

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 117 (2019)

Heft: 10

Artikel: Flussvermessung : innovation und doch der Tradition verpflichtet =
Mensuration des cours d'eau : innover tout en respectant la tradition

Autor: Gattlen, N. / Jeanguenat, B.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-864693>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 11.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Flussvermessung: innovativ und doch der Tradition verpflichtet

Seit über 150 Jahren werden in der Schweiz Flüsse vermessen und Querprofile erstellt. Neue Techniken wie Laserscanning oder der Einsatz von Fächerecholoten ermöglichen heute auch flächenhafte Vermessungen. Damit liefern sie eine wichtige Grundlage für die Gefahrenbeurteilung sowie für Planungen von Massnahmen zu Hochwasserschutz und Revitalisierung.

N. Gattlen, B. Jeanguenat

Am 22. März 2018 kreist eine Cessna des Typs «Turbo Stationair» im Luftraum bei Brugg (AG) auffallend langsam und auf konstanter Höhe rund 700 Meter über dem Boden. Das Kleinflugzeug ist auf einer besonderen Mission: Es vermisst mit einem Laserscanner den Uferbereich der Aare zwischen Brugg und dem flussabwärts gelegenen Vogelsang und nimmt gleichzeitig Luftbilder auf. Dazu ist die Cessna leicht modifiziert und mit speziellen Navigationsinstrumenten ausgerüstet. Eigentlich hätte das Flugzeug bereits einige Wochen früher über dem «Wasserschloss der Schweiz» unterwegs sein sollen. Denn damals waren die Wasserstände etwa einen Meter tiefer, und grössere Teile des Ufers lagen offen. Doch das schlechte Wetter machte den Vermessern einen Strich durch die Rechnung. Nun müssen sie zusätzliche Erhebungen vornehmen, um eine vollständige Aufnahme der Aare auf dem 4,7 Kilometer langen Abschnitt erstellen zu können. Während die Aufnahmen aus dem Flugzeug die Uferzone abdecken, erfassen die für später geplanten Fächerecholot-Messungen von einem Boot aus den Bereich unter Wasser. Dazwischen wird jedoch eine Lücke klaffen, weil das Boot nicht nahe genug am Ufer fahren kann. Deshalb werden Fachleute die Tiefen in diesem Grenzbereich mit terrestrischen Methoden wie beispielsweise dem Theodoliten mit elektronischer Distanzmessung ermitteln. Dank der Kombination dieser Verfahren können die Ingenieure schliesslich eine

umfassende Topografie des Flusses erstellen, die bei herkömmlichen Querprofilmessungen eine sehr grosse Anzahl Profile in engen räumlichen Abständen erfordern würde. Dies ist jedoch nicht mehr wirtschaftlich, denn bei solchen Aufnahmen beschränkt man sich auf Querschnitte, die meist im Abstand von etwa 200 Metern erhoben werden.

Einst mit Messdraht und Messlatte

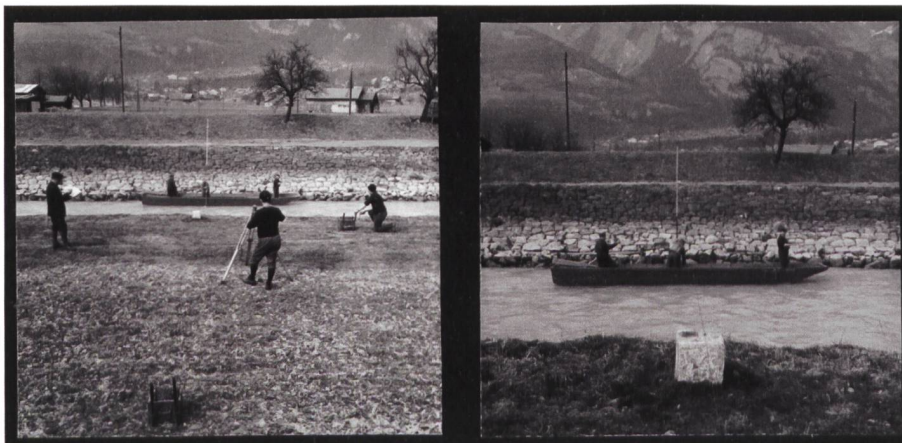
Bereits 1868 begannen die Behörden in der Schweiz mit der systematischen Vermessung grösserer Fließgewässer. Damals wurde noch mit Messdraht und Messlatte gearbeitet. Im frühen 20. Jahrhundert bestand für die Aufnahme der Querprofile eine eigens dafür zusammengestellte Arbeitsequipe. Inzwischen hat sich vieles verändert: Einerseits erfolgt die Vermessung heute im Auftrag des BAFU durch spezialisierte Büros, andererseits stehen den Vermessern moderne technische Hilfsmittel – wie Tachymeter, Echolot

oder satellitengestützte Verfahren – zur Verfügung.

