



Methodik – Papier zum Handlungsfeld Boden: Bodenversiegelung Luftbildbasiert (Auflösung 0,5 m)

Grundlagen

Die Bodenversiegelung ist definiert als die luft- und wasserdichte Abdeckung des Bodens durch Bebauung, Betonierung, Asphaltierung, Pflasterung oder andere Befestigungen. Dabei kann zwischen voll- und teilweiseversiegelten Flächen unterschieden werden. Die Folge der zunehmenden Bodenversiegelung sind der Verlust und die Zerstörung der natürlichen Bodenfunktionen (u.a. Wasser-, Nährstoff- und Kohlenstoffspeicher, Lebensraum, Schadstofffilterung). Dies äußert sich beispielsweise durch ein gesteigertes Hochwasserrisiko, höhere Hitzebelastung und einem Biodiversitätsverlust in stark versiegelten Gebieten. Mit den Karten der luftbildbasierten Bodenversiegelung liegen seit Beginn 2025 hochaufgelöste Karten zum Thema vor, die die bereits etablierten satellitenbasierten Karten zur Bodenversiegelung ergänzen und in die Zukunft fortschreiben sollen.



Beispiel für Flächenversiegelung: Parkplätze sind sehr ungünstig hinsichtlich Kühlfunktion und Starkregenretention.
Foto: Jogerken/stock-adobe.com.

Datenbasis und Kartenerstellung

Die im Klimaatlas zur Verfügung stehenden Karten zur luftbildbasierten Bodenversiegelung in Nordrhein-Westfalen beruhen auf Daten des **Projekts EBOVE (Erfassung der landesweit versiegelten Fläche und Ermittlung des Indikators Bodenversiegelung)**. Dieses wurde vom LANUV NRW in Kooperation mit der Ruhr-Universität-Bochum und IT.NRW durchgeführt (Projektbericht: Langenkamp et al. 2025). Das Ziel dieses Projekts war, ein automatisiertes Verfahren zur direkten und hochaufgelösten Messung der landesweiten Bodenversiegelung in einem 2-jährlichen Rhythmus zu entwickeln. Die Datengrundlage sind verzerrungsfreie Digitale Orthophotos (TrueDOP) des Landes NRW Zeitraum 23.02.2022 bis 29.06.2024 aufgenommen wurden, deren originale räumliche Auflösung von 10 cm auf 50 cm vergrößert wurde.

