nicht nur genauer, sondern doch wahrscheinlich auch noch günstiger?

Die Kosten von Laserscanning sind per se nicht sehr hoch – auch bei einem bemannten Flug –, aber nur dann, wenn man große Flächen erfasst. Bei kleinen Messgebieten, zum Beispiel weniger als ein Quadratkilometer, sind die Kosten exorbitant. Da haben die agilen UAV-Plattformen einen großen Vorteil. Es kostet wesentlich weniger, das Ding in die Luft zu bekommen. Für die Erfassung kleinerer Fließgewässer ist das UAV genau die richtige Plattform. Flüsse, die zehn Meter, maximal 50 Meter breit sind, können wir gut aus einer Flughöhe von 50 bis 100 Meter erfassen. Gleichzeitig haben wir den massiven Vorteil der sehr viel größeren räumlichen Auflösung und eben der geringen Mobilisierungskosten.

Die topo-bathymetrischen Systeme messen sowohl unter Wasser als auch an Land. Das ist ja besonders interessant, wenn es darum geht, die Grenzen der Gewässer zu bestimmen. Mit Laserbathymetrie kann der schmale Streifen an Land, der den Übergang vom Wasser zum Land markiert, ganz leicht vermessen werden. Ist das die Methode der Wahl, sollten Hydrographen mehr von der Luft aus vermessen?

Ich persönlich betrachte Laserbathymetrie und »Sonarhydrographie« als synergetische Messmethoden, die sich durch ihre jeweiligen Vorteile gut ergänzen. Mit topo-bathymetrischen Systemen kann der Übergang zwischen dem trockenen und dem nassen Bereich wirklich nahtlos vermessen werden. Im besten Fall lässt sich mit nur einer Mission das gesamte Interessensgebiet erfassen. Wenn das Gewässer tiefer ist, benötigt man zusätzlich ein Boot, um auch den mit optischen Methoden nicht erfassbaren Bereich zu vermessen. Immerhin ermöglicht es die Laserbathymetrie, den relativ flachen Bereich zu erfassen, der sich mit Sonarmethoden nur schwer oder gar nicht erreichen lässt, weil das Boot nicht nah genug

»Laserbathymetrie und »Sonarhydrographie« sind synergetische Messmethoden, die sich durch ihre jeweiligen Vorteile gut ergänzen«

Dr. Gottfried Mandlbürger

ans Ufer herankommt. Ich sehe dieses Tandem durchaus schon in der Praxis verankert, bei der Vermessung von Bühnenfeldern zum Beispiel – allerdings noch zu wenig institutionalisiert.

Können denn auch die Fahrrinnen der großen Flüsse mit Laserbathymetrie vermessen werden?

Die schiffbaren Flüsse haben meist eine hohe Sedimentfracht, das trübe Wasser verhindert die vollständige Erfassung des Gewässerbetts mit Hilfe von Laserbathymetrie. Es gibt aber einen Präzedenzfall. 2018 gab es im Auftrag des WSA Dresden eine Gesamtbefliegung der Elbe, damals wurde das extreme Niedrigwasser ausgenutzt. Das Wasser stand so niedrig, dass in vielen Bereichen keine geregelte Schifffahrt mehr möglich war. Dadurch konnte ein sehr großer Teil des gesamten benetzten Bereichs erfasst werden. Doch das war eine Ausnahme. Ich gehe davon aus, dass die großen Wasserstraßen wie Donau und Rhein nie und nimmer an den tiefsten Stellen mit Laserbathymetrie erfasst werden können. Hier brauchen wir für die Vermessung der Fahrrinne ergänzend die Echolote.

Wird es eines Tages doch möglich sein, tiefer zu kommen, trotz Trübung und im Einklang mit der Augensicherheit?

Nur bei absolut idealen Messbedingungen, aber das ist selten der Fall und lässt sich schwer kalkulieren. Vielversprechender ist es, die Auswertestrategie zu verbessern. Momentan wird ein Ansatz wissenschaftlich verfolgt, das sogenannte Waveform-Stacking. Beim Waveform-Stacking werden räumlich benachbarte Wellenformen zusammengefasst, quasi aufsummiert zu einem Summensignal. Damit verringert sich zwar die räumliche Auflösung, aber wir verbessern das Signal-zu-Rausch-Verhältnis. Und das ermöglicht es, tendenziell noch tiefer zu messen. Das Potenzial liegt im Bereich von 25 bis 30 Prozent der katalogisierten Messtiefe. Bisher haben die topo-bathymetrischen Systeme alle eine

Tiefenmessperformance von 1,5 Secchi-Tiefen. Durch das Waveform-Stacking kann man eventuell auf ungefähr 1,8 Secchi-Tiefen kommen.

