

Fernerkundungsbasierte Erfassung von Stadtgrün und Stadtbäumen am Beispiel der Landeshauptstadt München

Remote Sensing for Detection of Urban Vegetation and Trees in Munich

Tobias Leichtle | Marlene Kühnl | Carolin Rempfer | Cornelia Zygar | Nicole Osterkamp |
Thomas Stark | John Friesen | Thomas Esch | Michael Wurm | Doris Klein | Tanja Kraus |
Tobias Ullmann | Hannes Taubenböck

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der fortschreitenden Urbanisierung und des Klimawandels sind Städte und Gemeinden zunehmend von extremen Wetterereignissen wie etwa Starkregen und Hitzewellen betroffen. Ein wirksames Instrument zur Klimaanpassung in Städten ist die Ausstattung des Siedlungsraums mit Grünflächen und Stadtbäumen. Dieser Artikel stellt relevante Datenquellen der Fernerkundung und daraus abgeleitete Informationsprodukte zur Kartierung von Stadtgrün und Stadtbäumen exemplarisch vor und beleuchtet deren verschiedene Eigenschaften. Dabei werden die Möglichkeiten der Landbedeckungsklassifikation auf Basis von Satellitendaten und Orthofotos aufgezeigt sowie weiterführende thematische Produkte wie die Kartierung von Einzelbäumen oder die Bestimmung der Baumkronenüberschirmung vorgestellt. Dies ermöglicht es Experten, Anwenderinnen und politischen Entscheidungsträgerinnen, die für ihre spezifischen Anforderungen am besten geeignete Datenquelle zu identifizieren und Daten- bzw. Informationslücken zu schließen.

Schlüsselwörter: Erdbeobachtung, Landbedeckung, Einzelbaum, Baumartengruppe, München

Summary

Against the background of ongoing urbanization and climate change, cities and municipalities are increasingly facing extreme weather events such as heavy rainfall and heat waves. An effective tool for climate adaptation in cities is the adequate provision of urban green spaces and urban trees within the built environment. This article presents relevant remote sensing data sources and exemplary information products for mapping urban green spaces and urban trees, highlighting their diverse characteristics. It demonstrates the capabilities of land cover classifications based on satellite data and orthophotos, and also presents advanced thematic products such as individual tree mapping or datasets on canopy cover. This enables experts, users, and policy-makers to identify the most suitable data source for their specific needs and to close data and knowledge gaps.

Keywords: Earth observation, land cover, individual tree, tree species group, Munich

1 Hintergrund

Angesichts fortschreitender Urbanisierung und des Klimawandels sind Städte weltweit – und damit auch in Deutschland – mit zunehmenden Herausforderungen konfrontiert. Extremwetterereignisse wie Hitzewellen und Starkregen nehmen in Intensität und Häufigkeit zu, wobei sich dieser Trend in Zukunft weiter verstärken wird (IPCC 2023). Die Folgen sind in vielerlei Hinsicht gravierend und umfassen gesundheitliche, materielle und finanzielle Schäden. Beispielsweise wird geschätzt, dass in Deutschland jährlich bis zu 10.000 Menschen an den Folgen von Hitze verstorben sind (Winklmayr et al. 2022). Ein weiteres Beispiel sind die finanziellen Schäden der Flutkatastrophe im Ahrtal, welche auf über 40 Milliarden Euro geschätzt werden (Urbansky 2025).

Ein effizientes Instrument zur Klimaanpassung in Städten ist die Ausstattung des urbanen Raumes mit Vegetation, welche für ein klimaangepasstes Wassermanagement idealerweise mit dem Konzept der »Schwammstadt« kombiniert wird (Feldmann et al. 2023). Stadtgrün umfasst nicht nur städtische Grünflächen und Parkanlagen mit ausgedehntem Baumbestand sowie vegetationsbedeckten Freiflächen, sondern auch Straßenbäume, begrünte Innenhöfe, Gründächer und begrünte Fassaden. Stadtgrün und insbesondere Stadtbäume stellen eine Vielzahl von wertvollen Ökosystemleistungen bereit (García de León et al. 2026), die nicht nur Extremwetterereignisse abmildern, sondern darüber hinaus die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Lebensqualität der Stadtbewohner maßgeblich verbessern (Hunter et al. 2019). Beispielhaft können hier die Filterung von Luftschadstoffen und die Umwandlung von Kohlendioxid zu Sauerstoff, die Bindung von Kohlenstoff, der Rückhalt von Niederschlagswasser oder die Kühlung durch Transpiration und Beschattung genannt werden (Rötzer et al. 2024).

Digitale Geodaten zu städtischem Grün und Stadtbäumen sind mit zunehmender Genauigkeit und Informationstiefe in vielen Städten und Gemeinden verfügbar, jedoch bestehen weiterhin Datenlücken vorrangig auf Privatgrund oder anderen Flächen, die nicht in den Zuständigkeitsbereich der Verwaltung fallen (Leichtle et al. 2024). Darüber hinaus sind beispielsweise städtische Baumkataster mit

einem hohen Aufwand zur Datenerfassung verbunden, so dass diese Informationen oft nur in größeren, finanzstarken Kommunen verfügbar sind und aufgrund der hohen Kosten nicht systematisch aktualisiert werden können.

Vor diesem Hintergrund bieten fernerkundliche Daten (d. h. mittels Satelliten, Flugzeugen oder Drohnen erhobene Daten) und Methoden (z. B. die Erfassung von Landbedeckung und/oder -nutzung) ein großes Potenzial, Datenlücken zu schließen und damit eine konsistente flächendeckende und auch vergleichbare Datengrundlage zu schaffen. Darüber hinaus ermöglichen satellitengestützte als auch flugzeuggetragene Systeme eine regelmäßige Aktualisierung und damit ein kosteneffizientes Instrumentarium zur Erfassung und zum Monitoring des städtischen Grünbestands.