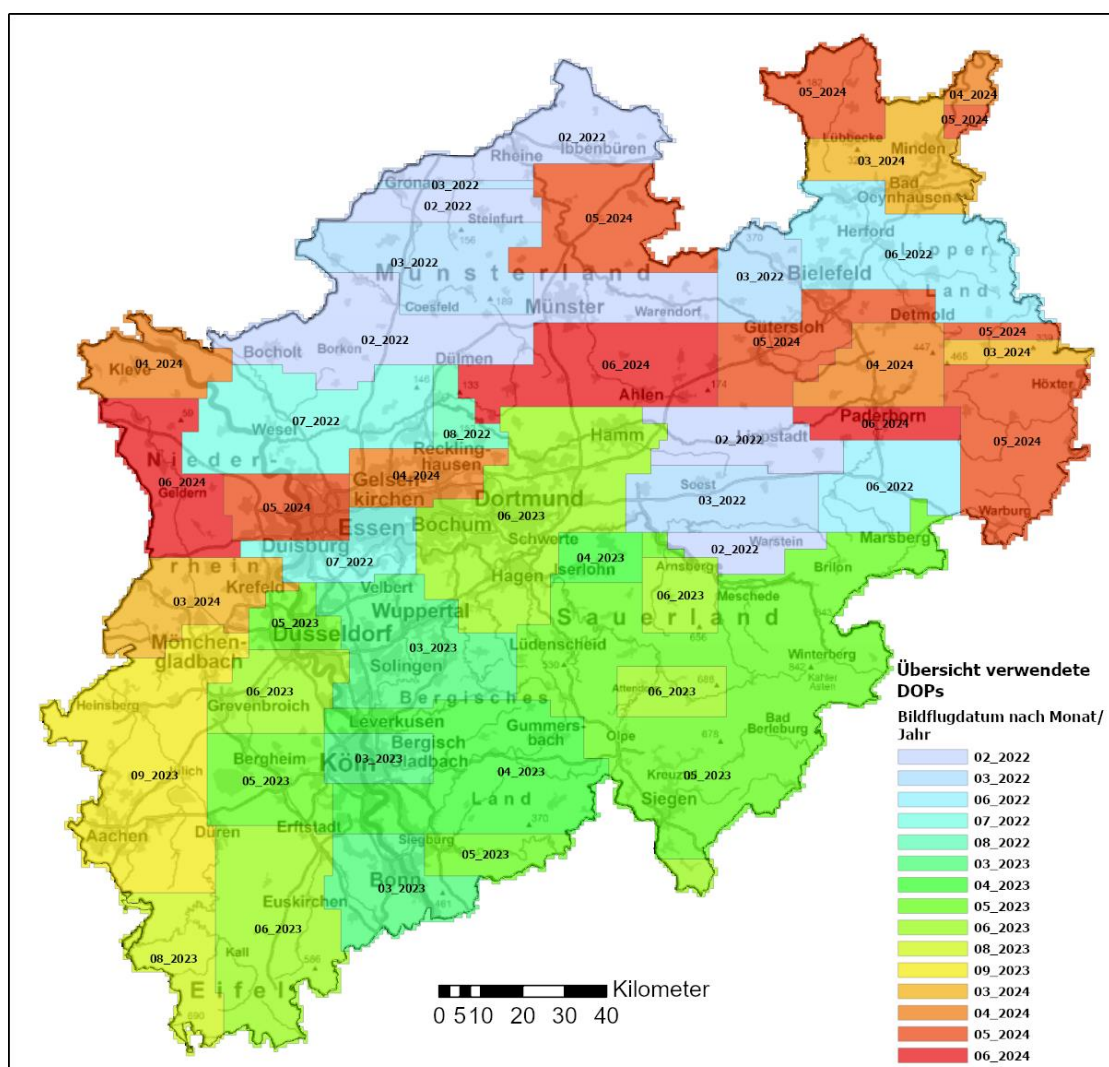


Abbildung 1: Übersicht Befliegungsdaten der DOPs, die für die luftbildbasierte Bodenversiegelung Ende 2024 verwendet wurden. Datenquelle: Geobasis NRW

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen, dass die meisten dieser Luftbildaufnahmen aus dem Jahr 2023 stammen.

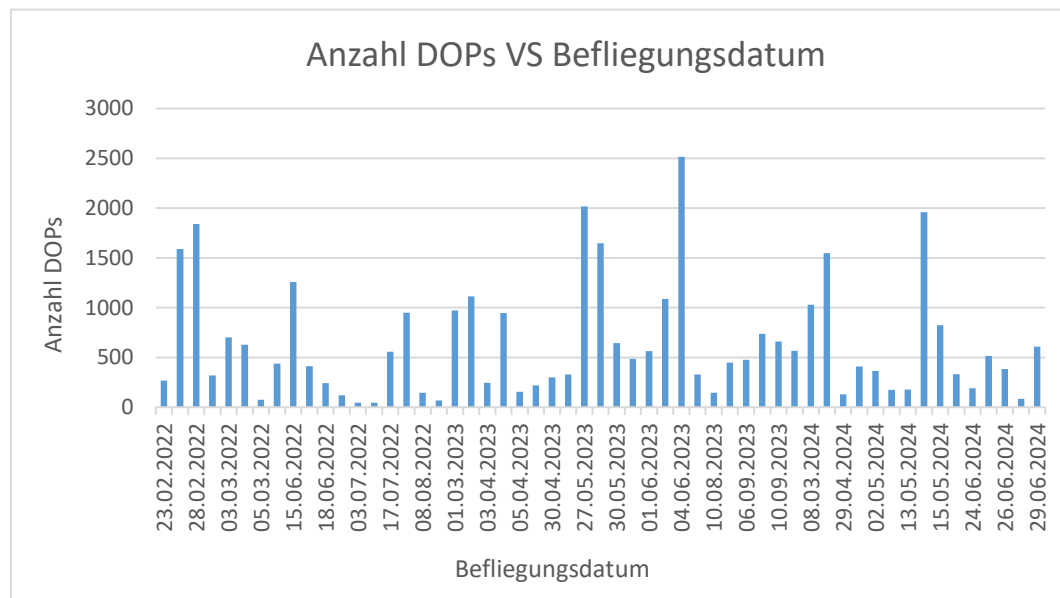


Abbildung 2: Verteilung Anzahl DOPs nach Befliegungsdatum. Datenquelle: Geobasis NRW.

