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: 119 (2021)

Heft: 1-2

Artikel: Erosionsbestimmungen aus Luftbilddaten in Auenschutzgebiet Schäffäuli TG = Determinazione dell'erosione da fotografie aeree nella zona di protezione della pianura alluvionale di Schäffäuli TG

Autor: Hilfiker, Krvin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-976766

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

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

Erosionsbestimmung aus Luftbilddaten im Auenschutzgebiet Schäffäuli TG

Das Schäffäuli ist ein Auenschutzgebiet von nationaler Bedeutung an der Thur, einem Fluss, der durch die Ostschweiz verläuft. Durch die regelmässig ändernden Pegelstände und Naturereignisse wie Hochwasser verändern sich diese Gebiete über die Zeit. Diese Veränderung wird mittels modernster Drohnenvermessungstechnologie dokumentiert und analysiert. Seit 2014 wird das Schäffäuli durch die geotopo ag jährlich mindestens einmal im Auftrag des Amts für Umwelt des Kantons Thurgau beflogen. Aus den Luftbilddaten werden ein hochaufgelöstes Orthophoto und eine Punktwolke erzeugt. Daraus wird die Abrisskante vektorisiert abgeleitet und das Erosionsverhalten jährlich fachmännisch analysiert. Jedes Jahr wird im Schäffäuli die Fläche, vergleichbar mit der Grössenordnung eines halben Fussballfeldes, abgetragen. Werden durch die natürliche Erosion bestimmte Perimeter überschritten, werden zweckmässige Uferbaumassnahmen realisiert. Ein Erfolgsmodell, welches nachfolgend genauer zum Ausdruck gebracht wird.

K. Hilfiker

Die Thur, Namensgeberin des Ostschweizer Kantons Thurgau, ist ein 135 Kilometer langer Fluss, welcher bei Flaach in den Rhein mündet. Knapp 60% des direkt angrenzenden Einzugsgebiets ist landwirtschaftliche Fläche, welche bei starken Regenfällen nicht selten örtlich kontrolliert überflutet wird. Dadurch wird sichergestellt, dass angrenzendes Siedlungsgebiet vom Hochwasser verschont bleibt. Der Flussverlauf innerhalb des Kantons Thurgau ist oft sehr geradlinig. Vor dem Übergang in den Kanton Zürich macht die Thur auf der Höhe der Gemeinde Neunforn einen leichten Linksknick. Diese Stelle, besser bekannt unter dem Namen Schäffäuli, ist seit 2002 ein Auenschutzgebiet von nationaler Bedeutung (Abb. 1).

Drohnenvermessung

Worin liegt nun die vermessungstechnische Herausforderung? Durch den regelmässig wechselnden Pegelstand und Naturereignisse wie Hochwasser verändern sich diese Auengebiete über die Zeit stark. Dank hoher Effizienz und der Möglichkeit, ein grossflächiges Gebiet innerhalb von sehr kurzer Zeit vollumfänglich zu dokumentieren, kommt modernste Drohnenvermessungstechnologie zum Einsatz. Das Gebiet Schäffäuli und weitere Auenschutzgebiete werden deshalb seit 2014 jährlich sowie nach Hochwassersituationen mit viel Geschiebewirkung durch die geotopo ag im Auftrag des Amts für Umwelt des Kantons Thurgau beflogen. Zum Einsatz kommt dabei eine Gleiterdrohne aus dem Hause senseFly, welche mit einem RTK-Sensor ausgestattet ist. Zusätzlich zu den präzisen Bildpositionsdaten werden zur Kontrolle vor dem Drohnenflug Passpunkte auf bekannten Punkten signalisiert, um die Georeferenzierung über mehrere Jahre zu gewährleisten. Die Drohnenbefliegungen finden jeweils bei niedrigem Wasserstand statt. Zum einen ist so mehr direkt sichtbare Information vorhanden und zum anderen sind die Daten zwischen den Jahren inhaltlich besser vergleichbar.

