

# Graffiti-Dokumentation: Projekt INDIGO

Benjamin WILD<sup>1</sup>, Geert VERHOEVEN<sup>2</sup>, Martin WIESER<sup>3</sup>, Camillo RESSL<sup>1</sup>,  
Johannes OTEPKA-SCHREMMER<sup>1</sup> und Norbert PFEIFER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department für Geodäsie und Geoinformation, Technische Universität Wien ·  
benjamin.wild@tuwien.ac.at

<sup>2</sup>Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie, Wien

<sup>3</sup>Unabhängiger Forscher, Wien

## Zusammenfassung

Kurzlebig und doch allgegenwärtig, bewundert und gehasst, legal und illegal: Graffiti sind polarisierend. Manche sehen in Graffiti schützenswertes kulturelles Erbe, andere Vandalismus. Graffiti sind Teil des öffentlichen Raums und damit Teil unseres öffentlichen Lebens, unserer Gesellschaft. Ganz besonders wird dies an den Wänden des Wiener Donaukanal deutlich, wo die Kreation eines neuen Graffito meist die irreversible Zerstörung eines darunterliegenden Graffitos bedeutet. So verschwinden täglich viele Graffiti unbemerkt und dokumentiert vom Donaukanal. INDIGO, ein Graffiti-zentriertes Forschungsprojekt, versucht dem Rechnung zu tragen und schafft die Basis für eine systematische Dokumentation und Analyse der 13 km langen Graffiti-Landschaft am Donaukanal. Grundlage der Dokumentation bilden zehntausende Fotos, die im Laufe der 2-jährigen Projektphase aufgenommen, prozessiert und in einem digitalen 3D-Modell des Donaukanals dargestellt werden. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über das Projekt INDIGO mit einem Fokus auf die photogrammetrische Auseinandersetzung mit dem Thema Graffiti.

## 1 Einleitung

Oft bestehen sie nur für wenige Stunden oder Tage, bevor sie (teilweise oder komplett) überdeckt werden. Trotzdem sind sie quasi omnipräsent und aus keiner Stadt mehr wegzudenken, geschweige denn zu entfernen – trotz Millionenbeträge, die alleine in Wien in ihre Beseitigung investiert werden (PLATTNER & WETZSTEIN 2021). Ihre Existenz erzürnt, amüsiert, emotionalisiert. Graffiti sind ebenso polarisierend wie vergänglich. Diese Eigenschaften sind mögliche Erklärungen für die bisher spärliche wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Graffiti (ROSS et al. 2017). Interessant dabei ist, dass diese Feststellung lediglich für „moderne“ Graffiti gilt. Die Dokumentation „antiker Graffiti“, besser bekannt als Höhlenmalereien, ist längst etabliert und wirft kaum kritische Fragen auf. Das Graffiti-Dokumentationsprojekt INDIGO (INventory and DIsseminate Graffiti along the dOnaukanal) hat es sich zum Ziel gemacht, wissenschaftliche Sorgfältigkeit in das Thema Graffiti-Dokumentation und Analyse einzuführen (VERHOEVEN et al. 2022). Grundlage dafür bildet eine systematische Dokumentation möglichst aller neuen Graffiti entlang INDIGOs Forschungszone am Wiener Donaukanal. Mit ca. 13 km an besprühten Oberflächen zählt der Donaukanal zu den längsten zusammenhängenden Graffiti-Landschaften weltweit.

Das Ziel von INDIGO ist die Schaffung von spektral, zeitlich und räumlich exakten Graffiti-Aufzeichnungen, die über eine 3D-Online-Plattform frei verfügbar gemacht werden und Wissenschaftler:innen sowie anderen Interessierten einen virtuellen Spaziergang durch Raum und Zeit über den Donaukanal ermöglicht. Diese 3D Plattform wird als Schnittstelle zu allen dokumentierten Graffiti dienen. Für jedes Graffito soll zu diesem Zweck ein hochauflösendes, farbkalibriertes Orthophoto vorliegen. Die automatische Berechnung eines solchen Orthophotos für jedes neu aufgenommene Graffito ist dabei ein Hauptziel von INDIGO.

## 2 INDIGOs foto-geometrisches Modell

Um oben genannte Ziel zu erreichen, benötigt INDIGO ein vollständiges foto-geometrisches Modell des Graffiti-relevanten Teils des Donaukanals. Dieses geometrische „Rückgrat“ erfüllt drei Zwecke:

- Es bildet die Basis für die 3D-Online-Plattform, in der User virtuell über den Donaukanal spazieren können.
- Es dokumentiert den Status quo des Donaukanals und stellt damit einen Startpunkt für alle weiteren Dokumentationsaktivitäten im Rahmen des INDIGO Projekts dar.
- Es bildet die Grundlage für INDIGOs inkrementellen Structure from Motion Ansatz, der die präzise und schnelle Orientierung von neu aufgenommenen Fotos erlaubt (siehe Kap. 3).