Dieser Artikel zeigt am Beispiel der Landeshauptstadt München aktuelle fernerkundliche Datengrundlagen zur Erfassung von städtischem Grün und Stadtbäumen. Auf Basis von Fernerkundungsdaten werden Beispiele bereits existierender Informationsprodukte vorgestellt und aktuellen wissenschaftlichen Ansätzen gegenübergestellt. Dazu

zählen sowohl Verfahren zur Klassifikation der Landbedeckung auf verschiedenen räumlichen Skalen als auch Methoden zur Ableitung thematischer Informationsprodukte zu städtischem Grün und Stadtbäumen.

2 Fernerkundliche Datengrundlagen

Die Verfügbarkeit fernerkundlicher Datengrundlagen hat sich in den vergangenen Jahren stetig verbessert, wobei mehr und mehr Daten kostenfrei und mit offenem Zugang zur Verfügung stehen (Ostrau 2024).

In diesem Zusammenhang ist vor allem das Copernicus-Programm der Europäischen Weltraumorganisation (European Space Agency, ESA) zu nennen, wobei die Satelliten der Sentinel-Missionen die wichtigste frei verfügbare Datenquelle darstellen. Im Kontext der Beobachtung der Landoberfläche und damit auch zur Vegetationserfassung in Städten ist insbesondere die Sentinel-2-Mission zu nennen. Sentinel-2 nimmt im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts und des nahen Infrarots Daten mit einer

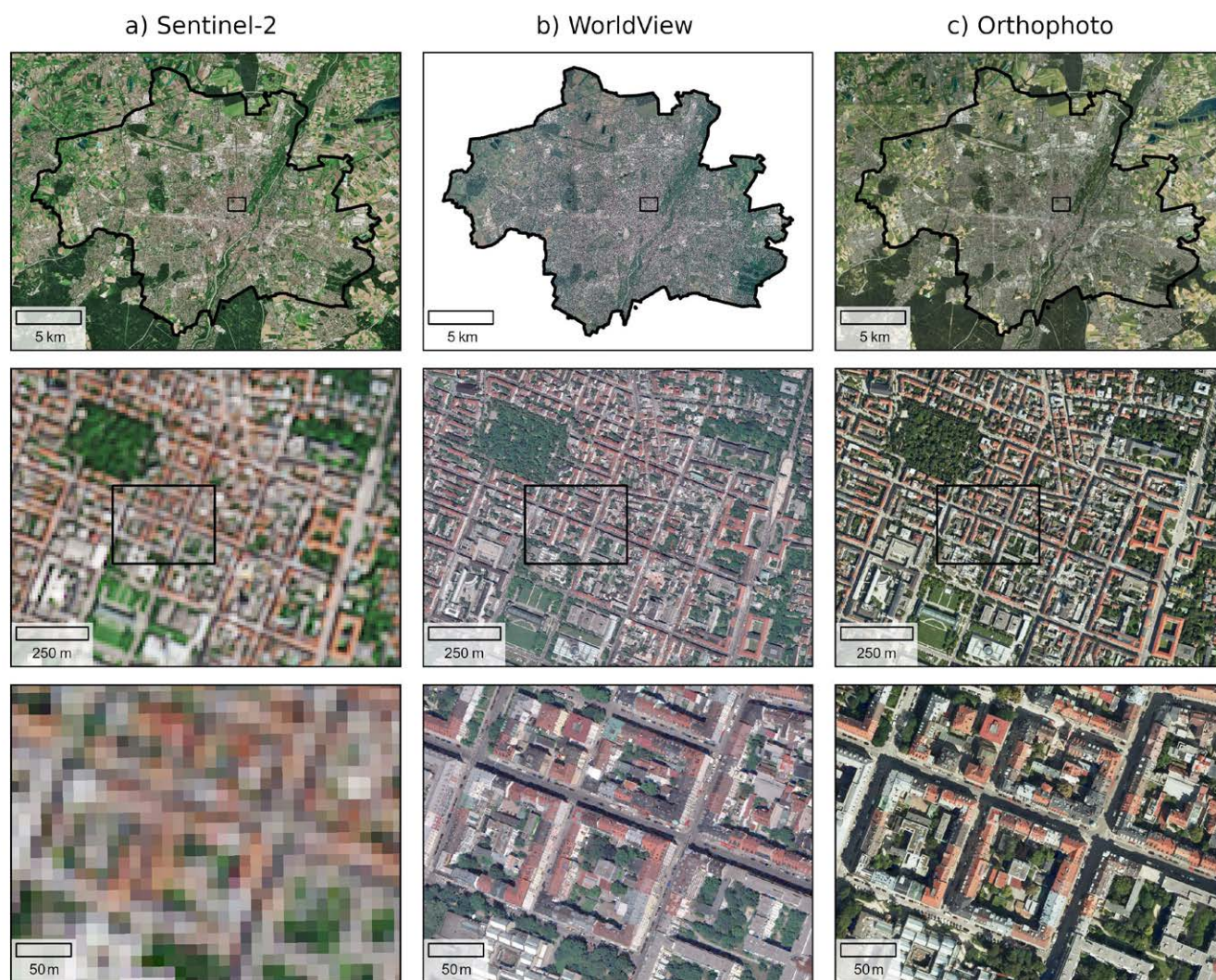


Abb. 1: Fernerkundliche Datengrundlagen zur Erfassung von Vegetation in Städten am Beispiel der Landeshauptstadt München. a) Sentinel-2 (© European Space Agency, ESA), b) WorldView (© European Space Imaging, EUSI), c) Orthophoto (© Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, LDBV).

Bodenauflösung von bis zu 10 m auf (Abb. 1a), die Wiederholrate beträgt dabei fünf Tage (CDSE 2026).

Im Gegensatz zu den frei verfügbaren Daten der Sentinel-2-Mission bieten kommerzielle Satellitenmissionen eine deutlich höhere räumliche Auflösung. Beispielhaft kann hier die WorldView-Mission genannt werden, diese bietet eine Bodenauflösung von bis zu 30 cm (Abb. 1b). Die Daten werden im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts sowie des nahen Infrarots aufgenommen, wobei im Gegensatz zu Sentinel-2 keine kontinuierliche und großskalige Aufnahme stattfindet, sondern Daten nur auf Bestellung aufgenommen werden (EUSI 2021).