Wofür werden die Drohnenbilder verwendet? Aus den Luftbildern werden mittels photogrammetrischer Berechnungsmethode ein hochaufgelöstes Orthophoto sowie eine dichte Punktwolke erzeugt. Anhand dieser abgeleiteten dreidimensionalen Daten wird beidseitig die Abrisskante als vektorisierte Polylinie digitalisiert. So wird die zeitliche Veränderung des Flussverlaufs sichtbar und greifbar gemacht. Dank diesen Daten lässt sich bestimmen, ob eher ein Beschleunigungs- oder Beruhigungseffekt zu sehen ist. Um die zeitliche Veränderung noch besser abbilden und analysieren zu können, wurden auch kantonale Orthobilder vor 2014 miteinbezogen. Die vektorisierten Abrisskanten dieser Zustän-

Abb. 1: Schäffäuli, seit 2002 Auenschutzgebiet von nationaler Bedeutung.
Fig. 1: Schäffäuli, zona di protezione delle pianure alluvionali di importanza nazionale dal 2002.

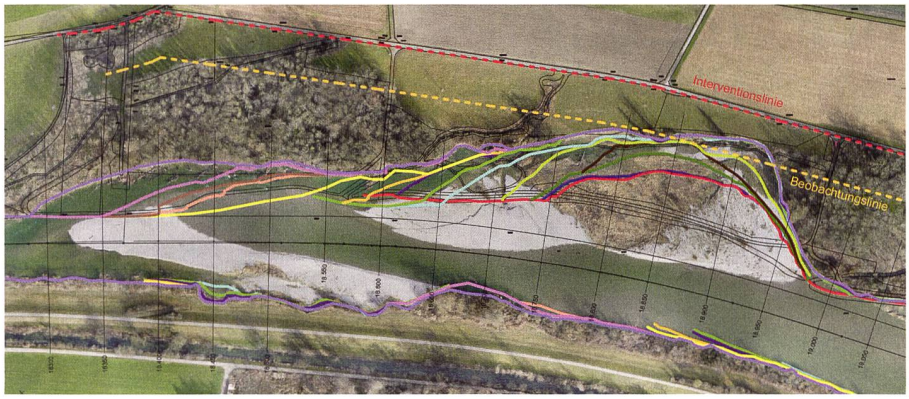

Abb. 2: Erodierte Landfläche: orange Linie = Beobachtungslinie; rote Linie = Interventionslinie.
Fig. 2: Area di terreno erosi: linea arancione = linea di osservazione; linea rossa = linea di intervento.

de sind zwar etwas ungenauer, reichen aber vollkommen aus, um eine fachmännische Aussage über das grobe Erosionsverhalten zu machen. Weiter kann man so Prognosen erstellen, welche Folgen ein Hochwasser einer bestimmten Gefahrenstufe mit sich bringen würde.

Erosionsentwicklung

Da das Auengebiet nicht unerschöpflich ist und die erodierte Landfläche teilweise in privatem Grundstücksbesitz ist, wurde definiert, ab welchem Zustand die Situation schärfer beobachtet (orange Linie = Beobachtungslinie) und ab welchem Zeitpunkt interveniert (rote Linie = Interventionslinie) werden muss (Abb. 2). Ein behördenverbindliches Erfolgsmodell, wie sich 2015 und in den Folgejahren zeigte. Durch diese klaren Verhältnisse für alle Beteiligten konnten vor gut fünf Jahren zweckmässige Uferbaumassnahmen in Form von Leitwerken eingeleitet und realisiert werden. So konnte im Gebiet Schäffäuli eine deutlich wechselnde Erosionsentwicklung herbeigeführt werden. War die Erosion bis zirka 2015 tendenziell quer zur Fliessrichtung, änderte sich dies nach den Massnahmen zu einer hauptsächlichen Erosion entlang zur Fliessrichtung der Thur. Wurden im Jahr 2011 noch rund 17 m quer zur Fliessrichtung und insgesamt 2700 m² abgetragen, konnte diese Entwicklung nach den Massnahmen erfolgreich zum Stillstand gebracht werden. Der Uferabtrag findet nun weiter flussabwärts statt.

Im Jahr 2019 wurden rund 65 Meter entlang des rechten Flussufers und total 4200 m² bestockte Fläche erodiert, was einer Fläche von mehr als einem halben Fussballfeld entspricht. Die vom Wasser abgetragene Fläche variiert stark von Jahr zu Jahr und ist primär abhängig von Hochwasserereignissen. Doch auch die Bodenbeschaffenheit und wie stark bestockt oder bewaldet die Uferfläche ist, sind wichtige Faktoren. In den letzten Jahren gab es keine extremen Hochwassersituationen, die signifikant von der durchschnittlichen Abflussmenge der Jahreshochwasser abgewichen sind. Diese tendenziell zunehmenden Naturgefahrenereignisse führen unweigerlich zu wesentlich mehr Erosion, was in einem Auenschutzgebiet jedoch in gewissem Mass durchaus erwünscht ist.