Wozu aber vermessen wir unsere Flüsse? «Im Vordergrund steht die Sicherheit der Menschen und ihrer Güter», erklärt Bertrand Jeanguenat von der Sektion Risikomanagement beim BAFU. Schon vor langer Zeit war man sich bewusst, dass die Gewässer natürlichen Veränderungen unterliegen. Angesichts der grossen Flusskorrekturen im 18. und 19. Jahrhundert war zudem klar, dass solche Eingriffe die Morphologie oder Struktur der Fließgewässer stark umgestalten. Diese Veränderungen waren gewollt, und so wurde auch versucht, sie mit den damaligen Möglichkeiten abzuschätzen. Doch weil das Wissen und damit die Güte der Vorhersagen begrenzt waren, ging man dazu über, die Auswirkungen systematisch zu beobachten. Das «Monitoring» sei also keine neue Erfindung, sagt Bertrand Jeanguenat. Es zeuge vielmehr von der Verantwortung und Sorgfalt, die bereits frühere Generationen an den Tag legten.

Berechnungsmodelle verbessern

Mithilfe der Vermessungsdaten lassen sich auch die morphologischen und hydrologischen Vorgänge besser verstehen. Was passiert, wenn ein Flussufer verbaut wird? Wie verändert sich die Sohle bei Hochwasser oder bei Wasserentnahmen? Die Wissenschaft nutzt solche Daten, um ihre Berechnungsmodelle stetig zu optimieren. Deren Nutzen ist vielfältig: Sie dienen zu kurzfristigen Hochwasserpro-



gnosen, zur Erstellung von Gefahrenkarten, zur Planung von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten oder zur Langzeitvorhersagen bezüglich der Auswirkungen von grösseren Bauvorhaben. Zuständig für den Hochwasserschutz und für Revitalisierungen sind die Kantone. Somit obliegt ihnen auch die Überwachung der Gewässer. Der Bund unterstützt sie aber dort, wo ein gesamtschweizerisches Interesse besteht, etwa bei grossen Flüssen, die mehrere Kantone durchqueren, oder bei internationalen Fließgewässern. Dabei erfolgt die Vermessung in der Regel alle zehn Jahre oder nach bedeutenden morphologischen Veränderungen. «In den Flüssen gibt es auch kurzfristige Veränderungen, die etwa ein einziges, starkes Hochwasser verursachen kann», erklärt Bertrand Jeanguenat. «Daneben aber finden sehr langsame Veränderungen statt wie beispielsweise Eintiefungen um wenige Millimeter pro Jahr. Vor allem diese Vorgänge bedingen eine Beobachtung über ausgedehnte Zeiträume.»

Zeitreihen erfassen langsame Veränderungen

Dank solcher Zeitreihen lassen sich morphologische Entwicklungen wie Auflandungen oder Eintiefungen erkennen. Dadurch ist es möglich, deren Auswirkungen auf die Stabilität von wasserbaulichen Schutzbauten oder auf die Abflusskapazität zu beurteilen. Sie dienen zudem als Basis für die Berechnung der Geschiebefrachten. So kann beispielweise eine Eintiefung der Sohle darauf hindeuten, dass sich weniger Kies und Steine über die Gewässersohle bewegen – etwa als Folge fehlender Materialzufuhr. Eine solche Entwicklung vermag die Lebensräume von Tieren und Pflanzen zu beeinträchtigen. Anhand der Sohlenhöhe des Gerinnes lässt sich zudem beurteilen, ob und wie sich der Grundwasserspiegel ändert. In Feuchtgebieten kann eine zunehmende Eintiefung eine Aue komplett vom Gewässersystem abkoppeln. Langzeitdaten sind also in vielerlei Hinsicht nützlich. Allerdings erfordern sie strategi-

