

Anwendung georeferenzierter Bilddaten bei energetischen Quartiersanalysen

Mara Geske, Alexander Benz, Conrad Völker

*Bauhaus-Universität Weimar, Professur Bauphysik, Coudraystraße 11a, 99423 Weimar,
E-Mail: mara.geske@uni-weimar.de*

Einleitung

Bei Analysen des Gebäudebestands im Quartierskontext werden zu Dokumentationszwecken viele Bilddaten erzeugt. Diese Daten sind im Nachhinein häufig keinen eindeutig genauen Standorten und Blickwinkeln auf das Bauwerk zuzuordnen. Insbesondere gilt dies für Ortsunkundige oder für Detailaufnahmen. Eine zusätzliche Herausforderung stellt die Dokumentation der Aufnahmen von Wärmebrücken- oder Gebäudedetails durch Thermogramme dar, da bei größeren Gebäuden Details meistens an mehreren Stellen auftreten. In der Praxis kommen hier oftmals analoge, fehleranfällige Lösungen zum Einsatz.

Durch die Nutzung von Georeferenzierung kann diese Lücke geschlossen und eine eindeutige Kommunikation und Auswertung gewährleistet werden. Im Gegensatz zu den üblichen Kameras sind Smartphones nach Stand der Technik ausreichend ausgestattet, um neben Daten zu Standort auch die Orientierungswinkel einer Bildaufnahme zu dokumentieren. Die georeferenzierten Bilder können auf Grundlage der in den sogenannten Exif-Daten [1] mitgeschriebenen Informationen in ein bestehendes Quartiersmodell integriert werden. Durch einen automatisierten Prozess der Verbindung aus Quartiersmodell und Bilddaten kann eine qualitativ hochwertige Dokumentation geschaffen werden.

Grundlagen

Zur eindeutigen Zuordnung eines Bildes zu einem Gebäude im Quartier-/Stadtmodell ist die Kenntnis des Aufnahmestandorts sowie der Blickrichtung in ausreichender Genauigkeit notwendig. Im Jahr 2010 wurde durch das Exchangeable image file format (kurz: Exif) ein Standard zur Speicherung von ergänzenden Daten zu Bildern, Tondateien und Videos geschaffen. Durch diese Parameterbibliothek sind die benötigten geometrischen Informationen abgedeckt. [1]

Die Verwendung von dafür geschaffenen Applikationen auf Smartphones ermöglicht die Speicherung der relevanten Exif-Daten. Hierfür gibt es eine Vielzahl sowohl kostenfreier als auch kostenpflichtiger Anwendungen. In der folgenden beispielhaften Anwendung wurde eine kostenfreie Applikation verwendet. [2]

Implementierung der Automatisierung

Aus dem manuell erprobten Vorgehen anhand eines Beispiels wurde die Grundlage der Automatisierung geschaffen, vergleiche Abbildung 1. Der Prozess startet mit dem Import der benötigten Bilder inklusive der Exif-Daten sowie einem Quartiers- bzw. Stadtmodell des aufgenommenen Bereichs. Die Bilder benötigen notwendigerweise Koordinaten sowie den Winkel der Blickrichtung. In den von

uns getesteten Varianten können sowohl Shapefiles als auch GeoJSON verwendet werden. Hierbei ist insbesondere auf die Koordinatensysteme zu achten, da individuelle Systeme vorliegen können. In einem ersten Arbeitsschritt müssen diese Daten eingelesen und die benötigten Informationen herausgefiltert werden.

Im darauffolgenden Schritt wird eine Sichtachse aufgespannt. Hierbei wird über die GPS-Koordinaten des Standortes sowie des Blickwinkels und einer angenommenen maximalen Blickentfernung der Endpunkt berechnet, in unserem Beispiel 200m. Durch den Bildpunkt sowie den Endpunkt wird eine Blicklinie gespannt, welche für das weitere Vorgehen verwendet wird.

Anschließend werden Überschneidungen zwischen der Sichtachse und dem Quartiers- bzw. Stadtmodell errechnet. Diese Prüfung erfolgt für jedes Bild und jede Kubatur des Stadtmodells als Schleife. Das Ergebnis einer positiven Überprüfung ist im Normalfall eine Schnittgerade, aus welcher nach einer Minimalwertbestimmung der Punkt bestimmt wird, der am nächsten am Aufnahmestandort liegt. Dieser Punkt wird anschließend gemeinsam mit der ID des entsprechenden Gebäudes in der Ergebnismatrix notiert. Sollte bereits ein anderer Schnittpunkt für dieses Bild vorhanden sein, wird das zugeordnete Gebäude mit geringerer Distanz gespeichert. In Sonderfällen ist es möglich, nur einen Schnittpunkt oder mehrere Schnittpunkte zu identifizieren. Im ersten Fall ist eine direkte Identifizierung dieses