Für die Verfeinerung der hydrologischen Modelle rund um die Thur werden bei Hochwassersituationen zusätzlich Aufnahmen des maximalen Überflutungsperimeters getätigt. Diese werden terrestrisch ausgeführt oder wenn es das Wetter innerhalb von ein paar Tagen nach der Pegelspitze zulässt, ergänzend mittels Drohnenaufnahmen dokumentiert. Die Untersuchung dieser dynamischen hydrologischen Situation ist wichtig, um abhängig von der Wasserstand-Prognose des Hydrodaten-Monitorings des Bundesamts für Umwelt besser abschätzen zu können, welche Gebiete wie weit überflutet werden. Je nach empirischer und prognostizierter Abflussmenge werden die örtlichen Feuerwehren automatisch aufgeboten, Teile der Thurufer abzusperren oder Landwirte werden mittels SMS-Alarm informiert, ihr Vieh entlang der Thur von der Weide zu holen und in Sicherheit zu bringen.

Datenerfassung, Dateninterpretation, 4D-Simulation

Die Herausforderung bei diesem spannenden, langjährigen Projekt liegt weniger in der Datenerfassung aus der Luft, sondern viel mehr in der Dateninterpretation. Der Auftraggeber profitiert von einer kostengünstigen Erfassung und einer grösstenteils automatisierten Auswertungsmethode, die als Resultat ein fotorealistisches Produkt liefert, welches klare Verhältnisse schafft. Grundsätzlich hält man sich damit auch die Option offen, mittels Punktwolke oder texturierter Vermaschung weitere Auswertungen oder Visualisierungen vornehmen zu können. Mit diesen tollen Datengrundlagen wäre beispielsweise eine 4D-Simulation problemlos realisierbar und sicherlich enorm eindrücklich.

Die nächste Befliegung ist noch vor dem Frühling 2021 wieder fest eingeplant. Dies, um kürzlich erfolgreich gesichtete Vogelarten wie der Flussregenpfeifer während der Brutzeit nicht zu stören. Diese Vögel nisten in den neu entstandenen Kiesbänken und sind ein sehr positives Zeichen und der wohl grösste Lohn für eine erfolgreiche Flussrevitalisierung. Bleibt zu hoffen, dass Drohnenflüge wie diese auch zukünftig mit strengerer Regulierung möglich sein werden. Mehr dazu wird demnächst in der «Geomatik Schweiz» in einem Artikel der Allianz für eine vernünftige Drohnenregulierung publiziert.

Kevin Hilfiker
BSc. in Geomatik FHNW
Verantwortlicher Drohnenvermessung
geotopo ag
Breitenstrasse 16
CH-8501 Frauenfeld
kevin.hilfiker@geotopo.ch

Determinazione dell'erosione da fotografie aeree nella zona di protezione della pianura alluvionale di Schäffäuli TG

Lo Schäffäuli è una zona di protezione delle pianure alluvionali d'importanza nazionale sulla Thur, un fiume che attraversa la Svizzera orientale. A causa del regolare cambiamento del livello dell'acqua e di eventi naturali come le inondazioni, queste aree cambiano nel tempo. Questo cambiamento viene documentato e analizzato con l'ausilio della più moderna tecnologia di rilievo dei droni. Dal 2014, lo Schäffäuli viene pilotato da geotopo sa almeno una volta all'anno su incarico dell'Ufficio dell'ambiente del Canton Turgovia. Dai dati delle foto aeree vengono generate un'ortofoto ad alta risoluzione e una nuvola di punti. Da ciò, il margine di erosione è derivato in forma vettoriale e il comportamento erosivo è analizzato con competenza su base annuale. Ogni anno nello Schäffäuli viene erosa un'area paragonabile alle dimensioni di mezzo campo da calcio. Se l'erosione naturale supera determinati perimetri, vengono attuate misure adeguate per la costruzione di banche. Un modello di successo, che viene espresso più dettagliatamente qui di seguito.

