



Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern



boden



Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern

Impressum

Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
Fax.: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Redaktion:

LfU, Referat 11, Hans Frieß, Matthias Wenzel

Wissenschaftliche Bearbeitung der Basisstudie:

Soner Üreyen (M.Sc), Dr. Michael Thiel, DLR-Stiftungslehrstuhl für Fernerkundung am Geographischen Institut der Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg

Bildnachweis:

Lehrstuhl für Fernerkundung, Universität Würzburg
Titelbilder: von links nach rechts: Jonathan Frieß, Erlangen; Max Grad, Geltendorf; LfU

Titelbild:

von links nach rechts: Luftaufnahme des Autobahnkreuzes Fürth / Erlangen (A3 und A73) mit aktuellen Baumaßnahmen sowie der viergleisigen neuen ICE-Bahnstrecke; Neubau eines Logistik-Zentrums südlich von Augsburg-Königsbrunn an der B17; Asphaltierung einer Straße in München

Druck:

JOH. WALCH GmbH & Co. KG
Im Gries 6, 86179 Augsburg

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Stand:

Oktober 2018

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich sind während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwendung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhalt

Kurzfassung	5
Erfassung der Bodenversiegelung	8
Versiegelungssituation in Bayern	10
Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsflächen	10
Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner	13
Entwicklung der Versiegelungssituation zwischen 2000 und 2015	18
Fazit	20
Anhang	22

Wichtiger Hinweis

Gemeinsam mit der Universität Würzburg hat das Landesamt für Umwelt im Oktober 2019 exemplarisch für einen Landkreis eine Validierung der Entwicklung der Versiegelungssituation vorgenommen. Sie kommt zum Ergebnis, dass als Folge der Umstellung der amtlichen Flächenerhebung in den letzten Jahren die Kenngröße „Veränderung der versiegelten Fläche“ in bestimmten Sonderfällen überprüfungsbedürftig ist.

Wir weisen daher darauf hin, dass die Angaben dieser Kennzahl auf der Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte unter Prüfvorbehalt stehen. In der vorliegenden Kurzfassung der Studie betrifft dies den Abschnitt „Entwicklung der Versiegelungssituation zwischen 2000 und 2015“ (S. 18 bis S. 20 mit Abb. 8) sowie im Anhang die Daten in der Spalte „Zunahme der versiegelten Fläche seit 2000“.

Die Ergebnisse der Studie zu den Kennzahlen „Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ sowie „Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner“ sind hierdurch nicht berührt.

Inzwischen verbessern neue Satelliten die Möglichkeiten der Fernerkundung und die Beobachtung der Versiegelungssituation in Bayern bleibt weiterhin im öffentlichen Interesse. Aus diesen Gründen wird das LfU dieses wichtige Umweltthema auch in Zukunft mit weiterentwickelter Methodik verfolgen.

Die Langfassung der Studie ist im Internet unter <https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/flaechenmanagement/versiegelung/index.htm> als PDF-Datei verfügbar.

Kurzfassung

Bayern ist ein wirtschaftlich erfolgreiches und stark wachsendes Land. In den letzten fünf Jahren wuchs die Zahl der Arbeitsplätze um 400.000, die der Einwohner um 500.000. Damit verknüpft ist auch ein hoher Bedarf an Wohnraum, Gewerbeflächen und Verkehrsinfrastruktur. Seit vielen Jahrzehnten nehmen die Siedlungs- und Verkehrsflächen im Freistaat zu. Sie liegen mit einem Anteil von derzeit 12 Prozent der gesamten Landesfläche aber immer noch unter dem Bundesdurchschnitt. Der tägliche Flächenverbrauch in Bayern ist jedoch der höchste aller Länder in Deutschland, schwankt seit Jahren auf hohem Niveau und lag zuletzt bei 9,8 Hektar pro Tag (2016).

Als Flächenverbrauch bezeichnet man die Umnutzung von freien Flächen in Siedlungs- und Verkehrsflächen. Er wird über die jährliche Zunahme der statistisch erfassten Siedlungs- und Verkehrsflächen berechnet. Meist werden hierzu landwirtschaftlich genutzte Flächen umgewidmet, die somit für die Lebens- und Futtermittelproduktion verloren gehen. Da die Siedlungs- und Verkehrsfläche in beachtlichem Umfang auch Grün- und Freiflächen umfasst, ist der Flächenverbrauch nicht mit Versiegelung gleichzusetzen.

Mit dem Flächenverbrauch ist die Zunahme der Bodenversiegelung dennoch eng verknüpft. Die mit Siedlungs- oder Verkehrsflächen einhergehende teilweise Überbauung des Bodens führt zu einem irreversiblen Verlust wertvoller Böden und ist ein erheblicher Eingriff in den Naturhaushalt. Versiegelung bedeutet, dass offener Boden durch Asphalt, Beton, Gebäude beispielsweise stark verdichtet und abgedeckt wird und Austauschvorgänge mit Luft und Wasser unterbunden sind. Folgen für die Umwelt sind unter anderem der Lebensraumverlust für Tiere und Pflanzen, eine Begünstigung von Hochwasserereignissen und eine Verringerung der Grundwasserneubildung. In Städten führt die Versiegelung auch zur Aufheizung, zur Verringerung der Luftfeuchte und zu einer verstärkten Staubentwicklung und damit zu einer Verschlechterung von Stadtklima und Luftqualität. Diese Folgen sind auch im Kontext von Klimawandel und Verkehrsemissionen von Bedeutung.

Bodenversiegelung führt zu einem irreversiblen Verlust vieler Bodenfunktionen, was unter anderem zur Aufheizung des lokalen Klimas und zur Begünstigung von Hochwasserereignissen beiträgt.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) hatte den Lehrstuhl für Fernerkundung des Geographischen Instituts der Universität Würzburg beauftragt, erstmals mit Daten für das Jahr 2000 eine landesweit einheitliche und objektive Erhebung der Versiegelung mit hohem räumlichen Detaillierungsgrad durchzuführen. Grundlage war die Entwicklung einer Technik zur weitestgehend automatisierten, bayernweiten Kartierung der Flächenversiegelung auf der Basis von Satellitenaufnahmen und Daten aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS).

Die nun vorliegende Wiederholungsstudie mit Daten des Jahres 2015 wurde 2017 abgeschlossen. Sie nutzt die gleiche satellitengestützte Methodik und liefert die Kennzahlen:

- Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2015
- Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner im Jahr 2015.

Diese wurden für die gesamte Fläche des Freistaates Bayern sowie seine administrativen und raumstrukturellen Teilräume (Gemeinden, Landkreise, Regierungsbezirke, Planungsregionen, Gebietskategorien des Landesentwicklungsprogramms Bayern (LEP) 2013) ermittelt. Ergänzend wird erstmals die zeitliche Entwicklung der Versiegelungssituation zwischen den Jahren 2000 und 2015 beschrieben.

Diese Studie liefert einen Fachbeitrag zur besseren Bewertung der vielfältigen Umweltauswirkungen des hohen Flächenverbrauchs in Bayern und für eine fundierte Diskussion. Sie ist angelegt als eine reine Bestandsaufnahme zur Versiegelungssituation und liefert daher keine Erklärungen zu den spezifischen Ursachen der ermittelten, räumlich differenzierten Entwicklungen.

Die Studie zeigt, dass sich auf die gesamte Siedlungs- und Verkehrsfläche Bayerns bezogen ein Anteil der versiegelten Fläche von 50,9 % ergibt. Im Vergleich zum Jahr 2000 gab es eine Zunahme von 3,7 Prozentpunkten beim Versiegelungsgrad. Bei einer gemeindebezogenen Betrachtung der versiegelten Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner ergibt sich auf Gesamtbayern gerechnet für jeden der rund 12,84 Millionen Einwohner (Datenstand 2015) eine versiegelte Fläche von 330 m². Dieser Indikator ist seit 2000 um 53 m² gestiegen. Während im Jahr 2000 in Bayern eine Fläche von rund 3.570 km² versiegelt war, sind es im Jahr 2015 bereits 4.240 km². Dies entspricht in diesem Zeitraum einer jährlichen Zunahme von durchschnittlich 44,7 km² – etwa der Fläche des Ammersees.