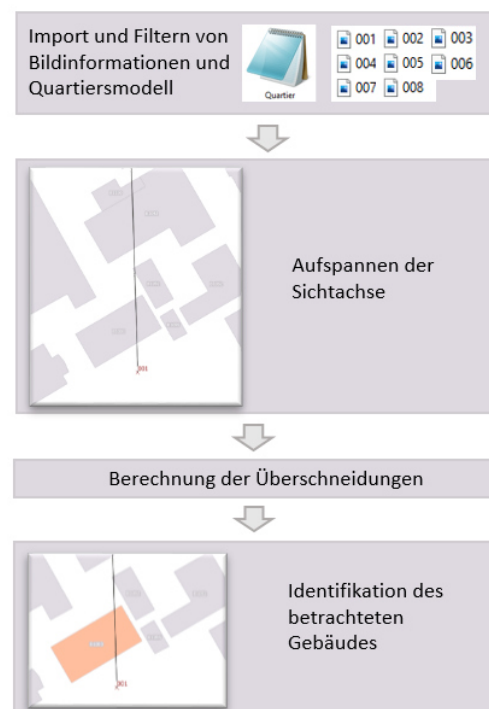


Abbildung 1: Visualisierung des Workflows

Punktes als nächster Punkt zum Aufnahmestandort möglich. Bei einem Gebäude mit mehreren Schnittgeraden wird ebenfalls der Punkt der minimalen Entfernung durch eine Doppelbestimmung ausgewertet.

Anwendung am Referenzobjekt

Anhand des Campus der Bauhaus-Universität Weimar wird die Realisierung beispielhaft erprobt. Hierfür wurden Gebäude im nahen Umfeld des Hauptgebäudes der Bauhaus-Universität sowohl mit der RGB-Kamera eines Smartphones als auch mit einer georeferenzierten Thermographiekamera aufgenommen.

Bei einer gezielten Aufnahme im Dezember 2021 wurden acht geeignete, georeferenzierte Bilder mit einem üblichen Smartphone (Huawei P10) aufgenommen, vergleiche Abbildung 2.

Das Quartiersmodell konnte aus bestehenden Quartiersmodellen der Software City Energy Analyst [3], basierend auf Daten von Open Street Map [4], extrahiert werden. Das Ergebnis des zuvor beschriebenen Vorgehens ist in dargestellt. Alle acht Bilder können korrekt den aufgenommenen Gebäuden zugeordnet werden.

Ein Vergleich der Gebäudeorientierungen im georeferenzierten Bild aus Abbildung 2 und der mittigen Sichtlinie in der Kartenansicht lässt Abweichungen im Bereich von ca. 2m feststellen. Die im RGB-Farbspektrum aufgenommenen Bilder, sollten bei einer Ortsungszeit von ca. 5 min im Bereich von 2 bis 5 m liegen [5].



Abbildung 2: georeferenzierte RGB-Beispielbilder

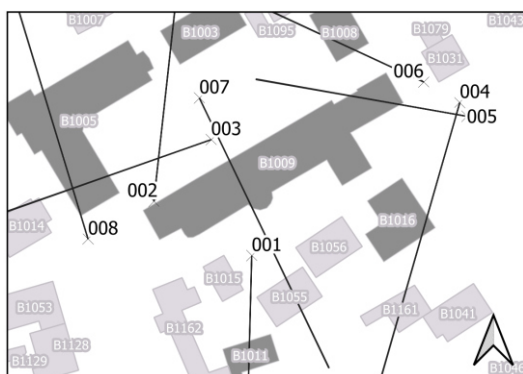


Abbildung 3: Visualisierung der Bildaufnahmepunkte und Aufnahmerichtung RGB-Bilder

Durch die Aufnahme dieses Quartiers unter Verwendung einer Drohne mit Thermographie- und RGB-Kamera im Rahmen des Forschungsprojektes smood®[6] im Winter 2020/21, standen für dieses Quartier ebenfalls georeferenzierte Thermogramme zur Verfügung. Die drei beispielhaft geprüften Thermogramme sowie die zugehörigen RGB-Bilder, sind in Abbildung 4 dargestellt. Insbesondere bei Fassadendetails wie Thermogramm 002 bzw. 003 ist eine solche Verortung der Aufnahme sehr vorteilhaft für eine kohärente Zuordnung einer Detailaufnahme am Gebäude.

Ergänzend wurde das Vorgehen mit einem Quartiersmodell im GeoJSON-Dateiformat durchgeführt, dies ergab eine gleiche Gebäudezuordnung.

Ausblick

Das hier erprobte Werkzeug kann insbesondere für die Betrachtung von großskaligen Bereichen wie Stadtteilen oder kleinen Kommunen weiterverfolgt und –entwickelt werden. Durch die Erweiterung auf weitere Dateiformate im Bereich der Stadt-/Quartiersmodelle kann eine breitere Anwendung geschaffen werden.

Zusätzlich wäre die Anwendung für drohnengestützte Aufnahmen durch eine Erweiterung der Berechnung in den 3-dimensionalen Raum möglich und sollte weiterverfolgt werden. Beispielsweise im Forschungsprojekt smood® - smart neighborhood könnte das hier beschriebene Vorgehen angewendet werden. [6]

Durch eine Kopplung der hier beschriebenen und entwickelten, automatisierten Bild-Gebäudezuordnung kann beispielsweise bei der bildbasierten Baualtererkennung eine deutliche Verbesserung geschaffen werden [7].