In Venedig ist momentan aufgrund des Corona-Lockdowns das Wasser in den Kanälen schön klar. Man sieht plötzlich bis zum Grund. Sollte man jetzt ganz schnell überall dort messen, wo kein Sediment aufgewühlt wird? Dann könnte man ja auch tiefere Gewässer vermessen.

Wenn nicht der Lockdown wäre, würde ich alle verfügbaren Sensoren in die Luft schicken und

»Bessere Aufnahmen als in den letzten zwei Wochen hatte ich noch nie. Wenn nicht der Lockdown wäre, würde ich alle verfügbaren Sensoren in die Luft schicken.«

Dr. Gottfried Mandlbürger

messen lassen. Das gäbe bestimmt super Aufnahmen. Seit einem Jahr verfolge ich ein Monitoring-Projekt an der Pielach. Dieser voralpine Fluss ist in den letzten Wochen, da es keinen Regen gab und keinen Pollution-Eintrag, so klar, wie ich ihn nie zuvor gesehen habe. In den letzten drei Wochen habe ich den Fluss mehr-

mals mit Zwei-Medien-Photogrammetrie vermessen. Bessere Aufnahmen als in den letzten zwei Wochen hatte ich noch nie.

Es würde sich also wirklich lohnen, alle rauszuschicken. Wie viel Kapazität gäbe es überhaupt?

Es gibt weltweit schätzungsweise ungefähr hundert bis hundertfünfzig topo-bathymetrische Systeme. Dazu kommen vielleicht noch zwanzig Tiefwassersysteme. Diese Systeme sind aber nicht gleich verteilt. In Übersee ist Laserbathymetrie viel stärker etabliert als in Europa.

Warum das?

Ein Grund sind die Hurrikans, die den Küstenstreifen sehr stark in Mitleidenschaft ziehen. Die NOAA ist in den USA dafür zuständig, diese ganzen Bereiche zu erfassen. Zumindest nach den Stürmen gibt es immer wieder Befliegungen. In Amerika, aber auch in Australien ist Laserbathymetrie viel stärker institutionalisiert. Dadurch ist auch die Akzeptanz wesentlich höher. In Europa gibt es – anders als beim topographischen Laserscanning, das absolut etabliert ist – gegenüber dem topo-bathymetrischen Laserscanning einige Vorbehalte. Das sei ja noch nicht ausgereift.

Wie ließe sich topo-bathymetrisches Laserscanning denn beliebter machen?

Es gibt bereits einige Player, die das stark forcieren, zum Beispiel das LKN.SH; in Frankreich ist SHOM sehr progressiv. Um Laserbathymetrie beliebter zu machen, müsste sie nur in den Verfahrensabläufen der behördlichen Institutionen verankert werden – am besten auch bei den Landesvermessungsbehörden. Dann würde auch die Akzeptanz steigen. Es gäbe mehr Datensätze, mehr Know-how, mehr Leute, die sich mit der Technologie beschäftigen.

Das BSH arbeitet derzeit daran, die Laserbathymetrie in den operationellen Wirkbetrieb einzuführen.

Das BSH hat bereits vor einigen Jahren als eine der ersten Institutionen einen großflächigen Test durchgeführt. Damals wurden die verfügbaren Laserbathymetriesysteme in der Kieler Bucht durchgetestet. Genau diese Initiativen brauchen wir.

Lutz Christiansen, der ja bereits seit einiger Zeit Laserbathymetrie wirklich anwendet, beklagt regelmäßig, dass der Markt überschaubar ist. Wenige Firmen bieten Befliegungen als Dienstleistung an.

Das ist ein Henne-Ei-Problem. Sobald Laserbathymetrie institutionalisiert wäre, wie in Amerika, gäbe es auch Dienstleister. Wo ein Markt ist, sind Dienstleister nicht weit.

Neben der Laserbathymetrie gibt es noch andere Fernerkundungsmethoden, mit denen man den Gewässerboden erfassen kann, zum Beispiel die Mehr-Medien-Photogrammetrie.

Optische Bathymetrie hat drei Felder, zum einen das aktive Feld, die Laserbathymetrie, und zum anderen die beiden passiven Felder, die Stereophotogrammetrie und die spektrale Tiefenbestimmung. Mit den optischen passiven Methoden sind wir mit der einfachen Secchi-Tiefe begrenzt. Wir können nur so tief messen, wie wir sehen.