Le lieu-dit Schäffäuli est une zone alluviale protégée d'importance nationale sur la Thur, une rivière qui traverse la Suisse orientale. En raison des variations régulières des niveaux d'eau et des événements naturels tels que les inondations, ces zones changent au fil du temps. Ce changement est documenté et analysé à l'aide d'une technologie de pointe de surveillance par drone. Depuis 2014, le Schäffäuli est survolé par geotopo ag au moins une fois par an pour le compte de l'office de l'environnement du canton de Thurgovie. Une orthophoto haute résolution et un nuage de points sont générés à partir des données des clichés aériens. La limite d'érosion est alors dérivée sous forme vectorisée et le comportement de l'érosion est analysé professionnellement sur une base annuelle. Chaque année, une surface comparable à la taille d'un demi-terrain de football est érodée au Schäffäuli. Si l'érosion naturelle dépasse certains périmètres, des mesures appropriées de construction pour sécuriser les berges sont mises en œuvre. Il s'agit d'un modèle réussi, qui est décrit plus en détail ci-dessous.

K. Hilfiker

La Thur, che dà il nome al cantone svizzero orientale della Turgovia, è un fiume lungo 135 km che sfocia nel Reno a Flaach. Quasi il 60% del bacino idrografico direttamente adiacente è costituito da terreni agricoli, spesso inondati localmente in modo controllato durante le forti piogge. In questo modo si garantisce che le aree d'insediamento adiacenti siano risparmiate dalle inondazioni. Il corso del fiume all'interno del cantone di Turgovia è spesso molto rettilineo. Prima di attraversare il Cantone di Zurigo, la Thur compie una leggera curva a sinistra all'altezza del comune di Neunforn. Questo punto, meglio noto come Schäffäuli, dal 2002 è una zona di protezione delle pianure alluvionali di importanza nazionale (fig. 1).

Rilevamento dei droni

Qual è la sfida in termini di rilevamento? A causa del regolare cambiamento del livello dell'acqua e di eventi naturali come le inondazioni, queste aree golenali cambiano notevolmente nel tempo. Grazie all'elevata efficienza e alla possibilità di documentare completamente un'ampia area in brevissimo tempo, viene utilizzata la più moderna tecnologia di rilievo dei droni. La zona di Schäffäuli e le altre zone di protezione delle pianure alluvionali sono state quindi gestite da geotopo sa su incarico dell'Ufficio dell'ambiente del Canton Turgovia ogni anno dal 2014, così come dopo situazioni di alluvione con un elevato carico di detriti. A questo scopo viene utilizzato un drone aliante di senseFly, che è dotato di un sensore RTK. Oltre ai precisi dati di posizione dell'immagine, i punti di controllo vengono segnalati su punti noti prima del volo del drone per garantire la georeferenziazione per diversi anni. I voli dei droni si svolgono sempre a basso livello dell'acqua. Da un lato, ciò fornisce informazioni più direttamente visibili e, dall'altro, i dati sono più comparabili nei contenuti tra un anno e l'altro.

A cosa servono le immagini dei droni? Un'ortofoto ad alta risoluzione e una densa nuvola di punti vengono generate dalle immagini aeree con metodi di calcolo fotogrammetrico. Sulla base di questi dati tridimensionali derivati, il bordo di demolizione è digitalizzato su entrambi i lati come polilinea vettoriale. Questo rende visibile e tangibile il cambiamento del corso del fiume nel tempo. Grazie a questi dati è possibile determinare se è più probabile che si veda un'accelerazione o un effetto calmante. Per poter mappare e analizzare ancora meglio il cambiamento temporale, sono state incluse anche le ortoimmagini cantonali anteriori al 2014. Anche se i bordi di rottura vettoriali di questi stati sono in qualche modo imprecisi, sono completamente sufficienti per fare una dichiarazione esperta sul comportamento dell'erosione grezza. Inoltre, possono essere utilizzati per fare previsioni su quali sarebbero le conseguenze di un'inondazione di un determinato livello di pericolo.