Auf politischer Ebene ist eine Reduzierung des Flächenverbrauchs in der Bayerischen Nachhaltigkeitsstrategie (2017) festgeschrieben. Als Ziel ist dort eine langfristig deutliche Reduzierung des Flächenverbrauchs bis hin zu einer Flächenkreislaufwirtschaft ohne weiteren Flächenneuverbrauch formuliert. Ein aktueller Beschluss des Bayerischen Landtags vom März 2018 fordert in einem Anreizpaket zum Flächensparen die Fortsetzung bestehender Instrumente sowie weitere zusätzliche Maßnahmen. Hierzu gehört insbesondere auch eine Förderinitiative zur Flächenentsiegelung.



Abb. 1: Erscheinungsbild einer unversiegelten (A), einer teilversiegelten (B) und einer vollständig überbauten (C) Fläche

Die obere Bildzeile zeigt jeweils die Bodenansicht einer Fläche, die im darunter dargestellten Luftbild orange eingefasst ist. Das Luftbild veranschaulicht das Erscheinungsbild von Siedlungsstrukturen bei einer Betrachtung aus der Vogelperspektive. Im oberen Teil der Abbildung (A) ist eine Parkanlage zu sehen, die durch einen äußerst geringen Versiegelungsgrad gekennzeichnet ist. Das mittlere Bildbeispiel (B) zeigt ein Wohngebiet mit Einzelhausbebauung, das einen charakteristischen Wechsel zwischen Grünflächen und versiegelten Arealen aufweist. Demgegenüber ist der unterste Ausschnitt (C) nahezu vollständig versiegelt und offenbart das oftmals für hoch versiegelte Siedlungsbereiche typische, monotone Erscheinungsbild.

Erfassung der Bodenversiegelung

Zur Verdeutlichung des unterschiedlichen Ausmaßes des Versiegelungsgrades in unseren Städten und Gemeinden illustriert Abbildung 1 jeweils das charakteristische Erscheinungsbild einer unversiegelten (A), einer teilversiegelten (B) und einer vollständig überbauten (C) Fläche.

Grundlage des in dieser Studie eingesetzten Verfahrens zur fernerkundlichen Erfassung versiegelter Flächen sind insgesamt neun Aufnahmen des Landsat-8 Satelliten. Dieses System erzielt eine räumliche Auflösung von 30 x 30 Metern pro Bildelement (Pixel) bei einer flächenhaften Abdeckung von rund 170 x 185 Kilometern pro Szene. Die entwickelte Methodik zur Versiegelungskartierung basiert auf einem halbautomatischen Ansatz, der zunächst über Techniken der digitalen Bildanalyse eine Modellierung von Versiegelungsgraden mittels multispektraler Satellitendaten vollzieht. Ausschlaggebend ist hier die spektrale Information der insgesamt acht Aufnahmekanäle des Landsat-Systems. Um die Auswertung der Satellitenaufnahmen zu beschleunigen und die inhaltliche Genauigkeit der Analyse zu erhöhen, wird die Auswertung gezielt auf Siedlungs- und Verkehrsareale fokussiert. Dies erfolgt über die Einbindung entsprechender Informationen aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS). Dabei wird nur für jene Areale der Versiegelungsgrad aus den Landsat-Daten berechnet, die im ATKIS als Siedlungs- oder Verkehrsfläche ausgewiesen sind. Zudem werden über die ATKIS-Daten Infrastrukturelemente wie Straßen und Eisenbahnlinien eingebunden. Diese könnten aufgrund des eingeschränkten räumlichen Detaillierungsgrades der Satellitenaufnahmen ansonsten nicht erfasst werden.

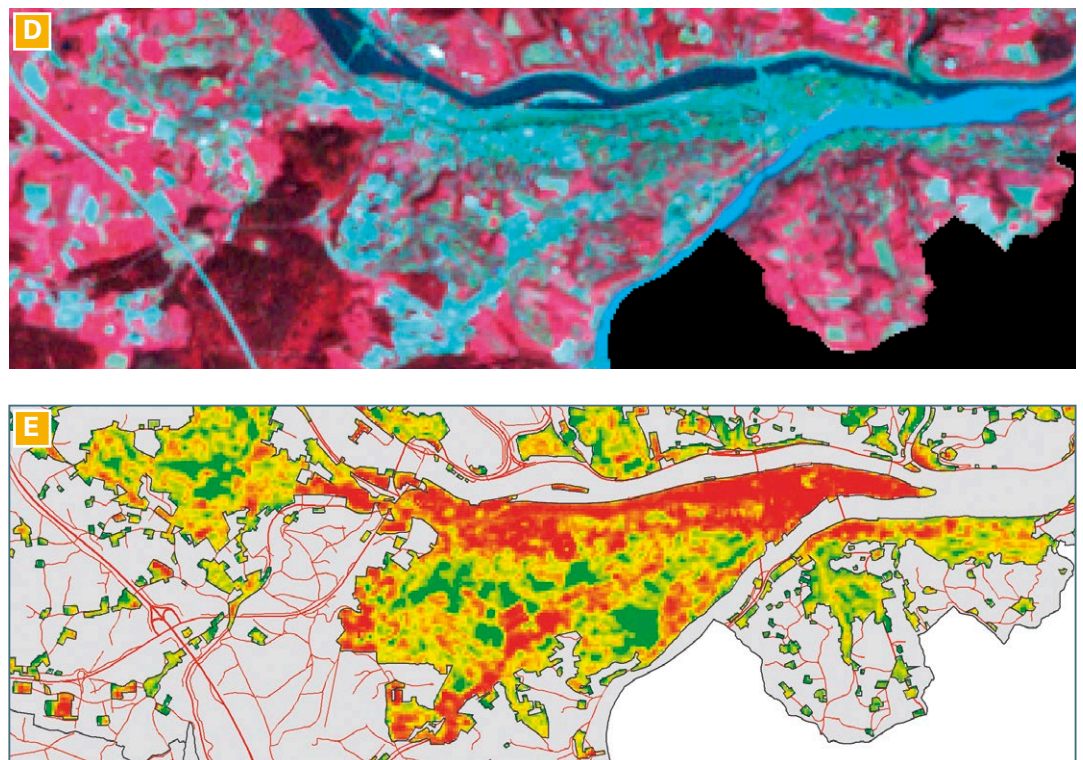


Abb. 2: Beispiel der satellitenbasierten Versiegelungsanalyse

In Bild D ist der Ausschnitt einer Landsat-Szene vom Raum Passau abgebildet. In dieser Darstellung wird Vegetation in roten Farbtönen wiedergegeben, während versiegelte Flächen und unbedeckte Böden türkis erscheinen. Bild E zeigt den für diesen Ausschnitt

abgeleiteten Grad der Versiegelung. Rote Flächen stehen für Vollversiegelung, während grüne Flächen unversiegelte Regionen kennzeichnen. In grauer Farbgebung erscheinen sämtliche Areale, die weder Siedlungs- noch Verkehrsfläche repräsentieren – etwa unversiegelte land- und forstwirtschaftliche Flächen oder Gewässer. Die roten, linienhaften Strukturen kennzeichnen Straßen und Eisenbahnen.

Das Resultat aus der Verknüpfung von Satellitenbilddauswertung und ATKIS-Informationen ist in Abbildung 2 illustriert. Abbildung 3 präsentiert einige Ausschnitte des bayernweit berechneten Versiegelungsrasters am Beispiel der Stadt Nürnberg sowie des Gewerbegebietes Eching-Ost nördlich von München. Überörtliche Straßen und Eisenbahnen werden bei dieser Illustration aus Darstellungsgründen nicht wiedergegeben.