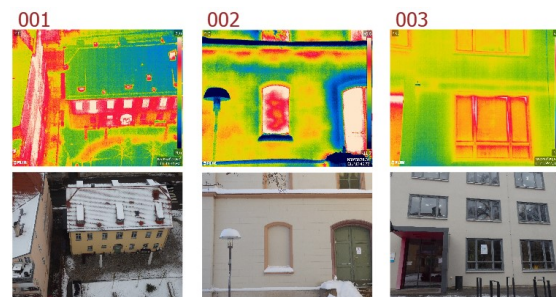


Abbildung 4: georeferenzierte Thermogramme

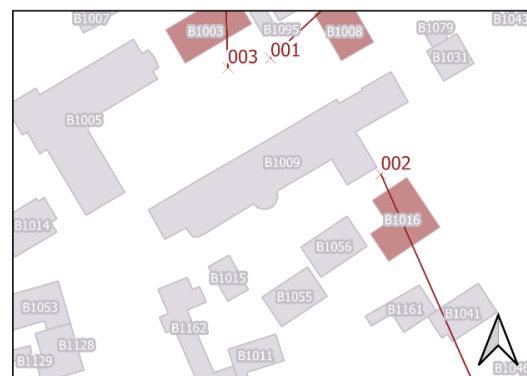


Abbildung 5: Visualisierung der Bildaufnahmepunkte und Aufnahmerichtung Thermographie

Hierdurch lässt sich der manuelle Aufwand in Quartiersanwendungen reduzieren. In diesem Zusammenhang sollte weiterhin eine Ermittlung aller im Blickbereich befindlicher Gebäude einen Mehrwert schaffen.

Fazit

Diese beispielhafte Anwendung hat gezeigt, dass die automatisierte Zuordnung von georeferenzierten Bildern zum aufgenommenen Gebäude aus einem Quartiersmodell möglich ist. Dies konnte mit unterschiedlichen Datenformaten des Quartiers, sowohl einem Modell für energetische Quartierssimulationen und einem rudimentären Stadtmodell im GeoJSON-Format, als auch mit unterschiedlichen Bilddaten (RGB- und Thermographie) realisiert werden. Bei allen untersuchten Bildern war eine eindeutige Zuordnung möglich. Die GPS-Standortbeschreibung konnte anhand der Gebäudekanten jedoch als nicht vollständig korrekt identifiziert werden.

Die präsentierte Zuordnung von Bilddaten zu Gebäuden eines Quartiersmodells bietet, wie im Ausblick aufgezeigt, in mehreren Bereichen Potential zur weiteren Verfolgung.

Danksagung

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes smood[®], welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Wir danken besonders der Professur Computer Vision in Engineering, insbesondere Sven Daubert, für die unkomplizierte Bereitstellung der drohnenbasierten Aufnahmen.

Literaturverzeichnis

- [1] Camera & Imaging Products Association (2019) *CIPA DC- 008-Translation- 2019 – Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.32*.
- [2] Google Commerce Ltd (2021) *Angle Cam Lite - Winkelkamera5.11* [Software]. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.derekr.AngleCam>.
- [3] Fonseca, J. A. et al. (2016) *City Energy Analyst (CEA): Integrated framework for analysis and optimization of building energy systems in neighborhoods and city districts* in: *Energy and Buildings* 113, S. 202–226. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.055>
- [4] OpenStreetMap contributors (2022) *Open Street Map* [online]. www.openstreetmap.org/copyright.
- [5] Anja Heßelbarth; Lambert Wanninger (2021) *GNSS-Messungen mit Smartphones – Analyse der Beobachtungsdaten und cm-genaue Positionsbestimmung* in: *DVW zfv* 146., H. 03, S. 189–197.
- [6] smood e.V. (2022) *smood - smart neighborhood* [online]. www.smood-energy.de.
- [7] Benz, A. (2021) *Automatisierte bildbasierte Erkennung des Gebäudealters* in: *Bundesverband*

Feuchte & Altbausanierung e.V. [Hrsg.] *31. Hanseatische Sanierungstage*. Lübeck. Fraunhofer IBB Verlag, S. 359–372.

Curriculum Vitae

**M. Eng.
Mara Geske**



Ausbildung:

- | | |
|-----------|--|
| 2013-2017 | Studium des Umweltingenieurwesen an der Universität Kassel |
| 2018-2020 | Berufsbegleitendes Studium Energiesystemtechnik an der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaft |

Beruflicher Werdegang:

- | | |
|-------------|--|
| 2017 - 2020 | Projektingenieurin im Bereich Energie- und Umwelttechnik bei der Sweco GmbH, Frankfurt |
| Ab 2020 | Wissenschaftliche Mitarbeiterin Professur Bauphysik, Bauhaus-Universität Weimar |
| Ab 2021 | Leiterin der Arbeitsgruppe Energie, Professur Bauphysik, Bauhaus-Universität Weimar |