Dafür wurden im Herbst 2021 26.700 Fotos mit einer Überlappung von ca. 80 % entlang der untersuchten Teile des Donaukanals gemacht. Diese Bilder wurden in Agisofts Metashape Professional orientiert (Abb. 1a). Um den Bündelblock zu optimieren und das Ergebnis in einem übergeordneten Referenzsystem (EPSG:31256) auszudrücken, wurden knapp 600 Passpunkte an 22 ca. gleichverteilten Passpunkt-„Clustern“ entlang den Graffitiwänden gemessen. Die Residuen dieser Passpunkte nach der Ausgleichung zeigen, dass das abgeleitete Netzwerk eine Genauigkeit von wenigen cm aufweist ( $RMSE_{xyz} = 1,8 \text{ cm}$ ).



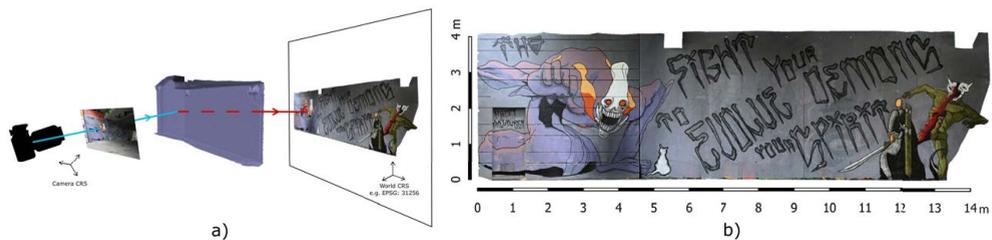
**Abb. 1:** a) Die kolorierte Punktwolke der Verknüpfungspunkte mit den Kameraorientierungen, dargestellt als blaue Rechtecke. Die Grafik wurde übernommen und adaptiert von VERHOEVEN et al. (2022); b) die (RTK) GNSS/IMU-Hardwarelösung (WIESER et al. 2022).

Das Ergebnis ist neben den äußeren und inneren Kameraorientierungen auch eine Punktwolke, bestehend aus ca. 14 Mio. Verknüpfungspunkten, die einerseits die Grundlage des

3D-Modellen und andererseits die Basis für die Orientierung neuer Graffiti-Bilder bildet. Da diese Komplettaufnahme des Donaukanals nur eine Momentaufnahme darstellt und sich große Teile des Donaukanals täglich verändern, wird dieses foto-geometrische Modell regelmäßig teilweise erneuert und einmal jährlich komplett neu aufgenommen.

### 3 Automatisierte Orthorektifizierung

Fotos haben sich als Mittel der Wahl für die Graffiti-Dokumentation etabliert. Die weltweit bedeutendsten und umfangreichsten Graffiti-Archive (z. B. [www.spraycity.at](http://www.spraycity.at), [www.graffiti.org](http://www.graffiti.org)) bauen allesamt auf Bildmaterial auf. Neben den vielen offensichtlichen Vorteilen haben Fotos allerdings häufig das Problem, den räumlichen Kontext, in dem ein Graffito erstellt wurde, nicht ausreichend darzustellen. Außerdem ist es meist nicht möglich, Proportionen des Graffitos richtig abzuschätzen, da die Fotos verschiedenen Verzerrungen unterliegen. Orthorektifizierung der Fotos löst die oben genannte Probleme weitgehend. Orthophotos erlauben einen entzerrten und georeferenzierten Blick auf die Wirklichkeit. Der Prozess zur Erstellung eines Orthophotos ist in Abbildung 2 skizziert und bedarf im Wesentlichen dreier Datensätze: der Kameraorientierung(en), eines 3D-Modell der Graffito-bedeckten Oberfläche und einer Projektionsebene.



**Abb. 2:** a) Schematische Darstellung des Orthorektifizierungsprozesses und b) das resultierende georeferenzierte Orthophoto. Die Grafiken wurden übernommen und adaptiert von WILD et al. (2022).