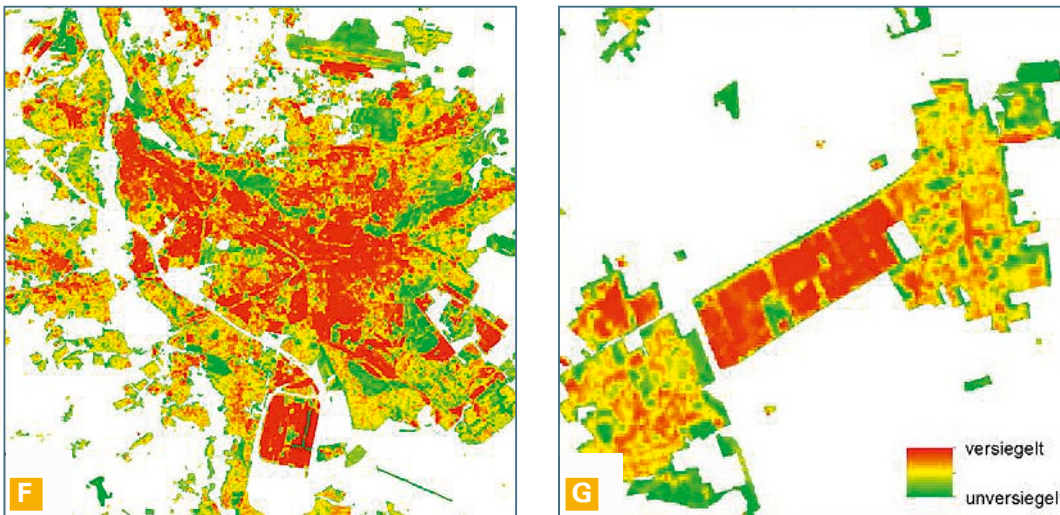


Abb. 3: Resultat der Versiegelungskartierung am Beispiel der Stadt Nürnberg sowie des Gewerbegebietes Eching-Ost bei München

Bemerkenswert ist, dass die Versiegelungskartierung trotz der geringen räumlichen Auflösung von 30x30 Metern des Landsat-Satelliten viele Details abbildet.

Die Validierung des eingesetzten Verfahrens belegt, dass sich Informationen zur Versiegelung über eine Auswertung von Satellitendaten grundsätzlich mit hinreichender Genauigkeit erheben lassen. Die umfangreichen Qualitätskontrollen aus der ersten Studie 2007 und die Ergebnisse der Validierung der aktuellen Studie belegen, dass sich das im Rahmen der Studie eingesetzte Verfahren sehr gut zur Ermittlung der Bodenversiegelung eignet.

Ausführliche Erläuterungen zum methodischen Vorgehen finden Sie in Kapitel 2 und 3 der Langfassung der Studie „Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern 2015“, die über die Internetseite des Bayerischen Landesamts für Umwelt gratis heruntergeladen werden kann.

Versiegelungssituation in Bayern

Um auf der Grundlage der erhobenen Daten vergleichende Aussagen zur Versiegelungssituation treffen zu können, ist es notwendig, die Informationen auf definierte Raumeinheiten zu beziehen. Daher wird der generierte Datensatz über ein Geographisches Informationssystem (GIS) mit administrativen beziehungsweise raumstrukturellen Gebietseinheiten verknüpft. Dies sind einerseits die Gemeinde-, Landkreis- und Bezirksgrenzen, die Grenzen der Planungsregionen sowie die Gebietskategorien des Landesentwicklungsprogramms Bayern (LEP) 2013.

Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsflächen

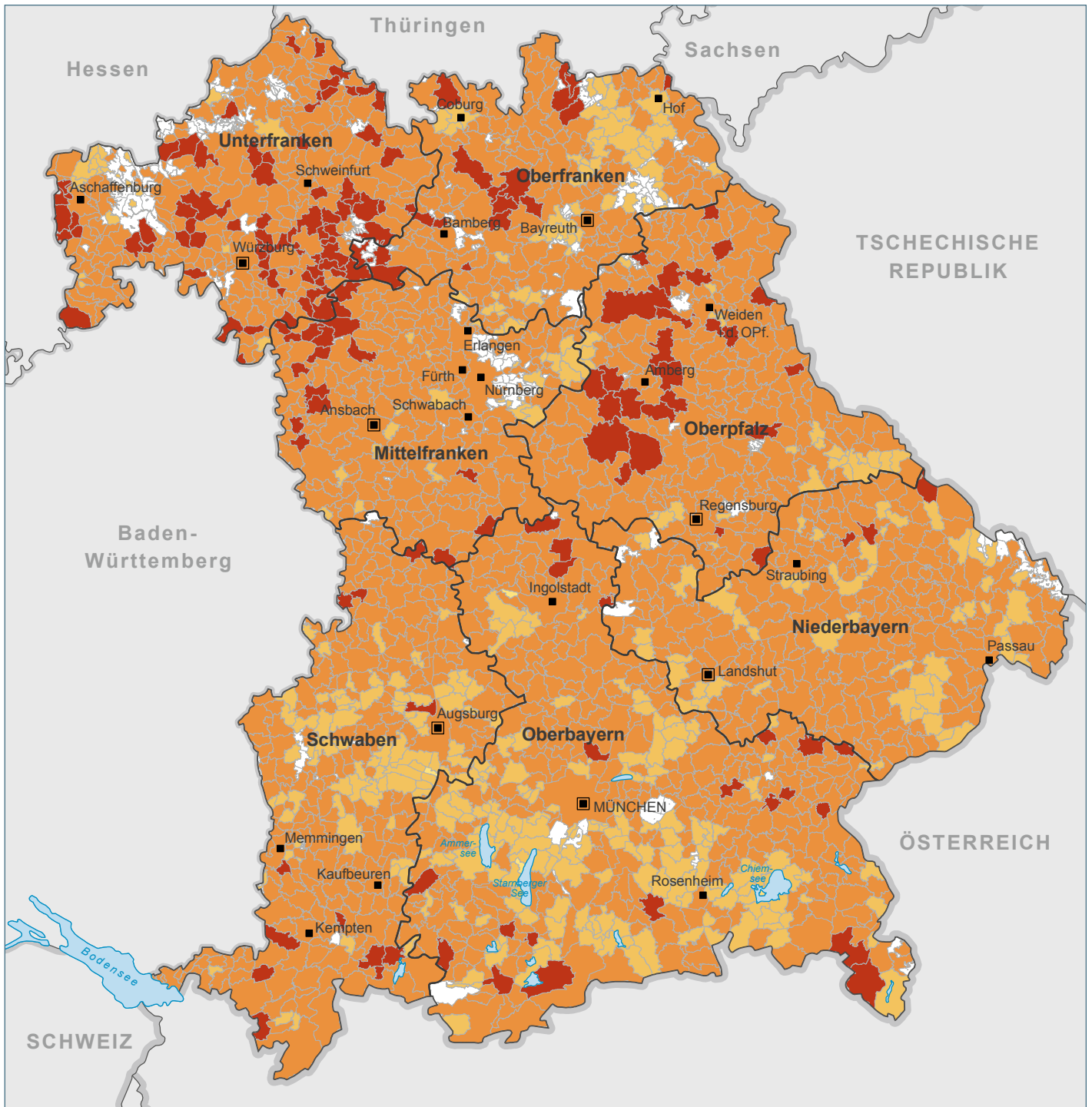
Die Versiegelung in den Gemeinden Bayerns variiert zwischen 27 und 75 % der Siedlungs- und Verkehrsfläche.

Abbildung 4 zeigt den Anteil der versiegelten Flächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche, bezogen auf die Gemeinden in Bayern. Die weitaus größte Anzahl der Gemeinden Bayerns findet sich in der Kategorie mit einem Versiegelungsgrad von 45 bis 60 %. Die Versiegelungsgrade liegen – abgesehen von einzelnen Ausnahmen – insgesamt innerhalb einer Spanne von knapp 27 % als unterster Grenze bis etwa 75 % als maximalem Versiegelungswert.