Außerdem braucht es für Photogrammetrie immer Textur. Und wir brauchen in der Stereophotogrammetrie mindestens zwei Messstrahlen, zwei Sichten auf ein und denselben Messpunkt. Weil die Wasseroberfläche aber dynamischer Natur ist, hat sie sich zwischen den beiden Messungen verändert. Das macht die Auswertung der Bilder nicht einfacher. Hinzu kommen die Glanzlichter auf der Wasseroberfläche, immer dann, wenn die Sonnenstrahlen direkt reflektiert werden, gibt es extrem helle Stellen im Bild und man kann diese Pixel nicht zur Auswertung nutzen. Gerade kommt die Technik des Dense Image Matching auf, dabei werden extrem starke Überlappungen verwendet. Bei Überlappungen von 90 Prozent sieht man jeden Punkt zehn Mal. So kleine Basislinien sind natürlich schlecht für die Höhengenaugigkeit, aber man bekommt dadurch eine große Überbestimmung.

Ist Laserbathymetrie ökologisch korrekter als die Vermessung vom Schiff aus?

Die Messung ist kontaktlos, wir müssen das Objekt nicht betreten. Daher kann man sicherlich behaupten, dass Laserbathymetrie eine sehr gute Möglichkeit für die Erfassung von ökologisch sensiblen Bereichen darstellt.

Ist der Einsatz eines Laserscanners unter Wasser sinnvoll, zum Beispiel wenn er auf ein AUV montiert ist?

Die Gruppe um Alex Reiterer am Fraunhofer-Institut in Freiburg arbeitet gerade massiv an einem Unter-Wasser-Laserscanner. Diese Geräte werden wohl weniger für die Vermessung des Untergrundes, sondern viel eher für die Überwachung von Infrastruktur eingesetzt, zum Beispiel beim Monitoring der Fundamente von Offshore-Windrädern oder von Ölplattformen. Wir haben es dann nur

noch mit einem Ein-Medien-Fall zu tun. Im Gegensatz zur luftgestützten Laserbathymetrie, bei der nach dem Aussenden des Pulses einige hundert Nanosekunden vergehen, bis einmal irgendetwas zurückkommt, ist es bei der Laserbathymetrie unter Wasser so, dass sofort die Volumenstreuung zurückkommt. Die Anforderungen an den Receiver sind daher sehr hoch, eigentlich muss man ihn für ein paar Nanosekunden blind schalten, damit er die Rückstreuung aus dem Volumen ignoriert. Das heißt, wir müssen einen Mindestabstand zum Zielobjekt einhalten, wenn wir den Sensor auf unter Wasser autonom fahrende Fahrzeuge montieren.

[Apropos Mindestabstand, gibt es eigentlich eine Mindesttiefe des Wassers für die Laserbathymetrie aus der Luft?](#)

Die topo-bathymetrischen Systeme zeichnen sich durch einen kleinen Footprint aus, aber auch durch einen sehr kurzen Puls von ungefähr 1,5 Nanosekunden. Eine Nanosekunde mal Lichtgeschwindigkeit entspricht in Luft 30 Zentimeter, im Wasser ein bisschen mehr als 20 Zentimeter (75 Prozent). Gehen wir von einer Pluslänge von 30 Zentimetern aus, dann sind wir in der Lage, prinzipiell zwei Ziele voneinander zu unterscheiden, wenn sie den halben Abstand der Pulsdauer haben. Das wären 15 Zentimeter. Rein technologisch sind also

mindestens 15 Zentimeter Wassertiefe gefordert, zumindest wenn wir getrennte Echos von der Wasseroberfläche und vom Gewässergrund bekommen wollen. Bei Systemen, die synchron und kollinear Laserpulse in infraroter und grüner Wellenlänge aussenden, gilt das übrigens nicht. Die detektieren das Wasseroberflächenecho nämlich mit dem Infrarotkanal, den Gewässergrund mit dem grünen Kanal.

