

utb.

Sascha Henninger  
Stephan Weber

# Stadtklima



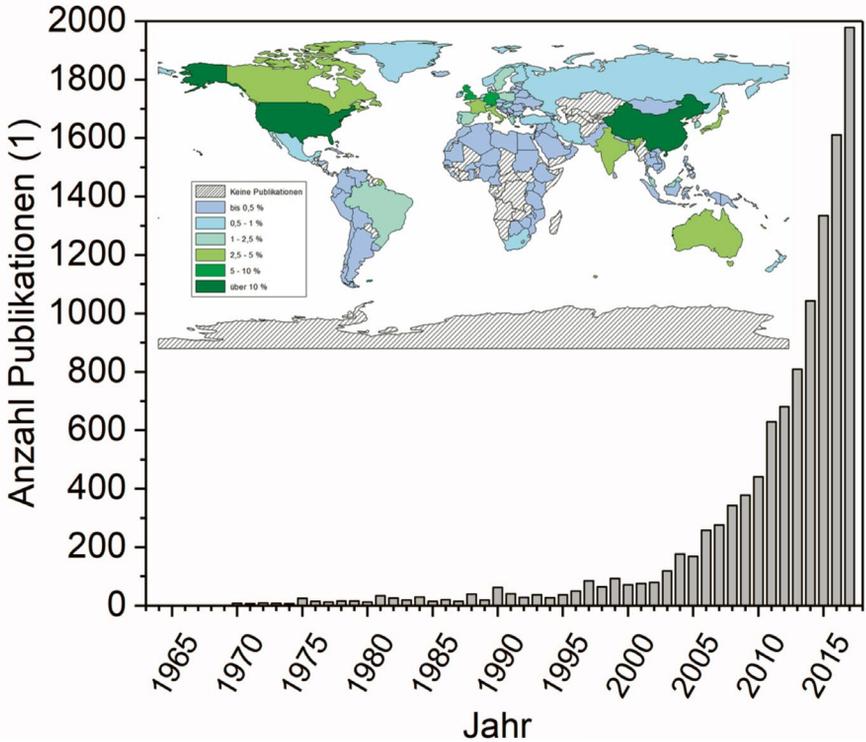


Abb. 1.2: Anzahl und geographische Verteilung stadtklimatischer Publikationen: Das Balkendiagramm zeigt die zeitliche Entwicklung der Publikationstätigkeit im Bereich Stadtklimatologie seit 1964 auf Basis einer Literaturrecherche der Peer-review-Literatur (Datenbankabfrage Scopus unter den Titelwörtern „urban climate“, „urban meteorology“ und „Stadtklima“, insgesamt  $n = 11.337$  Publikationen). Die Karte stellt die geographische Verteilung der Publikationen auf Basis der Institution/ Affiliation der Autoren der entsprechenden Publikation dar.

Standorte muss auf Basis rückführbarer Randbedingungen geschehen, z. B. Lage der Standorte, Messhöhen, Flächennutzung, Umfeld der Messstationen, Höhen der umliegenden Gebäude, etc. (vgl. OKE et al, 2017). Nicht zuletzt ist die Stadtklimatologie eine Wissenschaft, deren Erkenntnisse in die Lebenswelt der Stadtbewohner zurückgespiegelt werden und deren Befunde in Planungsprozesse und Stadtentwicklungstendenzen Einzug erhalten sollten, um ein für die Bewohner der Stadt möglichst ideales Stadtklima zu ermöglichen. MAYER (1989) fasst darunter einen räumlich und zeitlich variablen Zustand der Atmosphäre in urbanen Bereichen, bei dem sich möglichst keine anthropogenen Schadstoffe in der Luft befinden und den Stadtbewohnern in Gegendnähe (charakteristische Länge: ca. 150 m, charakteristische Zeit: ca. 5 Minuten) eine möglichst große Vielfalt an

Atmosphärenzuständen (Vielfalt der urbanen Mikroklimata) unter Vermeidung von Extremen (z. B. extreme Wärmebelastung) geboten wird. Eine klimasensible Stadtplanung sollte sich der Herausforderung stellen, diesem Zustand möglichst nahe zu kommen (s. dazu Kap. 6 u. 7). In diesem Zusammenhang sollte die Zusammenarbeit sowie die gemeinsame Diskussion zwischen Stadtklimaforschern sowie Planern und Anwendern in Politik und Verwaltung weiter intensiviert werden.

Die Fragestellungen der Stadtklimatologie erlangen nicht nur vor dem Hintergrund des Klimawandels große Bedeutung, sondern stellen durch den Trend der globalen Urbanisierung einen komplexen und hochdynamischen Prozess dar. Das bezieht sich nicht nur auf die vielfältigen Fragestellungen der Auswirkungen des Stadtklimas – es sei daran erinnert, dass mittlerweile mehr als die Hälfte der Menschheit in Städten lebt – sondern auch auf die weitere Entwicklung des Systems Stadt. Die Stadtklimatologie ist demnach eine transdisziplinäre Wissenschaft und zukünftig enger als in der Vergangenheit auch als Bestandteil einer Stadtssystemforschung zu verstehen. Auf aktuelle Aspekte zur Entwicklung von Stadtssystemen, die mit dem Klima der Städte in enger Wechselwirkung stehen können, wird im folgenden Kapitel überblickend eingegangen.