Auffällig ist beispielsweise die höhere Anzahl an Gemeinden mit einem hohen Versiegelungsgrad von über 60 % in Teilen Frankens und der Oberpfalz. Kommunen mit niedrigeren Werten unter 45 % finden sich überall im Freistaat, insbesondere aber in Oberfranken nördlich des Fichtelgebirges sowie in größeren Bereichen von Oberbayern und Schwaben. Gemeinden mit niedrigen Versiegelungsgraden von unter 30 % gibt es noch vereinzelt, unter 15 % keine mehr.

Diese räumliche Charakteristik des Versiegelungsgrades kommt auch bei einer Betrachtung der bayerischen Landkreise beziehungsweise kreisfreien Städte erkennbar zum Ausdruck (siehe Abbildung 5). Die weitaus größte Anzahl der Landkreise und kreisfreien Städte findet sich in den drei Kategorien mit den höheren Versiegelungsgraden, also über 47 %. Auffällig sind die vielen Landkreise und Städte mit einem hohen Versiegelungsgrad von über 54 % in Franken und der Oberpfalz, darüber hinaus die Städte Straubing und Memmingen. Bayernweit zeigt der Landkreis Kitzingen mit 58,9 % den höchsten und der Landkreis Starnberg in Oberbayern mit 39,5 % den niedrigsten Wert. Auch die Stadt Nürnberg mit 57,1 % und die Stadt Schweinfurt mit 56,7 % haben einen hohen Versiegelungsgrad. Bayernweit zeigen die 25 kreisfreien Städte mit einer mittleren Versiegelung von 51,9 % einen etwas höheren Wert gegenüber einem Mittelwert von 50,7 % bei den Landkreisen auf.

Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2015



Versiegelungsgrad [%]

- < 15
- 15 - < 30
- 30 - < 45
- 45 - < 60
- > 60
- Siedlungsfreier Raum*

* ist nicht in die Berechnung der Bodenversiegelung eingeflossen.

Schwaben Regierungsbezirk

- Sitz Bezirksregierung
- Kreisfreie Stadt
- Staatsgrenze
- Landesgrenze
- Regierungsbezirksgrenze
- Gemeindegrenze

0 50 km

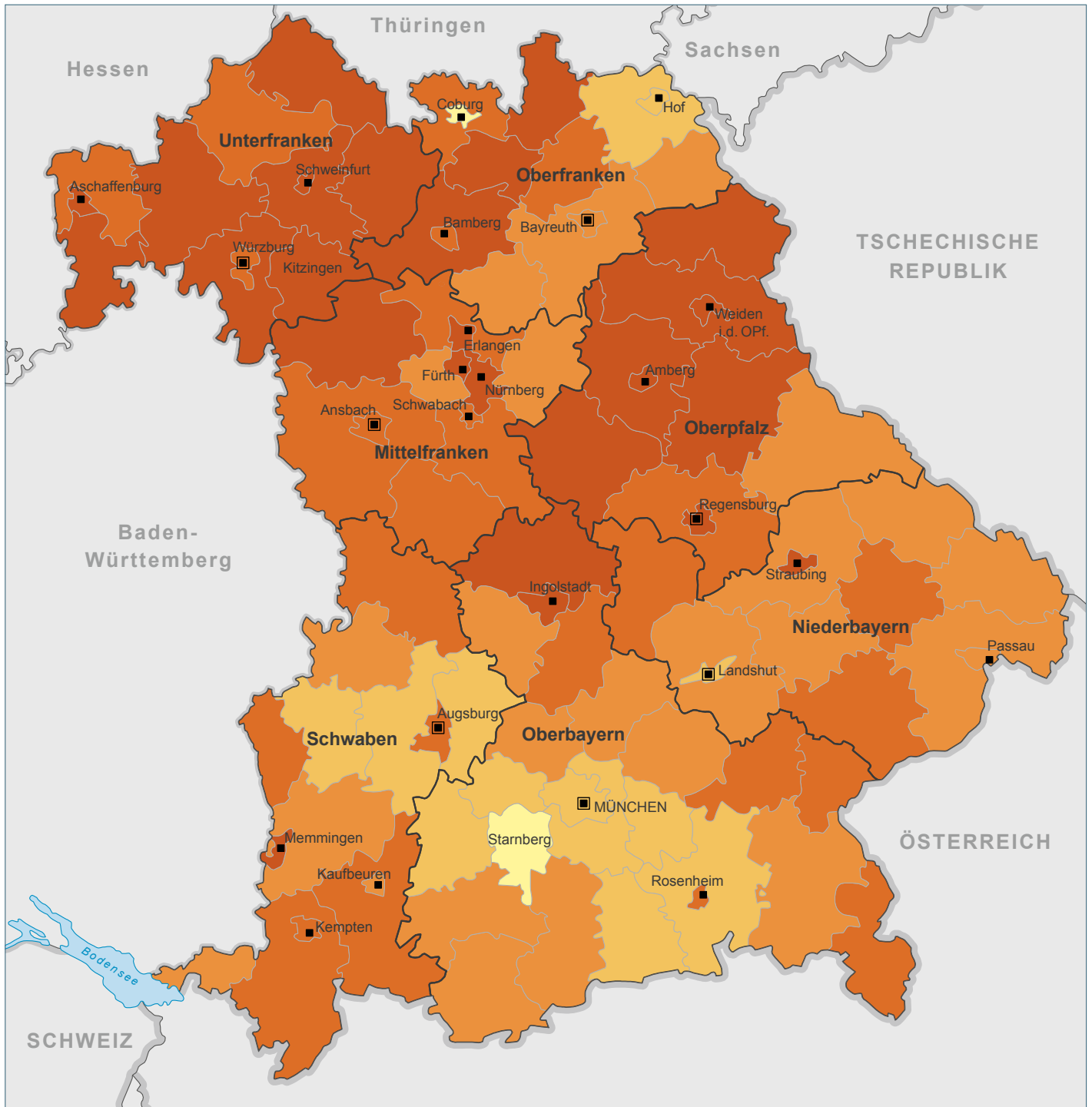
Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Geobasisdaten:
alle LfU außer Gemeindegrenzen:
Bayerische Vermessungsverwaltung -
www.geodaten.de

Fachdaten: Universität Würzburg,
Lehrstuhl für Fernerkundung, DLR
Stand: 2015

Abb. 4: Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2015 auf Ebene der Gemeinden

Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2015



Versiegelungsgrad [%]

- 35 - < 43
- 43 - < 47
- 47 - < 50
- 50 - < 54
- 54 - 59

Schwaben Regierungsbezirk

- Starnberg Landkreis bzw. kreisfreie Stadt
- ☐ Sitz Bezirksregierung
- Kreisfreie Stadt

- Staatsgrenze
- Landesgrenze
- Regierungsbezirksgrenze
- Landkreisgrenze bzw. Grenze kreisfreie Stadt



Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Fachdaten: Universität Würzburg,
Lehrstuhl für Fernerkundung, DLR
Stand: 2015

Abb. 5: Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2015 auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte

Der Versiegelungsgrad in den Regierungsbezirken stellt sich wie folgt dar: Mit 48,0 % weist Oberbayern den geringsten Anteil versiegelter Flächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche und Unterfranken mit 55,4 % den höchsten Anteil auf. Die Werte für Niederbayern, Schwaben, Oberfranken sowie Mittelfranken liegen in einer engen Spanne von 49,2 bis 52,9 %, während die Oberpfalz einen höheren Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 54,2 % aufweist (siehe Tabelle 1, Seite 15).