Die Herausforderung für INDIGO ist die Automatisierung dieses Workflows. Im Zeitraum Jänner-Juli 2022 sammelte das INDIGO Team über 26.000 Graffiti-Fotos. Manuelle Interventionen sind angesichts der großen Bilderanzahl so gering wie möglich zu halten. Dafür entwickelte INDIGO die Software AUTOGRAF (**AUT**omated **Orthorectification** of **GRA**-**Fitti**; WILD et al 2022). AUTOGRAF nimmt mehrere Fotos als Input und orientiert diese (inkrementell) anhand des bestehenden foto-geometrischen Modells. Mittels Multi View Stereo Matching wird ein 3D-Modell basierend auf den orientierten Bildern abgeleitet. Die Projektionsebene wird mittels eines RANSAC-Verfahrens aus der Verknüpfungspunktwolke approximiert. Tests zeigen, dass AUTOGRAF 95 % der getesteten Graffiti zufriedenstellend orthorektifiziert (erreichte Auflösung ca. 1 mm) und georeferenziert. Die Orthorektifizierung eines Graffitos nimmt derzeit, abhängig von den PC-Spezifikationen, ca. 10 Minuten in Anspruch. Nicht zuletzt um den Stromverbrauch zu reduzieren, plant INDIGO die Rechenintensivität in Zukunft erheblich zu reduzieren.

Ein wichtiger Baustein, um dieses Ziel zu erreichen, ist eine im Rahmen von INDIGO entwickelte Real-Time-Kinematic-(RTK-)GNSS/IMU-Hardwarelösung (Abb. 1b; WIESER et al. 2022). Dieses Gerät wird an der Oberseite der Kamera angebracht und empfängt GNSS-Korrekturdaten von EPOSA (Echtzeit-Positionierung Austria). Zusammen mit der integrierten Inertial Measurement Unit (IMU) können damit zentimetergenaue Kamerakoordinaten für jedes aufgenommene Foto gemessen werden. Dies ermöglicht nicht nur eine starke Einschränkung des Suchraumes für die oben beschriebene inkrementelle Orientierung der neuen Graffiti-Bilder, sondern kann auch als unabhängige Ersatzlösung für die Orthorektifizierung verwendet werden, wenn der inkrementelle Ansatz kein Ergebnis liefert.

## 4 Fazit und Ausblick

INDIGO hat es sich zum Ziel gemacht, die Grundlage für eine systematische Dokumentation und Analyse der Graffiti entlang des Wiener Donaukanals zu schaffen. Dieser Kurzbeitrag behandelte die photogrammetrische Behandlung und Auswertung der Tausenden aufgenommenen Bilder. Zusätzlich zu diesen großteils geometrischen Aspekten der Fotodokumentation beschäftigt sich INDIGO auch intensiv mit vielen anderen graffitibezogenen Fragestellungen, wie z. B. die farbechte Darstellung der Graffiti, die automatische Detektion von neuen Graffiti, die Langzeitarchivierung der gesammelten Aufzeichnungen oder das effiziente Streamen von enormen Datenmengen. Neben all den technischen Herausforderungen sind auch rechtliche und ethische Fragestellungen integraler Bestandteil des interdisziplinären INDIGO-Projekts.

## Literatur

- PLATTNER, G. & IRMGARD, W. (2021): Zwischen Kunst und Vandalismus Graffiti in medialer Debatte und öffentlicher Wahrnehmung. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Wien. [https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2021/02/Graffiti-Kurzbericht-FINAL\\_.pdf](https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2021/02/Graffiti-Kurzbericht-FINAL_.pdf) (24.10.2022).
- ROSS, J. I., BENGTSEN, P., LENNON, J. F., PHILLIPS, S. & WILSON, J. Z. (2017): In search of academic legitimacy: The current state of scholarship on graffiti and street art. In: *Soc. Sci. J.*, 54, 411-419.
- VERHOEVEN, G. J., WILD, B., SCHLEGEL, J., WIESER, M., PFEIFER, N., WOGGIN, S., EYSN, L., CARLONI, M., KOSCHIČEK-KROMBHOLZ, B., MOLADA TEBAR, A., OTEPKA-SCHREMMER, J., RESSL, C., TROGNITZ, M. & WATZINGER, A. (2022): Project INDIGO-Document, disseminate & analyse a graffiti-scape. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 513-520.
- WIESER, M., VERHOEVEN, G. J. & WILD, B. (2022): Acquiring centimetre-accurate camera coordinates in project INDIGO. 3rd Heritage Science Austria Meeting, Vienna, Austria. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7109573>.
- WILD, B., VERHOEVEN, G. J., WIESER, M., RESSL, C., SCHLEGEL, J., WOGGIN, S., OTEPKA-SCHREMMER, J. & PFEIFER, N. (2022): AUTOGRAF – AUTomated Orthorectification of GRAFFiti Photos. In: *Heritage*, 5/2022, 2987-3009.