sches Kalkül: «Bei Beobachtungen über so lange Zeiträume besteht eine grosse Herausforderung darin, die über Epochen hinweg erhobenen und aufbereiteten Daten miteinander vergleichen zu können», erklärt Bertrand Jeanguenat. Dies sei gar nicht so einfach, weil sich immer wieder neue Techniken und Methoden aufdrängten. Dazu zählen beispielsweise das jüngst in Brugg eingesetzte Laserscanning und das Multibeam-Fächerecholot, ein Gerät zur elektroakustischen Messung von Wassertiefen mittels Schallwellen. Sie generieren eine riesige Fülle an Daten – wobei «mehr» nicht zwingend «besser» ist. «Für die meisten Fragestellungen reicht auch heute noch eine Information alle 200 Meter», sagt Bertrand Jeanguenat. Sinnvoll sei eine flächenhafte Vermessung, wenn eine hohe räumliche Information nötig sei, sofern sie kostengünstiger ausfalle oder wenn aus technischen Gründen nur diese Methode brauchbare Daten liefern könne – so zum Beispiel in Flüssen mit permanent grösseren Wassertiefen.

Drohnen und ferngesteuerte Boote

Die Datenerfassung in Brugg war eine Art Testlauf. Sie dient der Absicherung von neu erarbeiteten technischen Standards für die Vermessung von Fließgewässern. Bewähren sich diese, lässt sich das Verfahren auch an ähnlichen Flüssen anwenden. Allerdings sind solche Messungen anspruchsvoll, und der Markt dafür ist relativ klein. Deshalb besteht nur ein begrenztes Angebot für Aufnahmen mittels Laserscanning per Flugzeug und Multibeam-Fächerecholot. So mussten die mit der Messung in Brugg betrauten Fachleute das eingesetzte Boot – mit fest montierten und präzise geeichten Instrumenten – eigens aus Holland besorgen. Teilweise werden für solche Messungen auch Drohnen und ferngesteuerte Boote genutzt.

Im Auge behält die zuständige BAFU-Sektion auch neue Laserscanverfahren wie das so genannte Bathymetrische Lidar. Dabei wird neben dem herkömmlichen

Infrarotlaser ein «grüner Laser» verwendet, der das Wasser bis auf die ungefähr eineinhalbfache Sichttiefe durchdringen kann. Allerdings reduzieren Trübungen und Lufteinschlüsse die Eindringtiefe, weshalb dieser Technik in den relativ turbulenten alpinen Gewässern Grenzen gesetzt sind. «Technische Innovationen können sehr nützlich sein», sagt Bertrand Jeanguenat, «genauso wichtig aber ist ein effizientes Management der Daten, die über Jahrzehnte und Jahrhunderte anfallen.» Da bewährt sich oft der Grundsatz «keep it simple».

Links:

BAFU: Naturgefahren: Flussvermessung: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/naturgefahren--flussvermessung.html>

OFEV: Dangers naturels: Mensuration des cours d'eau: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/info-specialistes/situation-de-danger-et-utilisation-du-territoire/donnees-de-base-sur-les-dangers/dangers-naturels--mensuration-des-cours-d-eau.html>

BAFU: Gewässernetz der Schweiz: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/gewaessernetz-der-schweiz.html>

OFEV: Réseau hydrographique suisse: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/etat/cartes/reseau-hydrographique-suisse.html>

SRF-Video: Vermessung des Bodensees: <https://www.srf.ch/play/tv/schweiz-aktuell/video/hightech-ueber-dem-bodensee?id=50b3a526-8eae-4ab2-855d-f8d43d2805f8>

Nicolas Gattlen
Bertrand Jeanguenat
Sektion Risikomanagement BAFU
bertrand.jeanguenat@bafu.admin.ch

Mensuration des cours d'eau: innover tout en respectant la tradition

Depuis plus de 150 ans, les cours d'eau suisses font l'objet de relevés et de profils en travers. Des nouvelles techniques comme le balayage laser ou l'utilisation d'échosondeurs multifaisceaux permettent désormais d'effectuer des relevés de surface. Ces mesures constituent une base importante pour l'évaluation des dangers et pour la planification des mesures de revitalisation et de protection contre les crues.