Die Versiegelungsgrade der Gebietskategorien des Landesentwicklungsprogramms Bayern (LEP) 2013 liegen in einem Bereich von 50,0 % bis 51,9 % relativ nahe beieinander. Das LEP definiert mit seinen Gebietskategorien Regionen, in denen gleichwertige Lebens- und Arbeitsbedingungen geschaffen und erhalten werden sollen. Den höchsten Versiegelungsgrad weist dabei die Kategorie „Raum mit besonderem Handlungsbedarf“ auf, die Raumkategorie „Verdichtungsraum“ hingegen den geringsten. Eine Auflistung der Werte sämtlicher Gebietskategorien findet sich in Tabelle 2 (siehe Seite 17).

Innerhalb der 18 Planungsregionen Bayerns zeigt die Region Würzburg mit 56,1 % den höchsten und die Region München mit 46,0 % den geringsten Wert (siehe Tabelle 3, Seite 18). Wie bereits auf Bezirksebene liegen auch hier die fünf am stärksten versiegelten Regionen in Mittel- und Nordbayern.

Für die gesamte Fläche des Freistaates Bayern beläuft sich der durchschnittliche Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche auf 50,9 %.

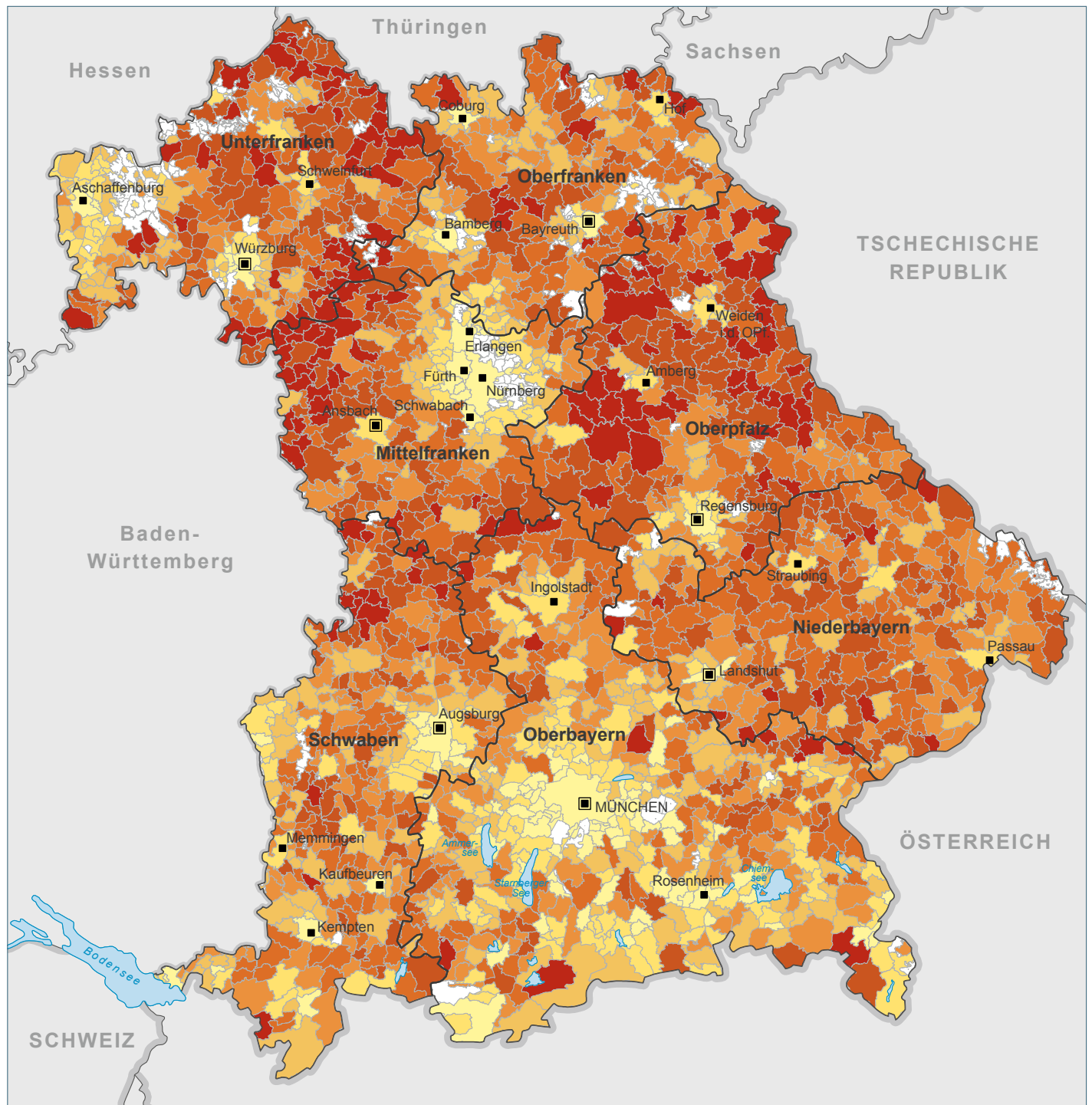
Die Siedlungs- und Verkehrsflächen sind in Bayern durchschnittlich zu 50,9 % versiegelt.

Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner

Wird die versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche auf die Einwohnerzahl der betrachteten Gebietseinheit bezogen, ergibt sich die Kenngröße der „Versiegelten Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner“. Bei einer gemeindebezogenen Betrachtung der versiegelten Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner tritt eine Wertespanne zwischen 73 m² und 3.203 m² auf.

Erwartungsgemäß zeigen viele Städte und vor allem die Großstädte Bayerns (München, Nürnberg, Augsburg) sowie deren Umland besonders niedrige Werte unter 300 m² pro Einwohner. Dies ist ein Hinweis auf die aus städtebaulicher Sicht wünschenswerte effizientere Nutzung der Siedlungsfläche in urban geprägten Räumen.

Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner im Jahr 2015



Fläche pro Einwohner [m²]

- 73 - 200
- >200 - 300
- >300 - 400
- >400 - 500
- >500 - 650
- >650 - 900
- >900 - 3203
- Siedlungsfreier Raum*

* ist nicht in die Berechnung der Bodenversiegelung eingeflossen.

Schwaben

- Regierungsbezirk
- Sitz Bezirksregierung
- Kreisfreie Stadt
- Staatsgrenze
- Landesgrenze
- Regierungsbezirksgrenze
- Gemeindegrenze

0 50km

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Geobasisdaten:
alle LfU außer Gemeindegrenzen:
Bayerische Vermessungsverwaltung -
www.geodaten.de

Fachdaten: Universität Würzburg,
Lehrstuhl für Fernerkundung, DLR
Stand: 2015

Abb. 6: Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner im Jahr 2015 auf Ebene der Gemeinden

Sehr viele ländliche Gemeinden Bayerns liegen in den Kategorien über 500 m² bzw. über 650 m² Pro-Kopf-Versiegelung. Fast zehn Prozent der Gemeinden belegen Werte der höchsten Kategorie mit über 900 m² Pro-Kopf-Versiegelung. Mit jeweils über 1.500 m² versiegelter Fläche pro Einwohner weisen zehn Gemeinden in der Oberpfalz und fünf in Mittelfranken die höchsten Werte auf. Allgemein lassen sich hohe und sehr hohe Werte eher im ländlichen Raum und in den nördlichen Regionen Bayerns feststellen. Die gemeindebezogene Situation der versiegelten Fläche pro Kopf ist in Abbildung 6 wiedergegeben.

Das Ergebnis der Berechnung zur „Versiegelten Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner“ auf der Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte zeigt Abbildung 7. Auch hier ist die erhöhte Pro-Kopf-Versiegelung in Franken und in der Oberpfalz, aber auch in Teilen Niederbayerns, gegenüber Oberbayern und den südlichen Regionen Bayerns zu erkennen.