Als weitere Datenquellen zur Erfassung der Vegetation in Städten sind flugzeuggetragene Orthophotos zu nennen. Diese sind über die entsprechenden Landesbehörden wie dem Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) in Bayern frei verfügbar. In einigen Kommunen werden darüber hinaus eigene flugzeug- oder drohnengestützte Befliegungen durchgeführt, diese sind jedoch meist nicht frei verfügbar. Die in diesem Artikel verwendeten Orthophotos des LDBV haben eine Bodenauflösung von 20 cm (Abb. 1c) und bieten Aufnahmen in vier Spektralkanälen (blau, grün, rot, nahes Infrarot) bei einer typischen Wiederholrate von ein bis zwei Jahren. Im Gegensatz zu räumlich höchstauflösenden Satellitendaten sind Orthophotos geometrisch entzerrt und bilden vertikale Objekte ohne Lageversatz ab (LDBV 2026a).

3 Beispiele bestehender Informationsprodukte auf Basis von Fernerkundung

Auf Basis der im vorherigen Kapitel vorgestellten Fernerkundungsdaten wurden bereits einige Informationsprodukte mit Bezug zu städtischem Grün und Stadtbäumen entwickelt, von denen im Folgenden drei ausgewählte Beispiele vorgestellt werden.

Der Urban Atlas (Abb. 2a) ist eine Kartierung der Landbedeckung und Landnutzung in urbanen Gebieten mit mehr als 50.000 Einwohnern und steht für rund 800 Städte in Europa zur Verfügung (Copernicus Land Monitoring Service 2023). Die Datengrundlage des Urban Atlas stellen höchstauflösende Fernerkundungsdaten (u. a. Sentinel-2 und WorldView) dar, wobei die kleinste Kartierungseinheit (sog. »minimum mapping unit«, MMU) im Siedlungsgebiet 0,25 ha, im Umland 1 ha beträgt. Die wichtigste Klasse im Hinblick auf Stadtgrün umfasst »städtische Grünflächen« (»Green Urban Areas«); sie liefert in Abhängigkeit der MMU Informationen über Parks, Gärten, Friedhöfe mit Grünflächen, kleinere Grünflächen in Wohngebieten sowie innerstädtische naturnahe Grünflächen. Auch die Klasse »Sport und Freizeitanlagen« (»Sports & Leisure Facilities«) zeigt überwiegend vegetationsbedeckte Flächen im Siedlungsraum an. Weitere Flächen in Zusammenhang mit Vegetation stellen landwirtschaftliche sowie natürliche und naturnahe Flächen (z. B. Wälder) dar, diese sind überwiegend im Umland relevant.

Eine Ergänzung des Urban Atlas ist der Street Tree Layer, welcher zusammenhängende Baumreihen oder Baumgruppen entlang der Straßen abbildet und Datenlücken des Urban Atlas schließt (Abb. 2b). Die MMU dieses Informationsprodukts beträgt 500 m² bei einer Mindestbreite von 10 m, womit größere Straßenbäume im Verbund zwar erfasst, Einzelbäume aber nicht mehr abgebildet werden können (Copernicus Land Monitoring Service 2023).

Seit 2025 bietet das LDBV für Bayern einen landesweiten Datensatz mit Einzelbäumen an, der auf Basis der am LDBV verfügbaren Orthophotos sowie einem normalisierten digitalen Oberflächenmodell (nDOM) erstellt wurde (LDBV 2026b). In diesem Datensatz sind die Positionen von Bäumen ab einer Höhe von 5,5 m erfasst.

An dieser Stelle soll auf weitere, in diesem Artikel nicht im Detail vorgestellte Informationsprodukte hingewiesen werden. Ein Beispiel ist die globale Landbedeckungsklassifikation WorldCover der ESA (<https://esa-worldcover.org>) mit einer räumlichen Auflösung von 10 m. Ein weiteres Beispiel sind die kostenfrei verfügbaren Produkte im Kontext des Projekts UrbanGreenEye (<https://urbangreeneye.lup-umwelt.de>); diese bieten auf Basis von Sentinel-2 deutschlandweit Datensätze zu Vegetationshöhe, Grünvolumen, Überschirmung oder Vitalität mit einer räumlichen Auflösung von 10 m. Darüber hinaus liegen auf kommunaler Ebene eine Vielzahl, von Gemeinde zu Gemeinde variierender Datensätze vor, zu deren Erstellung unter anderem Fernerkundungsdaten, insbesondere Luftbild- und Drohnendaten, genutzt werden. Beispielhaft können für die Landeshauptstadt München die Strukturtypenkartierung, verschiedene Datensätze zu städtischer Vegetation oder eine Einzelbaumkartierung als Ergänzung des kommunalen Baumkatasters genannt werden.

4 Fernerkundliche Informationsprodukte – aktuelle Entwicklungen am DLR

Fernerkundliche Daten bilden die Landoberfläche mit unterschiedlicher Bodenauflösung bzw. unterschiedlichem Detail ab (Abb. 1). Aus diesen Daten kann mit Verfahren des maschinellen Lernens oder der künstlichen Intelligenz in der Bildanalytik die Landbedeckung und/oder -nutzung abgeleitet werden. Der folgende Abschnitt zeigt einige ausgewählte Beispiele und aktuelle Entwicklungen am DLR.