Sviluppo dell'erosione

Poiché la pianura alluvionale non è inesauribile e l'area di terreno eroso è in

parte di proprietà privata, è stato definito in quale punto la situazione deve essere osservata più da vicino (linea arancione = linea di osservazione) e in quale punto è richiesto l'intervento (linea rossa = linea di intervento) (fig. 2). Un modello di successo che è vincolante per le autorità, come è stato dimostrato nel 2015 e negli anni successivi. Grazie a queste chiare condizioni per tutte le parti coinvolte, è stato possibile avviare e attuare da ben 5 anni adeguate misure di costruzione bancaria sotto forma di strutture guida. In questo modo, è stato possibile determinare un chiaro cambiamento nello sviluppo dell'erosione nell'area di Schäffäuli. Mentre fino a circa il 2015 l'erosione tendeva ad essere trasversale alla direzione del flusso, dopo le misure questo si è trasformato in erosione principalmente lungo la direzione del flusso della Thur. Mentre nel 2011 sono stati erosi circa 17 milioni di metri quadrati nella direzione del flusso e un totale di 2700 metri quadrati, questo sviluppo è stato arrestato con successo dopo le misure. L'erosione bancaria si sta ora verificando più a valle. Nel 2019 sono stati erosi circa 65 m lungo la riva destra del fiume e un totale di 4200 m² di superficie di stoccaggio, pari a un'area di oltre mezzo campo da calcio. L'area erosa dall'acqua varia molto da un anno all'altro e dipende principalmente dagli eventi alluvionali. Tuttavia, anche le condizioni del suolo e l'abbondanza di bestiame o di foreste nella zona ripariale sono fattori importanti. Negli ultimi anni non si sono verificati eventi alluvionali estremi che si siano discostati in modo significativo dalla portata media annuale. Questi eventi di pericolo naturale, che tendono ad aumentare, si traducono inevitabilmente in un'erosione sostanzialmente maggiore, ma ciò è in una certa misura auspicabile in una zona di conservazione delle pianure alluvionali.

Per perfezionare i modelli idrologici intorno alla Thur, durante le situazioni di piena vengono effettuate ulteriori registrazioni del perimetro massimo di allagamento. Queste vengono effettuate per via terrestre o, se il tempo lo permette, entro pochi giorni dopo il livello di picco, documentate ulteriormente mediante fotografie di droni. L'indagine di questa situazione idrologica dinamica è importante per poter stimare meglio quali aree saranno allagate e in che misura, a seconda delle previsioni di livello dell'acqua del monitoraggio dei dati idrologici dell'Ufficio federale dell'ambiente. A seconda dello scarico empirico e previsto, i vigili del fuoco locali sono chiamati automaticamente a chiudere parti delle rive della Thur, oppure gli agricoltori sono informati via SMS di allarme per far uscire il bestiame dai pascoli lungo la Thur e portarlo al sicuro.

Raccolta di dati, interpretazione dei dati, simulazione 4D

La sfida in questo eccitante progetto a lungo termine risiede meno nella raccolta di dati dall'aria, ma molto di più nell'interpretazione dei dati. Il cliente beneficia di un'acquisizione dati efficiente in termini di costi e di un metodo di valutazione ampiamente automatizzato, il cui risultato è un prodotto fotorealistico che crea condizioni chiare. In linea di principio, ciò lascia aperta anche la possibilità di effettuare ulteriori valutazioni o visualizzazioni tramite nuvole di punti o mesh testurizzate. Con questa grande base di dati, una simulazione 4D, ad esempio, sarebbe facilmente realizzabile e certamente enormemente impressionante.

La prossima ricognizione aerea è fermamente pianificata prima della primavera del 2021. Questo per evitare di disturbare le specie di uccelli recentemente avvistate con successo come il piviere inanellato durante la stagione riproduttiva. Questi uccelli nidificano nei banchi ghiaiosi appena creati e sono un segno molto positivo e probabilmente la più grande ricompensa per il successo della rivitalizzazione del fiume. Si spera che voli di droni come questo saranno possibili in futuro con una regolamentazione più rigorosa. Ulteriori informazioni in merito saranno pubblicate qui a breve in un articolo tecnico dell'Alliance for Sensible Drone Regulation.

Kevin Hilfiker
Laurea in Geomatica FHNW
Responsabile del rilevamento dei droni
geotopo ag
Breitenstrasse 16
CH-8501 Frauenfeld
kevin.hilfiker@geotopo.ch