Die Erfassung versiegelter Flächen erfolgte mit Hilfe des UNetFormer Segmentierungsmodells (Wang et al. 2022), das zwei leistungsstarke Ansätze des Deep Learnings (Convolutional Neural Networks (CNNs) und Transformer-Architekturen) vereint. So werden nicht nur die spektralen Eigenschaften eines Bildpunktes, sondern auch die räumliche Nachbarschaft des Bildpunktes berücksichtigt. Ergänzend wurden in der Nachbearbeitung ausgewählte Objektarten aus Landnutzungsinformationen des Amtlichen Liegenschafts- und Katasterinformationssystems (ALKIS) genutzt, um z.B. Wasserflächen unter Brücken oder Straßen und Gebäude unter Belaubung abzugrenzen. Das (lokale) Aktualisierungsintervall der Bodenversiegelungskarten richtet sich nach dem Befliegungsprogramm bzw. der TrueDOP-Aktualisierung und beträgt derzeit zwei Jahre. Die endgültige Berechnung des Bodenversiegelungsrasters erfolgte im Dezember 2024, daher wird dieses Jahr auch als Datum der Karten zur luftbildbasierten Bodenversiegelung geführt. Die nächste Berechnung der Bodenversiegelung auf Basis aktualisierter TrueDOP ist für 2026 geplant.

Auf Grundlage dieses Bodenversiegelungsrasters wurde ergänzend für jede Kommune der prozentuale Anteil versiegelten Bodens berechnet, und als Karte des mittleren Bodenversiegelungsgrads pro Gemeinde in Prozent im Klimaatlas NRW (Stand der Berechnung 2024) bereitgestellt.

Kartenbeschreibung

Die Rasterkarte der **luftbildbasierten Bodenversiegelung** im Klimaatlas NRW zeigt pixelbasiert die Bodenversiegelung unterschieden in „Versiegelt“ und „nicht Versiegelt“. Dabei werden nur die versiegelten Flächen in Rot visualisiert. Die Auflösung von 50 cm pro Pixel ermöglicht eine detaillierte Darstellung der versiegelten Flächen im Landesgebiet. Eine prozentuale Abstufung des Versiegelungsgrades wie bei der satellitenbasierten Bodenversiegelung ist nicht notwendig. Neben Gebäuden und Straßen können so z.B. auch feinere Wegestrukturen in Grünanlagen erfasst werden (Abbildung 3). Die grundlegende Datenverarbeitungseinheit im Projekt EBOVE bilden quadratische Gebiete von 1 km² Größe, die als Kacheln bezeichnet werden. Detailinformationen zu den genutzten Kacheln mit dem jeweiligen Aufnahmezeitpunkt werden beim Klick in die Karte als Popup angezeigt.