Auf Basis von Sentinel-2-Daten wurde von Weigand et al. (2020) die Landbedeckung für ganz Deutschland vollautomatisiert in sieben Klassen abgeleitet (Abb. 3a). Das Verfahren nutzt Referenzdaten der LUCAS (Land Use and Coverage Area frame Survey)-Erhebung in Kombination mit Zeitserien der Sentinel-2-Satellitenbilddaten, um die Zielklassen mittels maschineller Lernverfahren flächendeckend zu unterscheiden. Im Hinblick auf städtisches Grün sind vor allem die Klassen Laubwald, Nadelwald und Grünland relevant, wobei in Abhängigkeit der räumlichen Auflösung von 10 m kleine Grünstrukturen nicht abgebildet werden können. Dieses Datenprodukt ist

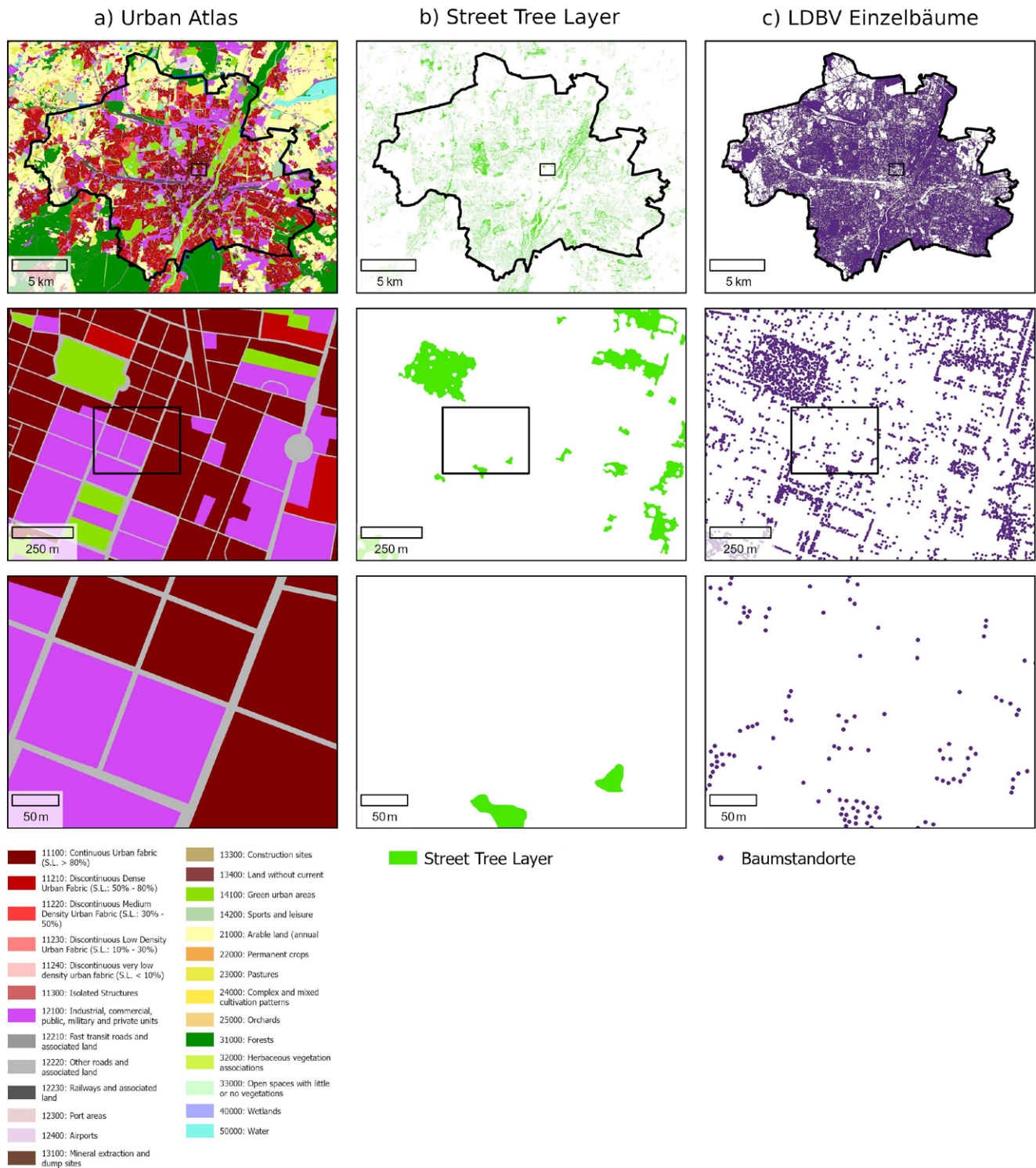


Abb. 2: Bestehende Informationsprodukte mit Bezug zu städtischem Grün und Stadtbäumen am Beispiel der Landeshauptstadt München. a) Urban Atlas (Copernicus Land Monitoring Service), b) Street Tree Layer (Copernicus Land Monitoring Service), c) Einzelbäume (LDBV). Zum visuellen Vergleich mit den entsprechenden Bilddaten siehe Abb. 1.

im EOC-Geoservice (<https://geoservice.dlr.de/web/>) frei verfügbar.

Räumlich höchstauflöste Satellitendaten der World-View-Mission ermöglichen ebenfalls eine automatisierte Ableitung der Landbedeckung (Abb. 3b); bei diesen Daten werden dazu häufig Verfahren der objektbasierten Bildanalyse (Object-Based Image Analysis, OBIA) verwendet, um thematisch sinnvolle Einzelobjekte wie Gebäude oder Bäu-

me abzugrenzen (Wurm et al. 2011). Eine Besonderheit der Klassifikation ist die explizite Ausweisung von Schatten, in denen die spektrale Information nicht ausreicht, um diese Flächen eindeutig einer Klasse zuzuweisen. Das städtische Grün wird im Beispiel von Abb. 3b insbesondere auch nach der Höhe in drei Stufen unterschieden, diese Information wird aus einem räumlich höchstauflösten nDOM herangezogen.