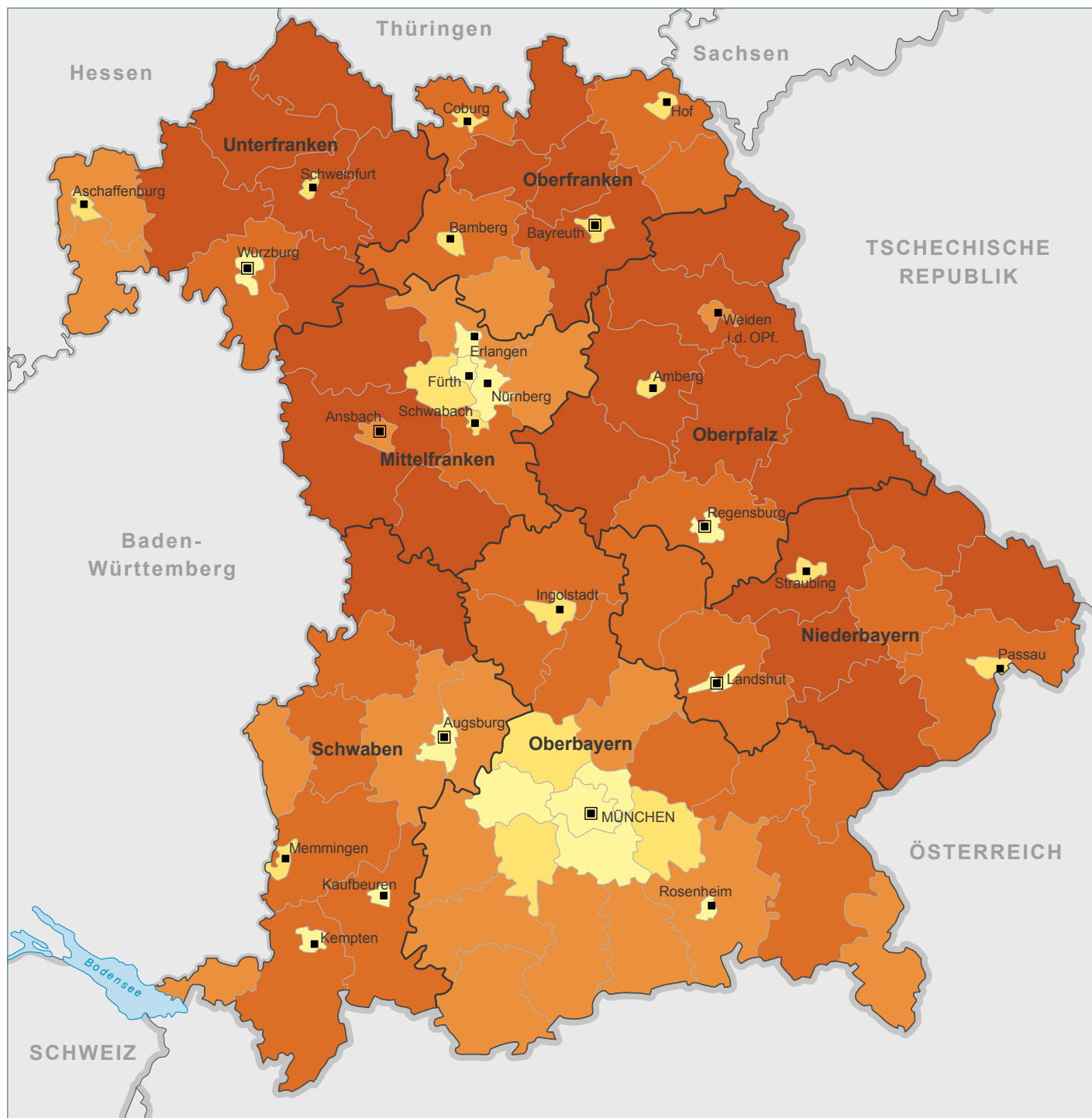
Bezogen auf die Regierungsbezirke weist Oberbayern mit 221 m² den niedrigsten und die Oberpfalz mit 518 m² den höchsten Wert auf. Die anderen fünf Regierungsbezirke liegen alle zwischen 297 m² und 462 m² pro Einwohner. Eine zusammenfassende Darstellung der ermittelten Pro-Kopf-Versiegelung für die sieben Regierungsbezirke Bayerns gibt Tabelle 1.

Regierungsbezirk	Versiegelungsgrad [%]	Versiegelte Fläche pro Einwohner [m ²]
Oberbayern	48,0	221
Mittelfranken	52,9	297
Schwaben	49,7	324
Oberfranken	50,6	405
Unterfranken	55,4	427
Niederbayern	49,2	462
Oberpfalz	54,2	518

Tab. 1: Versiegelungssituation der sieben Regierungsbezirke in Bayern im Jahr 2015

Mit 55,4 % weist der Regierungsbezirk Unterfranken den höchsten Versiegelungsgrad in Bayern auf. In Oberbayern ist mit 48,0 % der geringste Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen versiegelt. Bei der Pro-Kopf-Versiegelung bildet Oberbayern mit 221 Quadratmetern die untere und die Oberpfalz mit 518 Quadratmetern die obere Grenze.

Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner im Jahr 2015



Fläche pro Einwohner [m²]

- 73 - < 181
- 181 - < 251
- 251 - < 351
- 351 - < 501
- 501 - 871

Schwaben Regierungsbezirk

- Sitz Bezirksregierung
- Kreisfreie Stadt

- Staatsgrenze
- Landesgrenze
- Regierungsbezirksgrenze
- Landkreisgrenze bzw. Grenze kreisfreie Stadt

0 50km

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Fachdaten: Universität Würzburg,
Lehrstuhl für Fernerkundung, DLR
Stand: 2015

Abb. 7: Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner im Jahr 2015 auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte

LEP-Gebietskategorie	Versiegelungsgrad [%]	Versiegelte Fläche pro Einwohner [m ²]
1. Allgemeiner ländlicher Raum	51,2	496
1.1 Raum mit besonderem Handlungsbedarf	51,9	506
2. Verdichtungsraum	50,0	163
3. Ländlicher Raum mit Verdichtungsansätzen	50,6	259

Tab. 2: Versiegelungssituation in den LEP-Gebietskategorien im Jahr 2015

Für die Kategorie „Raum mit besonderem Handlungsbedarf“ hat sich ein Versiegelungsgrad von 51,9 % ergeben. Die Pro-Kopf-Versiegelung fällt für diese Kategorie mit 506 m² noch etwas höher aus als beim „Allgemeinen ländlichen Raum“, und liegt über dem Dreifachen des Wertes des „Verdichtungsraums“.

In Tabelle 2 ist die Versiegelungssituation für die Gebietskategorien des Landesentwicklungsprogramms Bayern (LEP) 2013 aufgeführt. Auch bei den LEP-Kategorien fällt die versiegelte Fläche pro Einwohner im ländlichen Raum mit 496 m² höher aus als im Verdichtungsraum, wo sie 163 m² beträgt. Dieser Unterschied zeigt die effizientere Nutzung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in den Verdichtungsräumen.

In Tabelle 3 wird die „Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner“ für sämtliche bayerischen Planungsregionen aufgelistet. Innerhalb der Planungsregionen treten sehr ausgeprägte Unterschiede auf. So ist die Region 6 (Oberpfalz-Nord) mit 606 m² durch einen deutlich höheren Wert charakterisiert als die Region 14 (München) mit 154 m². Die Region 7 (Nürnberg) zeigt hier ebenfalls eine gering versiegelte Fläche pro Einwohner von 207 m².