[Sie haben in Wien Geodäsie studiert. Wie kamen Sie zum Wasser?](#)

Der Schlüsselfaktor war ein Projekt bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde, das wir 1999 für Herbert Brockmann gemacht haben. Die Wasserbehörden waren damals die treibende Kraft, wenn es um topographisches Laserscanning ging. Die BfG wollte den Umlandbereich von Flüssen erfassen und die Aufnahmen dann mit den Sonaraufnahmen des Gewässerbettes kombinieren. Zunächst ging es um Aufbereitungsalgorithmen von Querprofilen, später auch um die Wasser-Land-Grenzlinienbestimmung und um die Erfassung der Böschungsoberkante. In diese Projekte war ich stark involviert, was dazu geführt hat, dass ich meine Dissertation zu genau diesem Thema geschrieben habe. Das hat mein Interesse am Wasser geweckt. So richtig interessant wurde es für mich,



## OBTAIN COMPREHENSIVE HYDROGRAPHIC DATA IN DEEP WATER AND COASTAL REGIONS

We draw on our vast experience and extensive resources, including a fleet of dedicated survey vessels and airborne systems, to deliver a high-quality service that meets your data objectives.

To find out more visit  
[fugro.com](https://www.fugro.com)

**Bisher erschienen:**

Horst Hecht (HN 82),  
 Holger Klindt (HN 83),  
 Joachim Behrens (HN 84),  
 Bernd Jeuken (HN 85),  
 Hans Werner Schenke (HN 86),  
 Wilhelm Weinrebe (HN 87),  
 William Heaps (HN 88),  
 Christian Maushake (HN 89),  
 Monika Breuch-Moritz (HN 90),  
 Dietmar Grünreich (HN 91),  
 Peter Gimpel (HN 92),  
 Jörg Schimmler (HN 93),  
 Delf Egge (HN 94),  
 Gunther Braun (HN 95),  
 Siegfried Fahrentholz (HN 96),  
 Gunther Braun, Delf Egge, Ingo Harre, Horst Hecht, Wolfram Kirchner und Hans-Friedrich Neumann (HN 97),  
 Werner und Andres Nicola (HN 98),  
 Sören Themann (HN 99),  
 Peter Ehlers (HN 100),  
 Rob van Ree (HN 101),  
 DHyG-Beirat (HN 102),  
 Walter Offenborn (HN 103),  
 Jens Schneider von Deimling (HN 104),  
 Mathias Jonas (HN 105),  
 Jürgen Peregovits (HN 106),  
 Thomas Dehling (HN 107),  
 Egbert Schwarz (HN 108),  
 Ingo Hennings (HN 109),  
 Harald Sternberg (HN 110),  
 Uwe Jenisch (HN 111),  
 Petra Mahnke (HN 112),  
 Holger Rahlf (HN 113),  
 Boris Schulze (HN 114),  
 Jacobus Hofstede (HN 115)

als das bathymetrische Laserscanning aufkam und wir das auch in Österreich für die Inlandsgewässer anwenden konnten.

**Was sind Ihre Aufgaben an der TU Wien?**

Als Senior Researcher liegen meine Aufgaben mehrheitlich in der Forschung und in der Entwicklung. Zudem koordiniere ich ein kleines Team der Softwareentwicklung; zusammen arbeiten wir an einer Laserscanning-Software mit dem Namen OPALS – Orientation and Processing of Airborne Laser Scanning Data. Dann gibt es noch den Teil der Lehre. Dieser Teil wird nächstes Jahr größer, wenn ich den Part eines Kollegen übernehmen werde, der in Pension geht. Das wird eine Einführungsvorlesung zum Programmieren sein.

**Was haben Sie in Stuttgart am Institut für Photogrammetrie gemacht?**

Nach Stuttgart bin ich wegen eines DFG-Forschungsprojekts gekommen, das Uwe Sörgel eingeworben hat. Da ging es darum, wie man aus aktiven und passiven Daten, die zeitgleich von Hybridmesssystemen aufgenommen werden, Bathymetrie ableiten kann. 2016 hat er mich gefragt, ob ich jemanden für das Projekt wüsste. Als ich den Projektantrag gelesen habe, bin ich darauf gekommen, dass er wohl mich sucht. Die Integration von aktiven und passiven Sensoren ist genau mein wissenschaftliches Interessensgebiet. Ich bin dann quasi als Post-Doc für insgesamt drei Jahre nach Stuttgart gegangen. In dieser Zeit sind einige Publikationen entstanden. Gerade arbeiten wir an einem abschließenden Artikel, der zeigt, dass es bei der Datenprozessierung Tendenzen hin zu Deep Learning gibt, was sich sehr gut mit spektraler Tiefenbestimmung kombinieren lässt.