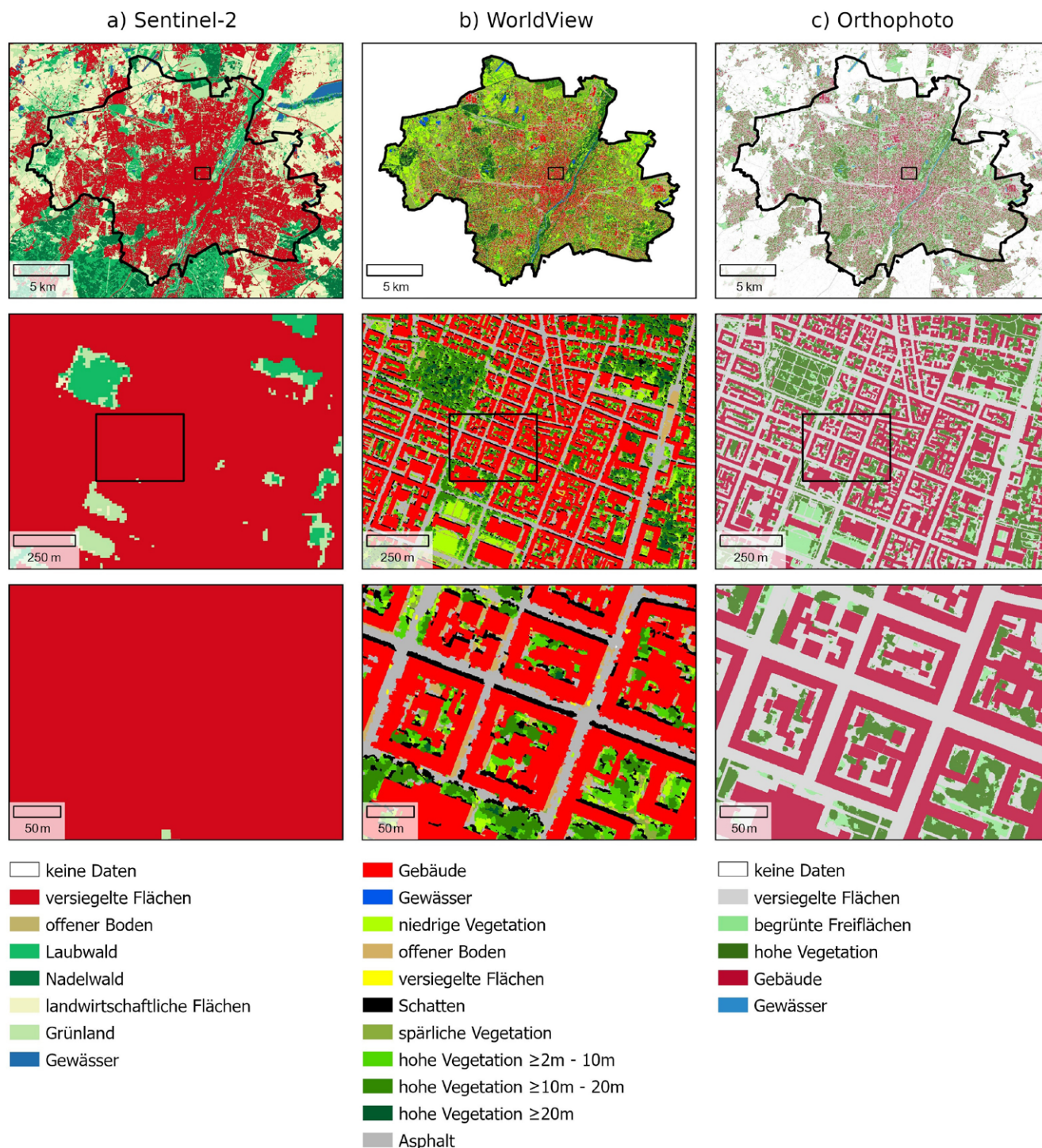


Abb. 3: Fernerkundungsbasierte Landbedeckungsklassifikationen mit verschiedener Nomenklatur und räumlicher Auflösung am Beispiel der Landeshauptstadt München. a) Deutschlandweite Klassifikation auf Basis von Sentinel-2, b) räumlich höchstauflöste Klassifikation auf Basis von WorldView, c) Bayernweite Klassifikation der Blau-Grün-Grauen Infrastruktur auf Basis von Orthophotos. Zum visuellen Vergleich mit den entsprechenden Bilddaten siehe Abb. 1.

Unter Verwendung von amtlichen Geobasisdaten des LDBV (Orthophotos, Hausumringe, digitale Oberflächen- und Landschaftsmodelle) in Kombination mit Zeitreihen multispektraler Sentinel-2-Satellitenaufnahmen wurde von Esch et al. (2025) ein Verfahren zur räumlich höchstauflösten Klassifikation der blau-grün-grauen Infrastruktur innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche für Bayern umgesetzt. Die resultierenden digitalen Karten stellen in einer räumlichen

Auflösung von 20 cm Daten zu versiegelten, begrünten und wasserbedeckten Flächen sowie zum Überschirmungsgrad und Grünvolumen innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche bereit (Abb. 3c). Im Hinblick auf städtisches Grün werden hohe Vegetation und begrünte Freiflächen unterschieden. Dieses Produkt ist als Teil des Datenportals im Projekt EO4CAM (Earth Observation Laboratory for Climate Adaptation and Mitigation, <https://eo4cam.dlr.de>) frei verfügbar.

Weitere Beispiele fernerkundlicher Informationsprodukte mit konkretem Bezug zu städtischem Grün sind in Abb. 4 dargestellt. Hierbei handelt es sich um aktuelle wissenschaftliche Arbeiten, die stetig weiterentwickelt werden.

Auf Basis von Zeitserien der Sentinel-2-Daten können Verfahren zur spektralen Entmischung angewandt werden, um innerhalb eines einzelnen Pixels von $10 \times 10 \text{ m}^2$ den Vegetationsanteil zu bestimmen (Osterkamp et al. 2026). Mit diesem Ansatz können auch kleinräumige Vegetationsstrukturen innerhalb der Bebauung auf Subpixelebene abgebildet werden (Abb. 4a), welche in einer diskreten Klassifikation nicht aufgelöst werden können (Abb. 3a). Trotz geringer räumlicher Auflösung bietet dieses Verfahren eine exakte Erfassung von kleinräumigen Grünanteilen, welche auf Basis der kostenfrei verfügbaren, zeitlich hochauflösenden Sentinel-2-Satellitendaten großflächige Klassifikationen ermöglichen.