Tab. 3: Versiegelungssituation in den 18 Planungsregionen Bayerns

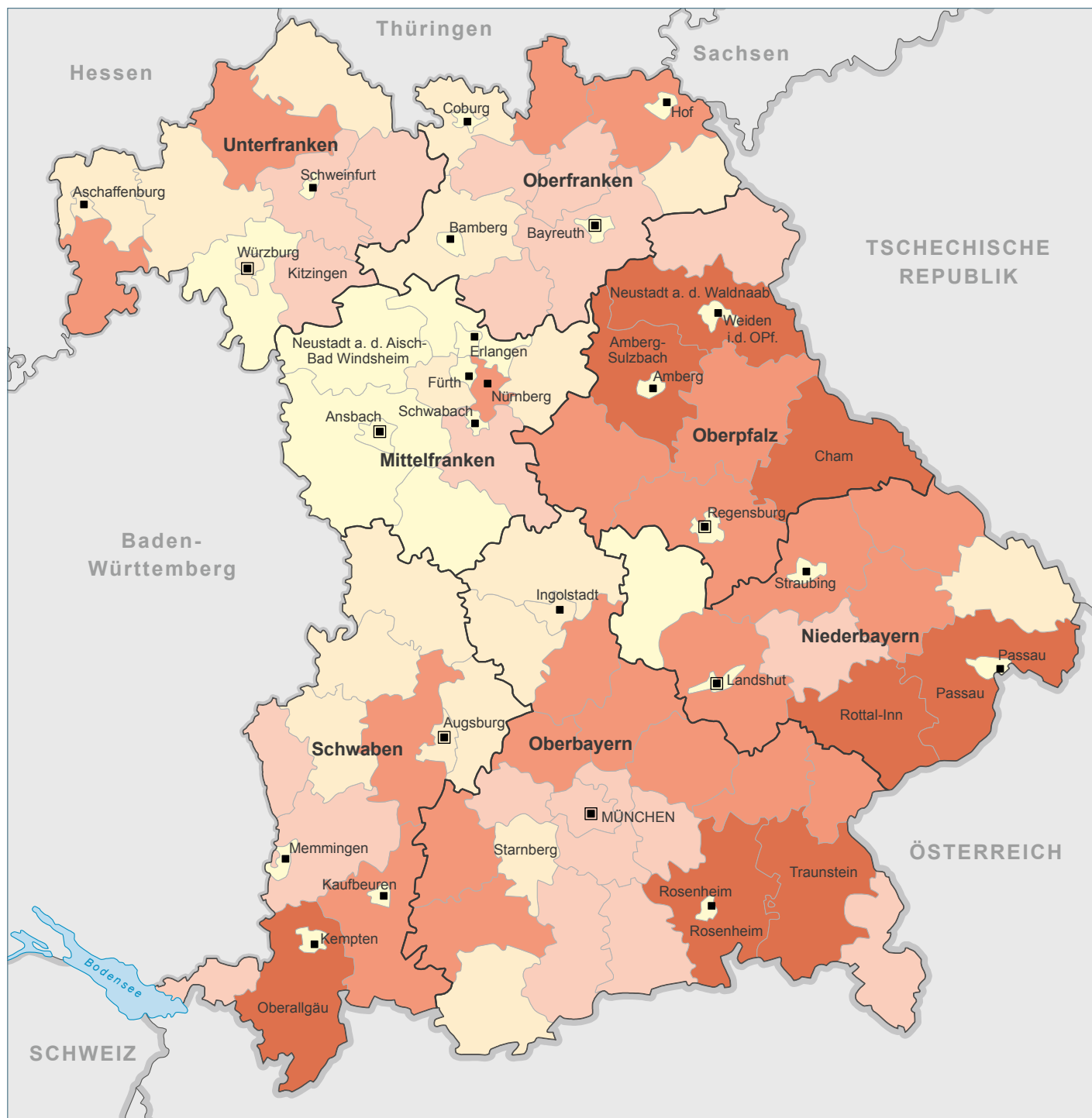
Planungsregion	Versiegelungsgrad [%]	Versiegelte Fläche pro Einwohner [m ²]
Nr. 1 Bayerischer Untermain	54,4	291
Nr. 2 Würzburg	56,1	416
Nr. 3 Main-Rhön	55,2	556
Nr. 4 Oberfranken-West	53,4	398
Nr. 5 Oberfranken-Ost	47,5	415
Nr. 6 Oberpfalz-Nord	55,7	606
Nr. 7 Nürnberg	52,6	207
Nr. 8 West-Mittelfranken	53,1	583
Nr. 9 Augsburg	48,8	306
Nr. 10 Ingolstadt	52,3	388
Nr. 11 Regensburg	52,4	448
Nr. 12 Donau-Wald	48,8	469
Nr. 13 Landshut	49,0	448
Nr. 14 München	46,0	154
Nr. 15 Donau-Ilser	49,2	364
Nr. 16 Allgäu	51,9	318
Nr. 17 Oberland	48,2	304
Nr. 18 Südostoberbayern	48,8	312

Beim „Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ weisen die Region 2 (Würzburg) mit 56,1 % den höchsten und die Region 14 (München) mit 46,0 % die geringsten Werte auf. Bei der „Versiegelten Fläche pro Einwohner“ tritt der höchste Wert mit 606 Quadratmetern in der Region 6 (Oberpfalz-Nord) auf, während insbesondere in den Regionen 7 (Nürnberg) und 14 (München) mit 207 bzw. 154 Quadratmetern eine deutlich geringere Fläche auf jeden Einwohner entfällt.

Entwicklung der Versiegelungssituation zwischen 2000 und 2015

Über die Zunahme der Kennzahl „Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsflächen (ha)“ im Zeitraum zwischen den beiden Versiegelungsstudien (Datengrundlage aus dem Jahr 2000 und 2015) wird die Entwicklung der Versiegelungssituation in Bayern beschrieben. Die Kennzahl „Versiegelte Fläche pro Einwohner“ ist aufgrund der gleichzeitig dynamischen Bevölkerungsentwicklung nicht geeignet, das Ausmaß der Zunahme an versiegelten Flächen in den 15 Jahren zu beschreiben.

Veränderung der versiegelten Fläche [km²] zwischen 2000 und 2015



Veränderung der Fläche [km²]

- 0,2 - < 3
- 3 - < 6
- 6 - < 9
- 9 - < 15
- 15 - 27

- Schwaben** Regierungsbezirk
- Starnberg** Landkreis bzw. kreisfreie Stadt
- Sitz Bezirksregierung
- Kreisfreie Stadt
- Staatsgrenze
- Landesgrenze
- Regierungsbezirksgrenze
- Landkreisgrenze bzw. Grenze kreisfreie Stadt



Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Fachdaten: Universität Würzburg,
Lehrstuhl für Fernerkundung, DLR
Stand: 2015

Abb. 8: Veränderung der fernerkundlich erhobenen versiegelten Flächen auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte zwischen 2000 und 2015

Während im Jahr 2000 in Bayern eine Fläche von rund 3.570 km² versiegelt war, sind es im Jahr 2015 bereits 4.240 km². Dies entspricht in diesem Zeitraum einer jährlichen Zunahme von durchschnittlich 44,7 km², entsprechend 4.470 ha.

Abbildung 8 zeigt die tatsächliche absolute Zunahme versiegelter Flächen für die Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2015. Auffällig ist, dass die versiegelten Flächen in einem deutlich unterschiedlichen Maße zugenommen haben.

Eine sehr starke Zunahme von insgesamt über 15 km² (1.500 ha) ist in den südlichen und östlichen Landkreisen Oberallgäu, Rosenheim, Traunstein, Rottal-Inn, Passau, Cham, Amberg-Sulzbach und Neustadt a. d. Waldnaab festzustellen. Der Landkreis Neustadt a. d. Waldnaab weist einen Spitzenwert von 26,4 km² auf.

Eine ebenfalls starke Zunahme von über 9 km² (900 ha) findet sich in den 21 ebenfalls zumeist im Süden und im Osten gelegenen Landkreisen sowie der Stadt Nürnberg. Um mindestens jeweils 6 km² (600 ha) hat die versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche in weiteren 19 Landkreisen und der Stadt München zugenommen.