Da oltre 150 anni in Svizzera si provvede a misurare i fiumi e ad allestire profili trasversali. Le nuove tecniche – come il laserscanning o l'utilizzo di ecoscandagli – offrono oggi la possibilità di effettuare anche le misurazioni della superficie che sono un presupposto fondamentale per la valutazione dei pericoli nonché per la rivitalizzazione e la pianificazione delle misure di protezione.

N. Gattlen, B. Jeanguenat

Le 22 mars 2018, un Cessna de type «Turbo Stationair» survole Brugg (AG) particulièrement lentement à une altitude constante d'environ 700 mètres du sol. Le petit avion est en mission spéciale: au moyen d'un scanner laser, il mesure les berges de l'Aar entre Brugg et Vogelsang, en aval, tout en prenant des photos aériennes. Pour remplir sa mission, le Cessna a été légèrement modifié et équipé d'instruments de navigation spéciaux. En fait, l'avion aurait dû survoler le «château d'eau de la Suisse» quelques semaines plus tôt, alors que le niveau des eaux se situait environ un mètre plus bas et que de plus grandes parties des rives étaient découvertes. Mais le mauvais temps n'a pas permis d'effectuer les mesures prévues. C'est pourquoi des relevés supplémentaires doivent maintenant être effectués afin de pouvoir disposer d'une vue d'ensemble de l'Aar sur ce tronçon de 4,7 kilomètres. Alors que les vues aériennes couvrent les rives, les mesures de l'échosondeur multifaisceaux prévues ultérieurement permettront de couvrir la zone immergée à partir d'un bateau. Cependant, toutes les zones ne pourront pas être couvertes, car le bateau ne peut

pas se déplacer assez près de la rive. Les experts emploieront donc des méthodes terrestres, en utilisant par exemple un théodolite électronique, afin de déterminer les profondeurs dans cette zone limitée.

La combinaison de ces méthodes permettra aux ingénieurs de créer une topographie complète de la rivière, un travail qui, en cas de relevés classiques d'un profil en travers, nécessiterait un très grand nombre de profils à des distances rapprochées. Une méthode qui n'est plus rentable, les images se limitant à des coupes transversales généralement effectuées tous les 200 mètres environ.

Autrefois avec fil et mire

Les autorités suisses ont commencé à mesurer systématiquement les grands cours d'eau dès 1868. À cette époque, on se servait encore de fil de mesure et d'une mire. Au début du 20^e siècle, une équipe était spécifiquement chargée de l'enregistrement des coupes transversales. Depuis, les choses ont bien changé: d'une part, les mesures sont désormais réalisées par des bureaux spécialisés mandatés par l'OFEV, et d'autre part, les géomètres disposent de moyens techniques modernes tels que les tachy-

mètres, les échosondeurs et les méthodes par satellite.

Mais pourquoi mesurons-nous nos cours d'eau? «Notre préoccupation première est la sécurité des individus et de leurs biens», explique Bertrand Jeanguenat de la section Gestion des risques de l'OFEV. On sait depuis très longtemps que les cours d'eau sont soumis à des fluctuations naturelles. Des importantes corrections fluviales ont également été réalisées aux 18^e et 19^e siècles, et il était évident que ces interventions conduiraient à des modifications considérables de la morphologie ou de la structure des cours d'eau. Ces changements étaient délibérés et on a tenté de les évaluer au mieux avec les moyens de l'époque.

Mais comme les connaissances, et donc la qualité des prévisions, étaient limitées, il a été décidé d'observer systématiquement les effets de ces interventions. Le «monitoring» n'est donc pas une invention nouvelle, explique Bertrand Jeanguenat. Il témoigne plutôt de la responsabilité et de la diligence dont ont fait preuve les générations précédentes.

Améliorer les modèles de calcul

Les données de mesures peuvent également être utilisées pour mieux comprendre des processus morphologiques et hydrologiques. Que se passe-t-il si une berge est obstruée? Comment le lit de la rivière se modifie-t-il en cas de crue ou de prélèvements d'eau? La science utilise ces données pour optimiser en permanence ses modèles de calcul. Leur utilité est multiple: prévoir les crues à court terme, établir des cartes des dangers, planifier des projets de revitalisation et de protection contre les crues ou encore prévoir les effets à long terme de grands projets de construction.