Eine weitere Detaillierung der Landbedeckungsklassifikation auf Basis der WorldView-Daten wurde in Abb. 4b vorgenommen. Hier wurden in einem maschinellen Lernverfahren die Baumartengruppen von Laub- und Nadelgehölzen unterschieden, um die thematische Tiefe zu erweitern. Zusätzlich wäre auch die Kombination mit Höhenstufen (Abb. 3b) denkbar.

Auf Basis von Orthophotos und einem räumlich höchst aufgelösten nDOM kann neben den Positionen von Einzelbäumen auch die Kronenüberschirmung abgeleitet werden (Abb. 4c). Zu diesem Zweck kommen Filterungs- und Segmentierungsverfahren zum Einsatz, welche eine detaillierte Erfassung des städtischen Baumbestands ermöglichen (Leichtle et al. 2021). Zusätzlich können diese Daten mit weiteren Informationen zur Kronenhöhe und zu Kronendimensionen angereichert werden.

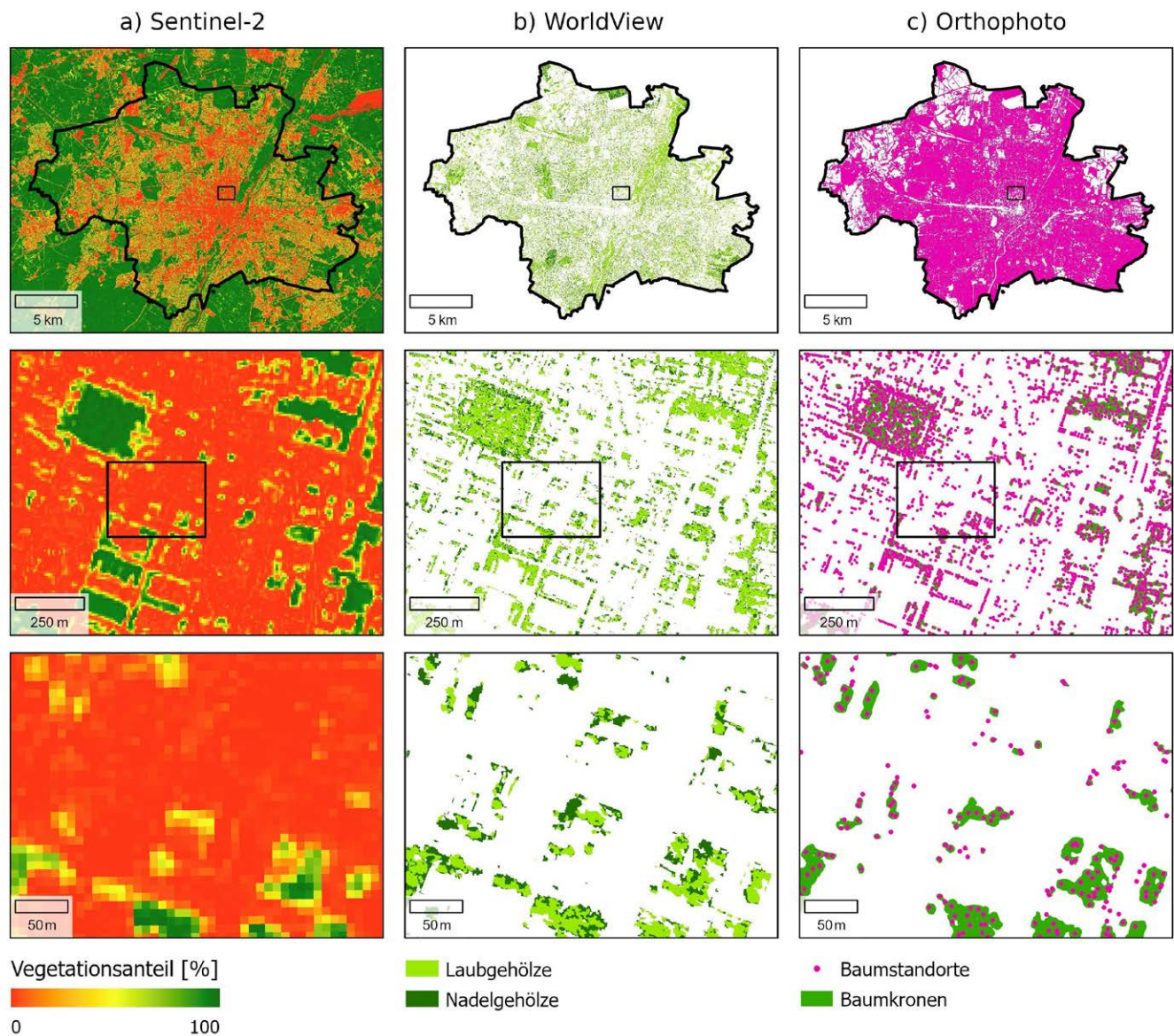


Abb. 4: Beispiele fernerkundlicher Informationsprodukte mit verschiedener Thematik am Beispiel der Landeshauptstadt München. a) Vegetationsanteil auf Subpixelebene auf Basis von Sentinel-2, b) Unterscheidung von Laub- und Nadelgehölzen auf Basis von WorldView, c) Baumstandorte und Kronenüberschirmung auf Basis von Orthophotos. Zum visuellen Vergleich mit den entsprechenden Bilddaten siehe Abb. 1.