Dagegen fällt im landesweiten Vergleich der Versiegelungsanstieg in den verbleibenden Landkreisen und kreisfreien Städten im Betrachtungszeitraum moderater aus. Um mindestens 3 km² (300 ha) stieg sie in 18 Landkreisen und den drei Städten Augsburg, Würzburg und Aschaffenburg. Noch niedrigere Werte (unter 300 ha) finden sich für die verbleibenden 11 Landkreise, die sich fast alle in Franken befinden und bayernweit in den übrigen 14 kreisfreien Städten. Bei den Städten hat die Stadt Straubing mit 25 ha, bei den Landkreisen der Landkreis Neustadt a. d. Aisch – Bad Windsheim mit 85 ha landesweit den geringsten Versiegelungszuwachs.

Die Versiegelungssituation der einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte in Bayern für das Jahr 2015 sowie die Zunahme der versiegelten Fläche seit 2000 ist im Anhang in einer Übersicht dargestellt.

Fazit

Mit dem Ziel der Erfassung der Bodenversiegelung für das Jahr 2015, wurde in dieser Studie die bereits in der Vorgängerstudie aus dem Jahr 2007 angewandte Methodik eingesetzt. Die Ergebnisse dieser Studie haben erneut bestätigt, dass sich Versiegelungsdaten über eine Auswertung von Satellitenaufnahmen grundsätzlich mit hinreichender Genauigkeit erheben lassen. Das fernerkundliche Verfahren ist so ausgelegt, dass es zudem die Nutzung höher aufgelöster Satellitendaten ermöglicht. Folglich erlaubt diese Technik, den räumlichen Detaillierungsgrad bei Bedarf weiter zu steigern – eine Anwendung, die auch für kommunale Anwender von Interesse sein dürfte.

Durch die Aktualisierung der Zahlen zur Versiegelung im Rahmen dieser Auswertung, aber auch durch die Möglichkeit, die Entwicklung der Versiegelungssituation zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2015 darzustellen, erfährt die Diskussion um den Flächenverbrauch eine qualitative Aufwertung.

Zum Abschluss werden in der nachfolgenden Tabelle die Werte der berechneten Versiegelungsmaße für alle untersuchten administrativen Ebenen zusammenfassend aufgelistet.

Administrative Ebene	Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche [%]		Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner [m ²]	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Bayern	50,9		330	
Regierungsbezirke	55,4	48,0	518	221
Planungsregionen	56,1	46,0	606	154
Landkreise (ohne kreisfreie Städte)	58,9	39,5	871	169
Gemeinden	75,4	26,9	3.203	73

Tab. 4: Zusammenfassung der ermittelten Versiegelungssituation für die betrachteten administrativen Ebenen

Eine signifikante Veränderung der Versiegelungssituation bei Siedlungs- und Verkehrsflächen ist erst nach längeren Zeiträumen zu erwarten. Daher ist eine kontinuierliche Beobachtung dieser Kenngröße im Rahmen von aufwendigen Studien nicht zielführend. Eine Wiederholung der Studie ist wieder in einigen Jahren vorgesehen.

Anhang

Tab. 5: Übersicht der Versiegelungssituation der einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte in Bayern für das Jahr 2015 sowie die Zunahme der versiegelten Fläche seit 2000. Die kreisfreien Städte sind durch den Zusatz „(Stadt)“ gekennzeichnet.

Landkreise und kreisfreie Städte	Versiegelte Fläche pro Einwohner [m ²]	Versiegelungsgrad [%]	Zunahme der versiegelten Fläche seit 2000 [ha]
Aichach-Friedberg	332	46,4	480
Altötting	371	54,0	934
Amberg-Sulzbach	648	56,0	1.568
Amberg (Stadt)	234	56,5	168
Ansbach	596	52,5	113
Ansbach (Stadt)	280	50,2	142
Aschaffenburg	284	53,4	406
Aschaffenburg (Stadt)	200	55,5	348
Augsburg	299	44,5	1.275
Augsburg (Stadt)	114	51,6	542
Bad Kissingen	584	51,5	1.170
Bad Tölz-Wolfratshausen	277	47,3	746
Bamberg	456	57,1	505
Bamberg (Stadt)	199	53,0	259
Bayreuth	513	47,8	747
Bayreuth (Stadt)	185	47,6	266
Berchtesgadener Land	280	50,0	815
Cham	604	48,6	1.735
Coburg	454	51,7	529
Coburg (Stadt)	193	40,5	111
Dachau	248	47,6	1.128
Deggendorf	446	50,1	948
Dillingen a.d. Donau	483	49,0	445
Dingolfing-Landau	520	48,8	778
Donau-Ries	582	54,0	492
Ebersberg	220	46,0	692
Eichstätt	496	54,8	389
Erding	374	47,3	1.197
Erlangen-Höchstadt	281	51,4	113
Erlangen (Stadt)	164	55,9	226
Forchheim	349	49,4	663

Landkreise und kreisfreie Städte	Versiegelte Fläche pro Einwohner [m ²]	Versiegelungsgrad [%]	Zunahme der versiegelten Fläche seit 2000 [ha]
Freising	305	48,6	1.211
Freyung-Grafenau	537	47,6	402
Fürstfeldbruck	169	44,9	694
Fürth	227	48,4	415
Fürth (Stadt)	133	56,0	211
Garmisch-Partenkirchen	300	49,6	516
Günzburg	405	46,3	349
Hassberge	667	57,6	661
Hof	485	45,5	999
Hof (Stadt)	210	44,4	65
Ingolstadt	208	56,4	473
Kaufbeuren	166	47,3	58
Kelheim	473	51,6	277
Kempten (Allgäu)	157	50,9	131
Kitzingen	621	58,9	601
Kronach	511	54,6	928
Kulmbach	511	50,3	896
Landsberg a. Lech	348	46,2	925
Landshut	463	48,6	1.239
Landshut (Stadt)	145	45,8	126
Lichtenfels	512	56,9	633
Lindau (Bodensee)	270	49,5	670
Main-Spessart	533	56,4	332
Memmingen (Stadt)	239	56,6	138
Miesbach	300	46,3	861
Miltenberg	349	55,4	1.176
Mühldorf a. Inn	391	51,2	1.382
München	176	45,6	617
München (Stadt)	73	45,9	777
Neu-Ulm	280	51,6	615
Neuburg-Schrobenhausen	431	47,1	383

Landkreise und kreisfreie Städte	Versiegelte Fläche pro Einwohner [m ²]	Versiegelungsgrad [%]	Zunahme der versiegelten Fläche seit 2000 [ha]
Neumarkt i.d. Opf.	610	56,2	1.426
Neustadt a.d. Waldnaab	871	57,8	2.635
Neustadt/Aisch-Bad Windsheim	692	54,8	85
Nürnberg (Stadt)	128	57,1	939
Nürnberger Land	282	47,5	472
Oberallgäu	357	53,5	1.769
Ostallgäu	427	52,1	1.094
Passau	485	47,2	1.704
Passau (Stadt)	218	49,9	64
Pfaffenhofen a.d. Ilm	435	51,9	1.021
Regen	512	49,4	1.163
Regensburg	426	52,1	1.138
Regensburg (Stadt)	174	56,0	231
Rhön-Grabfeld	682	55,4	550
Rosenheim	274	44,2	1.814
Rosenheim (Stadt)	123	50,3	65
Roth	449	53,7	783
Rottal-Inn	548	50,3	2.199
Schwabach (Stadt)	186	52,2	133
Schwandorf	578	54,2	928
Schweinfurt	517	56,6	781
Schweinfurt (Stadt)	216	56,7	157
Starnberg	207	39,5	511
Straubing-Bogen	614	49,6	1.188
Straubing (Stadt)	235	55,4	25
Tirschenreuth	662	54,4	775
Traunstein	367	49,2	1.773
Unterallgäu	468	48,9	830
Weiden i.d. Opf.	276	56,1	81
Weilheim-Schongau	336	49,3	1.052
Weißenburg-Gunzenhausen	575	53,0	170
Wunsiedel/Fichtelgebirge	436	48,0	556
Würzburg	400	55,3	244
Würzburg (Stadt)	171	50,7	340



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