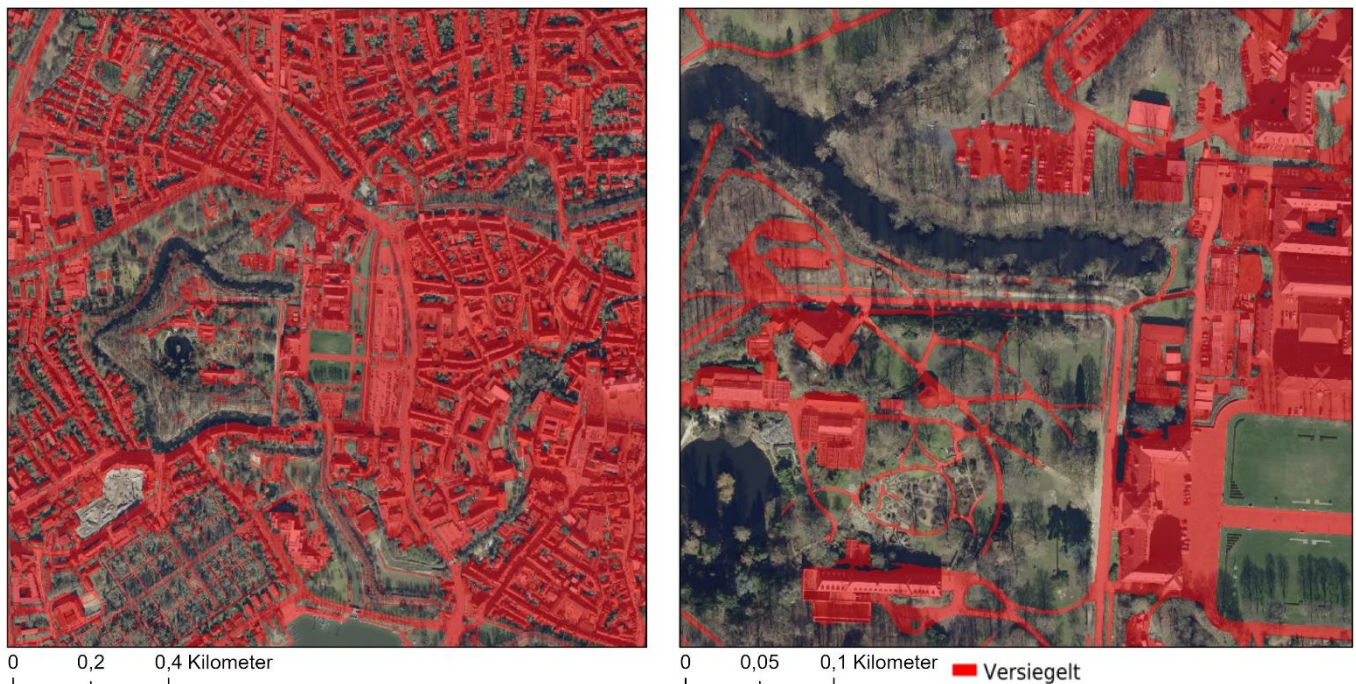


Abbildung 3: Beispielkarte mit zwei verschiedenen Maßstäben (Auflösung 50 cm). Datenquelle: LANUV NRW (2024).

In den folgenden beiden Darstellungen (Abbildung 4 und Abbildung 5) wird analog zum Methodik-PDF zur Karte der satellitenbasierten Bodenversiegelung der gleiche Ausschnitt südlich Krefeld an der Autobahn 44 dargestellt. Abbildung 4 zeigt den letzten Stand der satellitenbasierten Rasterkarte des Versiegelungsgrades (Copernicus Land Monitoring Service 2023) mit 10 m Auflösung. Der Kreis markiert ein Gebiet, in dem besonders viel Fläche durch Gewerbegebietsansiedlungen versiegelt wurde. Die Autobahn 44 verläuft grob durch die Bildmitte. Abbildung 5 zeigt zum Vergleich die mit 0,5 m deutlich höher aufgelöste luftbildbasierte Bodenversiegelung im gleichen Bildausschnitt. Hier sind

erwartungsgemäß deutlich mehr und feinere Details erkennbar – und eine weitere Zunahme der Bodenversiegelung zwischen 2018 und 2024.