5 Diskussion und Vergleich der Datensätze

Die verschiedenen in diesem Artikel vorgestellten Informationsprodukte zu städtischem Grün und Stadtbäumen unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. Das wichtigste Merkmal der zugrunde liegenden Fernerkundungsdaten ist die räumliche Auflösung, welche maßgeblich bestimmt, ob Einzelobjekte im städtischen Raum aufgelöst werden können. Bei einer räumlichen Auflösung von 10 m können nur große Objekte, wie größere Gebäude und Gebäudekomplexe oder großflächige Grünstrukturen abgebildet werden, kleine Objekte wie Einzelbäume können nicht mehr erfasst werden. Im Gegensatz dazu erlauben es Daten mit höherer räumlicher Auflösung, individuelle Objekte wie Einzelgebäude, Straßen sowie kleinräumige Grünstrukturen und Einzelbäume aufzulösen und damit die kleinräumig heterogene Stadt- und Grünstruktur abzubilden. Die Vorteile der räumlichen Auflösung gehen dabei auf Kosten der räumlichen Abdeckung sowie der Wiederholrate. Während die weniger hoch aufgelösten Daten der Sentinel-2-Mission mit einer Wiederholrate von fünf Tagen global verfügbar sind, stehen Daten von Luftbildbefliegungen nur regional oder lokal mit einer typischen Wiederholrate von ein bis zwei Jahren zur Verfügung. Kommerzielle Daten der WorldView-Mission werden auf lokaler bis regionaler Skala nur auf Bestellung aufgenommen, die Wiederholrate hängt damit von der Beauftragung ab, aktuelle Satellitenkonstellationen ermöglichen technisch mehrere Aufnahmen pro Tag.

Folglich unterscheiden sich nicht nur das räumliche Detail sowie die Möglichkeiten zur Auflösung und Erkennung von Einzelobjekten, sondern auch die thematische Tiefe der daraus abgeleiteten Information. Tab. 1 gibt einen quantitativen Überblick der in diesem Artikel vorgestellten Datensätze im Hinblick auf die Erfassung von Vegetation. Zunächst zeigt sich, dass der Vegetationsanteil im Urban Atlas im Vergleich zu den anderen Datensätzen am geringsten quantifiziert wird, was durch die Generalisierung der Flächen auf Blockebene erklärt werden kann. Auch die Landbedeckungsklassifikation auf Basis von Sentinel-2

zeigt aufgrund der geringen räumlichen Auflösung einen vergleichsweise geringen Vegetationsanteil an, hier können kleinräumige Vegetationsstrukturen im überwiegend bebauten Stadtgebiet nicht aufgelöst werden. Im Fall der Landbedeckungsklassifikation auf Basis von Orthophotos ist der geringe Vegetationsanteil durch die Beschränkung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen zu erklären, da landwirtschaftliche Flächen und Wälder im Außenbereich nicht enthalten sind. Hinsichtlich der Unterscheidung hoher gegenüber niedriger Vegetation zeigen die geringer aufgelösten Datensätze niedrige Anteile hoher Vegetation. Die in diesem Artikel vorgestellten Beispiele höchstaufgelöster Datensätze weisen eine gute Übereinstimmung der hohen Vegetation bzw. der Überschildung in der Größenordnung von ca. 25 % für die Stadt München auf. Niedrige Vegetation zeigt in der Klassifikation auf Basis von Orthophotos einen vergleichsweise geringen Wert, auch dieser ist durch die Beschränkung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen begründet. Die Unterscheidung von Laub- und Nadelgehölzen bzw. Laub- und Nadelwald zeigt sowohl auf Basis von Sentinel-2 als auch von WorldView eine Mehrheit belaubter Vegetation, wobei die relativen Anteile aufgrund datentechnischer und methodischer Unterschiede abweichen. Die Erkennung von Einzelbäumen weicht um ca. 10 % in den beiden Datensätzen voneinander ab; dies kann mit Unterschieden in der Parametrisierung der Detektionsverfahren erklärt werden.

In diesem Zusammenhang sei ergänzend darauf hingewiesen, dass der vorliegende Überblick lediglich einen relativen Vergleich ermöglicht. Echte flächendeckende Validierungsdaten (sog. »Ground Truth«) zu städtischem Grün und Stadtbäumen existieren nicht, folglich ist eine unabhängige, quantitative Bewertung der Genauigkeit der vorgestellten Datensätze nicht möglich. Darüber hinaus ist städtische Vegetation aus der Perspektive der Fernerkundung von oben nicht immer uneindeutig erfassbar. So weisen Stadtbäume zwar oft ausgedehnte Kronen auf, während die zugrunde liegenden Pflanzgruben am Boden nur eine geringe Fläche einnehmen und darüber hinausgehende

Tab. 1: Vegetationsanteile [%] der betrachteten Datensätze im Stadtgebiet der Landeshauptstadt München

	Datensatz	Vegetationsanteil [%]					Anzahl Einzelbäume
		gesamt	hoch	niedrig	belaubt	nadelblättrig	
Bestehende Informationsprodukte	Urban Atlas	35,9	–	–	–	–	–
	Street Tree Layer	–	14,8	–	–	–	–
	LDBV Einzelbäume	–	–	–	–	–	1.041.159
Landbedeckungsklassifikationen	Sentinel-2	44,7	12,5	32,3	10,5	2,0	–
	WorldView	59,8	28,5	31,4	–	–	–
	Orthophotos	42,6	24,9	17,7	–	–	–
Fernerkundliche Informationsprodukte	Vegetationsanteil	53,9	–	–	–	–	–
	Baumartengruppe	–	–	–	18,6	8,8	–
	Baumstandorte	–	24,2	–	–	–	1.181.978

überschirmte Flächen häufig versiegelt sind. Anwenderinnen und Anwender sollten sich daher bewusst machen, dass neben der räumlichen Auflösung und Abdeckung sowie der Wiederholrate auch der thematische Informationsgehalt entscheidend für die Auswahl des geeigneten Produkts ist.