Les cantons sont responsables de la protection contre les crues et de la revitalisation. La surveillance des cours d'eau leur incombe donc également. Toutefois, la Confédération les soutient lorsqu'il existe un intérêt national, par exemple dans le cas de grands fleuves traversant plusieurs



cantons ou de cours d'eau internationaux. En règle générale, les mesures sont effectuées tous les dix ans ou après des changements morphologiques importants. «Les cours d'eau sont parfois sujets à des changements à court terme, qui peuvent être causés par une seule crue majeure», explique Bertrand Jeanguenat. «Mais il y a aussi des changements très lents, comme un creusement de quelques millimètres par année. Ce sont avant tout ces processus qui exigent une observation qui s'étend sur de longues périodes».

Les séries chronologiques, témoins des évolutions lentes

Ces séries chronologiques permettent d'identifier des développements morphologiques tels que des atterrissements ou des creusements. On peut ainsi évaluer les effets de ces développements sur la stabilité des ouvrages de protection hydrauliques ou sur la capacité d'écoulement du cours d'eau. Ces séries servent également de base pour le calcul de la charge de fond. Ainsi, un creusement du lit peut indiquer que la quantité de graviers et de pierres se déplaçant sur le lit du cours d'eau a diminué, par exemple en raison d'un manque d'apport de matière, une évolution qui peut nuire à

l'habitat des animaux et des plantes. La cote du fond du lit du cours d'eau peut également être utilisée pour évaluer si et comment le niveau de la nappe phréatique change. Dans les milieux humides, l'augmentation du creusement peut déconnecter complètement une zone alluviale du réseau hydrographique.

Les données à long terme sont donc utiles à bien des égards. Elles nécessitent cependant un calcul stratégique: «lorsque l'on conduit des observations sur de si longues périodes, pouvoir comparer les données collectées et traitées à différentes époques représente un défi complexe», note Bertrand Jeanguenat. Les nouvelles techniques et méthodes qui sont régulièrement apparues ne rendent pas la tâche plus facile. C'est le cas, par exemple, du scanner laser et de l'échosondeur multifaisceaux, un dispositif de mesure électroacoustique de la profondeur de l'eau par ondes sonores, récemment utilisés à Brugg. Ces dispositifs génèrent une immense quantité de données – en sachant que «plus» n'est pas nécessairement «mieux». «Aujourd'hui encore, récolter une information tous les 200 mètres suffit à répondre à la plupart des questions qui se posent», explique Bertrand Jeanguenat. Il est judicieux d'effectuer une mesure de toute la surface si une information spatiale détaillée est nécessaire, si elle est moins coûteuse ou

si, pour des raisons techniques, seule cette méthode permet d'obtenir des données utiles – par exemple dans les cours d'eau où la profondeur de l'eau est toujours importante.

Drones et bateaux télécommandés

La collecte de données à Brugg était une sorte de test qui doit permettre de valider les nouvelles normes techniques pour la mensuration des cours d'eau. Si cette méthode s'avère efficace, elle pourra être appliquée à des cours d'eau similaires à l'avenir. Cependant, de telles mesures sont exigeantes et le marché est relativement restreint. C'est pourquoi l'offre de photos par balayage laser par avion et par échosondeur multifaisceaux reste limitée. Ainsi, les experts chargés des mesures à Brugg ont dû se procurer le bateau utilisé – équipé d'instruments fixes calibrés avec précision – aux Pays-Bas. Dans certains cas, des drones et des bateaux télécommandés sont également utilisés pour ces mesures.

La section compétente de l'OFEV surveille également les nouvelles méthodes de balayage laser telles que le LIDAR bathymétrique. En plus du laser infrarouge conventionnel, on utilise alors un «laser vert» qui peut pénétrer dans l'eau jusqu'à environ une fois et demie la profondeur visuelle. Cependant, la turbidité et les poches d'air réduisent la profondeur de pénétration, ce qui limite l'usage de cette technologie dans les eaux alpines relativement turbulentes. «Les innovations techniques peuvent être très utiles, relève Bertrand Jeanguenat, mais la gestion efficace des données accumulées au fil des décennies et des siècles est tout aussi importante». Le principe «keep it simple» fait souvent ses preuves.

Nicolas Gattlen
Bertrand Jeanguenat
Section Gestion des risques OFEV
bertrand.jeanguenat@bafu.admin.ch