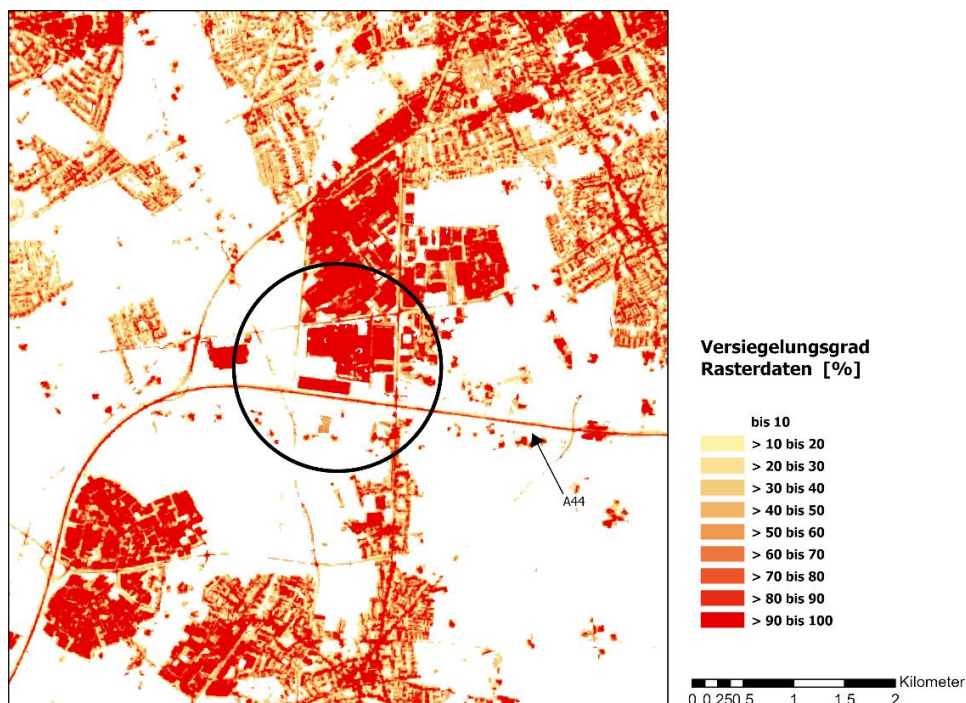


Abbildung 4: Beispielkarte Bodenversiegelungsraster 2018 (Auflösung 10 m). Datenquelle: Copernicus Land Monitoring Service (2023).



Abbildung 5: Beispielkarte Bodenversiegelung 2024 (Auflösung 0,5 m). Datenquelle: LANUV NRW (2024).

Der Bodenversiegelungsgrad pro Kommune in Prozent gliedert sich in Klassen von „bis 5 %“ bis „>40 bis 45 %“ (Abbildung 6). Auf allen Karten ist die allgemeine Siedlungsdichte von Nordrhein-Westfalen sehr gut erkennbar. Vor allem entlang von Rhein und Ruhr stehen die Ballungsräume Ruhrgebiet und Rheinschiene hervor, während in der Eifel und in Teilen Westfalens nur gering versiegelte Gemeinden des ländlichen Raumes vorliegen. Die höhere Auflösung des luftbildbasierten Bodenversiegelungsrasters liefert nun auch mehr versiegelte Verkehrsflächen, die in die Berechnung der anteiligen