6 Fazit

Dieser Artikel bietet einen beispielhaften Überblick über aktuelle fernerkundliche Datenquellen und Informationsprodukte zur Erfassung von Stadtgrün und Stadtbäumen. Dabei wird deutlich, dass die verschiedenen Fernerkundungsdaten entsprechend ihrer Charakteristika unterschiedliche Möglichkeiten zur Erfassung von städtischem Grün aufweisen. Hier spielt insbesondere die räumliche Auflösung eine entscheidende Rolle, da diese Eigenschaft das Auflösungsvermögen von Einzelobjekten im urbanen Raum maßgeblich bestimmt. Weitere wichtige Merkmale sind die räumliche Abdeckung und die Wiederholrate sowie der thematische Informationsgehalt, welche in Abhängigkeit der konkreten Fragestellung und Anwendung zu bewerten sind. Neben bestehenden Informationsprodukten wie dem Urban Atlas existieren aus der Forschung verschiedene Ansätze zur Klassifikation der Landbedeckung und damit zur Erfassung von städtischem Grün und Stadtbäumen, wobei auch diese Daten teilweise frei verfügbar sind. Abschließend stellt dieser Artikel beispielhaft weiterführende thematische Informationsprodukte, beispielsweise zur Unterscheidung von Laub- und Nadelgehölzen oder zur Quantifizierung der Baumkronenüberschirmung vor. Dieser Überblick ermöglicht es Fachexperten, Anwenderinnen und politischen Entscheidungsträgerinnen, das am besten geeignete Informationsprodukt für ihre jeweilige Fragestellung auszuwählen und damit vorhandene Daten bzw. Informationslücken zu verkleinern oder zu schließen.

Literatur

- Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE) (2026): Sentinel-2. <https://documentation.dataspace.copernicus.eu/Data/SentinelMissions/Sentinel2.html>, letzter Zugriff 13.05.2026.
- Copernicus Land Monitoring Service (2023): Urban Atlas 2012–2018 mapping guide (Version 6.3). European Environment Agency. https://land.copernicus.eu/en/technical-library/urban_atlas_2012_2018_mapping_guide/%40%40download/file, letzter Zugriff 15.05.2026.
- Esch, T., Ayivor, B., Marconcini, M., Zeidler, J., Zygar, C. (2025): Raumzeitlich hochaufgelöste Erfassung der Blau-Grün-Grauen Infrastruktur in Deutschland. 13. Deutsches GeoForum 2025, 11.–12.11.2025, Berlin, Deutschland.
- European Space Imaging (EUSI) (2021): WorldView-2 Data Sheet. <https://www.euspaceimaging.com/blog/2021/02/26/worldview-2/>, letzter Zugriff 13.05.2026.
- Feldmann, F., Quambusch, M., Langenbrinck, G., Ammon, I. (2023): Stadtgrün wirkt!: Aspekte der Pflanzenauswahl für eine leistungsfähige Vegetation für Klimaanpassung und Klimaschutz in der Stadt. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Bonn. DOI: 10.58007/g7ke-g394.

- García de León, A.S., Rötzer, T., Leichtle, T., Pauleit, S., Friesen, J., Martin, K., Ullmann, T., Taubenböck, H. (2026): Beyond public inventories: remote sensing-based assessment of urban tree ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening* 119, 129382. DOI: 10.1016/j.ufug.2026.129382.
- Hunter, M.C.R., Gillespie, B.W., Chen, S.Y.P. (2019): Urban Nature Experiences Reduce Stress in the Context of Daily Life Based on Salivary Biomarkers. *Frontiers in Psychology* 10, 722. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00722.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023): Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) (2026a): Orthophotos. <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/luftbilder/orthophotos.html>, letzter Zugriff 13.05.2026.
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) (2026b): Einzelbäume. <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/landschaftsinformationen/einzelbaeume.html>, letzter Zugriff 15.05.2026.
- Leichtle, T., Zehner, M., Kühnl, M., Martin, K., Taubenböck, H. (2021): Urban Trees – Detection, Delineation, Quantification, and Characterisation based on VHR Remote Sensing. *Proceedings of REAL CORP 2021, 26th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society*. 1029–1039. ISSN 2521-3938.
- Leichtle, T., García de León, A.S., Rötzer, T., Martin, K., Pauleit, S., Taubenböck, H. (2024): Abschätzung der Ökosystemleistungen von Stadtbäumen. *AFZ – Der Wald* 8, 16–19. Deutscher Landwirtschaftsverlag (DLV). ISSN 1430-2713.
- Osterkamp, N., Leichtle, T., Weigand, M., Staab, J., Wurm, M., Taubenböck, H. (2026): Decomposition of fractional vegetation cover based on Sentinel-2 data in Bavarian cities. *Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*. Eingereichter Beitrag.
- Ostrau, S. (2024): Deutschland im digitalen Umbruch – Wege zur stärkeren Etablierung der GDI-DE. *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, Heft 1/2024, 149. Jg., 52–59. DOI: 10.12902/zfv-0457-2023.
- Rötzer, T., Franceschi, E., Reischl, A., Rahman, M., Bradatsch, M., Pretzsch, H., Pauleit, S. (2024): Leitfaden Stadtbäume im Klimawandel. Zweite, erweiterte Auflage des Leitfadens zu Stadtbäumen in Bayern. Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung, Freising, 95 S.
- Urbansky, F. (2025): Ahrtal-Katastrophe als Lehre für klimafeste Zukunft. <https://www.springerprofessional.de/wasserwirtschaft/energie---nachhaltigkeit/ahrtal-katastrophe-als-lehre-fuer-klimafeste-zukunft/51348760>, letzter Zugriff 18.05.2026.
- Weigand, M., Staab, J., Wurm, M., Taubenböck, H. (2020): Spatial and Semantic Effects of LUCAS Samples on Fully Automated Land Use/Land Cover Classification in High-resolution Sentinel-2 Data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 80, 1–9. DOI: 10.1016/j.jag.2020.102065.
- Winklmayr, C., Muthers, S., Niemann, H., Mücke, H.G., an der Heiden, M. (2022): Heat-related mortality in Germany from 1992 to 2021. *Deutsches Ärzteblatt International* 119: 451–7. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0202.
- Wurm, M., Taubenböck, H., Schardt, M., Esch, T., Dech, S. (2011): Object-based image information fusion using multisensor earth observation data over urban areas. *International Journal of Image and Data Fusion* 2 (2), 121–147. DOI: 10.1080/19479832.2010.543934.

Kontakt

Dr. Tobias Leichtle
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V.
Münchener Straße 20, 82234 Weßling
tobias.leichtle@dlr.de