**Werden den Studierenden in Wien eigentlich Inhalte der Hydrographie vermittelt?**

Geodäsie wird in Wien an zwei Standorten unterrichtet. Zum einen gibt es das vollwertige Studium an der Technischen Universität – bislang allerdings ohne Hydrographie. Dann gibt es aber auch die Universität für Bodenkultur, an der der Kollege Erwin Heine unterrichtet. Er ist in Österreich der wissenschaftliche Experte für »Sonarhydrographie«.

**Sie selbst erzählen in den Vorlesungen nichts über die Vermessung von Gewässern?**

Ich stehe unmittelbar vor der Einreichung meiner Habilitation. Habilitationen haben ja den Vorteil, dass man eigenständig Lehre anbieten kann und Dissertationen begutachten kann. Ich kann mir gut vorstellen, im Rahmen eines künftigen Masterlehrgangs des neuen Fachs Umweltingenieurwesen eine umfassende Vorlesung über Hydrographie zu halten, in der sowohl Sonarverfahren als auch optische Methoden behandelt werden sollen.

**Wie oft sind Sie außerhalb des Ungebäudes im Dienst? Nehmen Sie selbst an Messflügen teil?**

Ich bin tatsächlich öfters im Außendienst, sitze dann allerdings eher nicht im Flugzeug, sondern organisiere Messkampagnen. Zu einem großen

Teil beschäftige ich mich mit Projekten mit unbemannter Luftfahrt, also mit UAV. Beim UAV-Laserscanning nutzen wir etwas größere Drohnen, da braucht es ein wenig Administration vor Ort. Seit einem Jahr gibt es endlich Systeme für bathymetrisches Laserscanning am UAV. Im August letzten Jahres konnte ich eine Messkampagne mit den RIEGL-Systemen organisieren. Wenn ich draußen bin, geht es auch viel um Ground Truth, also um Kontrollvermessungen, da waten wir noch durch den Fluss oder sitzen in einem Boot, das wir an Seilen halten, um Referenzmessungen mit dem Lotstock vorzunehmen, mit denen wir all unsere laserbathymetrischen oder stereophotogrammetrischen Messungen überprüfen können.

**Wir hätten dieses Interview auch über ein ganz anderes Thema führen können – nämlich über Musik. Sie waren Sängerknabe und sind ausgebildeter Chorleiter. Mögen Sie uns einen Einblick geben?**

Zwei Seelen wohnen, ach, in meiner Brust. Ich habe lange gehadert, wollte mich nicht entscheiden zwischen Geodäsie und Musik. Als 1995 unser ältester Sohn auf die Welt kam, musste eine Entscheidung her. Seither ist die Geodäsie der Beruf für den Broterwerb. Musik wäre aber eine ernsthaftere Option gewesen. Und ich beschäftige mich bis heute mit ihr. Meine musikalische Ausbildung hat bei den Melker Sängerknaben begonnen, deren Hauptaufgabe die Kirchenmusik ist. Während des Studiums habe ich dann in Chören in Wien gesungen mit Auftritten in den großen Konzerthäusern und dann auch auf der Musikuni eine Chorleiterausbildung absolviert. Das habe ich einige Jahre als Chorleiterassistent der Wiener Singakademie auch semiprofessionell ausgeübt. Mit einem Kollegen habe ich dann im Jahr 2000 ein Vokalensemble gegründet, das ensemble 15.21, das aus acht Sängerinnen und Sängern besteht. Seit 20 Jahren arbeiten wir kontinuierlich zusammen. Spezialisiert haben wir uns auf alte Musik ab dem 15. Jahrhundert, da sprechen wir von Renaissance- und Barock-Musik, und auf zeitgenössische Musik, dafür steht die 21 in unserem Namen

**Was würden Sie gerne besser können?**

Meine Talente sind ganz eindeutig in der Breite. Frei nach Nietzsche: Man sehnt sich immer nach dem, was man nicht hat. Jemand, der breit aufgestellt ist, sehnt sich nach Tiefe. Ich würde gerne in allen theoretischen Aspekten noch viel tiefer drinstecken. Doch dafür fehlt mir die Zeit.

**Was wissen Sie, ohne es beweisen zu können?**

Superspannend finde ich die Frage der Fragen über den Ursprung des Lebens. Wann hat alles begonnen? »Warum ist überhaupt Seiendes und nicht vielmehr Nichts?«, wie Heidegger es formuliert hat. Gibt es Gott? Mit diesen Fragen beschäftige ich mich vor allem auch aus naturwissenschaftlicher Perspektive. Jedoch habe ich auf diese Fragen keine Antwort. Was ich aber weiß, ist, dass unserer Welt etwas mehr Empathie gut täte. //