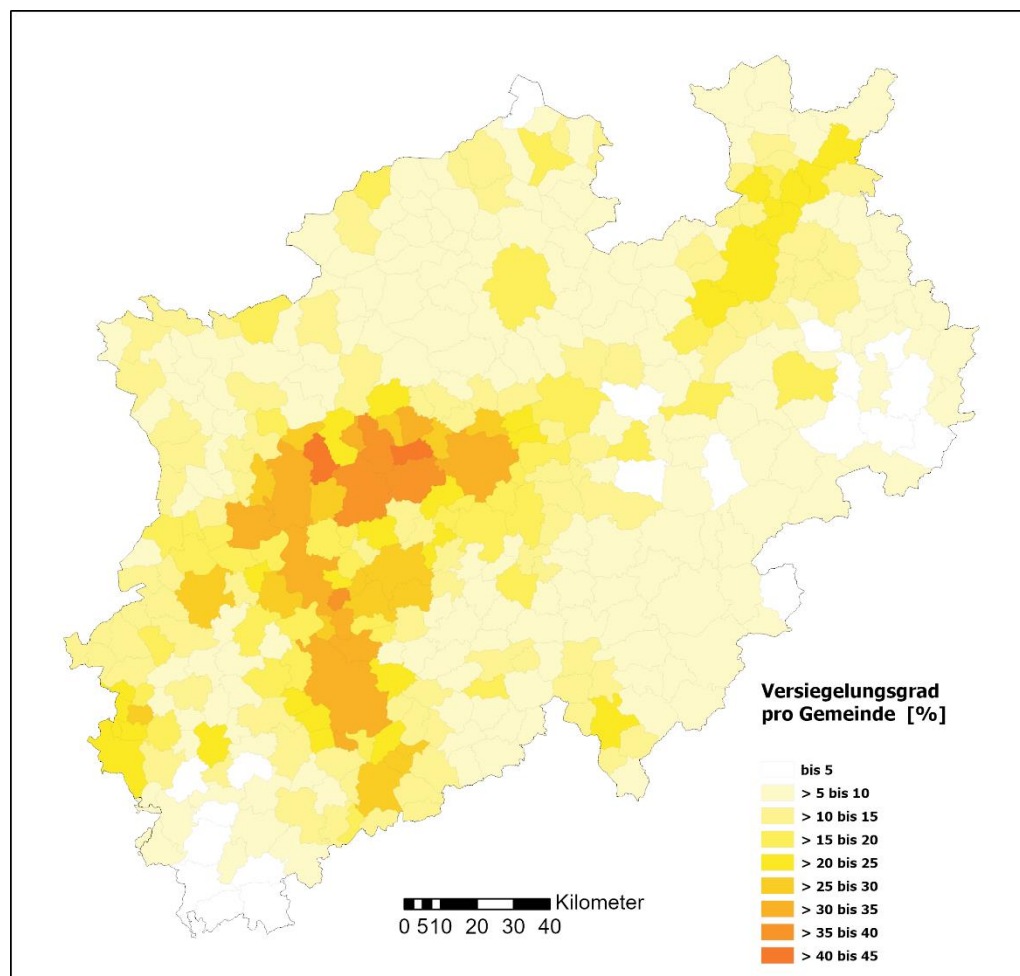


Abbildung 6: Versiegelungsgrad pro Gemeinde in % errechnet aus dem luftbildbasierten Bodenversiegelungsraster 0,5 m. Datenquelle: LANUV NRW (2024).

Bodenversiegelung pro Gemeinde mit eingehen. Daher liegen die meisten ländlichen Gemeinden in der Klasse mit > 5 bis 10 % Versiegelungsgrad. Die beiden Gemeinden mit der höchsten mittleren Bodenversiegelung sind Oberhausen und Herne im Ruhrgebiet. Hier liegen mit der neuen, luftbildbasierten Datengrundlage erstmals Werte von über 40 % Versiegelungsgrad je Gemeinde vor. Diese Werte sind deutlich höher als jene der satellitenbasierten Karten, was sich hauptsächlich mit der erheblich feineren räumlichen Auflösung der luftbildbasierten Karte erklären lässt. Seit 2018 wurden jedoch auch weitere Flächen versiegelt.

Fazit

Die Bodenversiegelung in NRW kann mit Hilfe der 50 cm auflösenden Luftbilddauswertung detailliert dargestellt werden. In den nächsten Jahren wird auch ein Zeitreihenvergleich möglich, um die Entwicklung der Bodenversiegelung in NRW zu betrachten. Durch die zunehmende Bodenversiegelung nimmt auch der Nutzungsdruck auf die noch nicht versiegelten Flächen zu, was vor allem für die Biodiversität negative Folgen hat. Im Bereich der Klimaanpassung sind versiegelte Flächen besonders problematisch, weil die wichtigen Kühlungs- und Regenrückhaltefunktionen, wie sie offene, mit Vegetation bewachsene Flächen aufweisen, hier fehlen. Dadurch steigt die Wärmebelastung und



Beispiel für Flächenversiegelung: Ein Löwenzahn kämpft sich durch Beton. Foto: focus Maren Winter/stock-adobe.com

die Gefahr von urbanen Sturzfluten in den Ballungsräumen.

Literatur

- Langenkamp, J.-P., Bamminger, C., Escher, T., Kiani, S., Kreke, M., Meidler, E., Neite, H., Pieper, M., Radeloff, L., Rienow, A., Roth, P., Waetke, M., Wolff, I., Herkt, M. (2025). Abschlussbericht zum Projekt EBOVE: Erfassung der landesweit versiegelten Fläche und Ermittlung des Indikators Bodenversiegelung für NRW. Hrsg: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen. URL: <https://www.lanuv.nrw.de/themen/boden/bodenschutz-beim-planen-und-bauen/bodenversiegelung>
- LANUV NRW (2024). Luftbildbasierte Bodenversiegelung in NRW nach dem Berechnungsverfahren des Kooperationsprojekts EBOVE. Auswertungsstand Dezember 2024, verfügbar auf https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/boden/bodenversiegelung/
- Wang, Libo; Li, Rui; Zhang, Ce; Fang, Shenghui; Duan, Chenxi; Meng, Xiaoliang; Atkinson, Peter M. (2022): UNetFormer: A UNet-like transformer for efficient se-mantic segmentation of remote sensing urban scene imagery. In: ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 190, S. 196–214. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2022.06.008