### 1.3 Urbanisierung und Stadtssystemforschung

Der fortschreitende Urbanisierungsprozess wurde zu Beginn dieses Kapitels vornehmlich vor dem Hintergrund der global steigenden Zahl von Stadtbewohnern beleuchtet. Die gegenwärtigen Entwicklungen sind beachtlich, da Städte in der jüngeren Vergangenheit in einem rasanten Tempo gewachsen sind, auch wenn die prozentualen Wachstumsraten in letzter Zeit stagnieren. Zwischen 1950 und 1970 lag die globale prozentuale Bevölkerungszunahme im Mittel bei 2,6 % pro Jahr. Für den Zeitraum von 2007 bis 2025 wird ein globales Mittel von 1,8 % erwartet. Trotz des Rückgangs der prozentualen Wachstumsrate, nimmt die Urbanisierung aufgrund der hohen Zahl an Stadtbewohnern in den einzelnen Staaten im globalen Kontext weiter zu. Bei einer angenommenen jährlichen Wachstumsrate von 1,8 % würde sich die jetzige Zahl der globalen Stadtbevölkerung in rund 38 Jahren verdoppelt haben (SERO et al., 2011). Aus vielen Teilen der Welt liegen jedoch nicht nur Beobachtungen positiver städtischer Wachstumsraten vor, sondern es werden schrumpfende Städte (engl. *shrinking cities*) dokumentiert. Die rückläufige Entwicklung der urbanen Bevölkerungszahl macht sich vor allem in den sog. altindustrialisierten Regionen wie Nordamerika, Europa und Japan bemerkbar. Der Schrumpfungsprozess setzt dem globalen Urbansierungstrend zahlenmäßig nichts entgegen, kann für die weitere Entwicklung einzelner Städte und Regionen jedoch von Bedeutung sein. Zu einem späteren Zeitpunkt wird in diesem Kapitel näher auf den Stadtschrumpfungsprozess eingegangen.

### DEFINITION: SCHRUMPFENDE STÄDTE

Schrumpfende Städte werden über den Rückgang der absoluten Bevölkerungszahl einer Kommune definiert. Das Phänomen schrumpfender Städte ist seit einigen Jahrzehnten v. a. in Europa (z. B. Manchester/ Liverpool) sowie in Nordamerika (z. B. Detroit) zu beobachten. In Deutschland kann die Entwicklung in den altindustrialisierten Städten Westdeutschlands (u. a. Essen, Gelsenkirchen), aber auch in den industriell geprägten Siedlungsschwerpunkten der ehemaligen DDR (Halle/ Leipzig) beobachtet werden. Auslöser dieser Schrumpfungsprozesse war zum einen der ökonomische Strukturwandel, der z. B. in den alten Bundesländern seit den 1970er Jahren aufgetreten ist und zu massiven Arbeitsplatzverlusten im produzierenden Gewerbe führte, zum anderen mit der Einführung der Marktwirtschaft durch die Privatisierung der staatseigenen Betriebe u. a. nach der deutschen Wiedervereinigung in den neuen Bundesländern.

Bei einer isolierten Betrachtung der Bevölkerungsentwicklung bleiben andere wichtige Aspekte der Verstädterung, so z. B. der damit einhergehende Flächenbedarf, unberücksichtigt. In einem Übersichtsartikel zu den gegenwärtigen Tendenzen der globalen Urbanisierung deklarieren SETO et al. (2010) das derzeitige Jahrhundert aufgrund der fortschreitenden globalen Urbanisierungstendenzen nicht nur als das „Jahrhundert der Stadt“, sondern sie benennen fünf Charaktermerkmale, die das gegenwärtige Stadtwachstum von früheren Epochen unterscheiden. Die Autoren stellen fest, dass

- 1) Städte hinsichtlich ihrer physikalischen Ausdehnung, ihrer Anzahl, der Einwohnerzahl und ökonomischen Bedeutung größer sind als jemals zuvor in der Vergangenheit,
- 2) die Wachstumsrate der globalen Stadtbevölkerung sowie der Stadtfläche höher ist, als je zuvor,
- 3) Verstädterungsprozesse in den 1950er bis 1970er Jahren ihre Schwerpunkte in Europa und Südamerika besaßen, Urbanisierung derzeit und zukünftig jedoch vor allem in Asien und Afrika stattfindet,
- 4) sich der Typus der Urbanisierung ändert und zwar von kompakten und räumlich konzentrierten Strukturen, hin zu expansiven, stärker peri-urbanen Strukturen, d. h. zwischenstädtische Übergangsbereiche mit urbanen und ruralen Strukturen,
- 5) die städtischen Funktionen spezialisierter sind, d. h. Arbeit, Wohnen, Erholung und Umwelterfahrung räumlich ausdifferenzierter sind als in der Vergangenheit.

Die zuvor genannten Punkte stehen dabei untereinander in Wechselwirkung und können so zu einer Verstärkung der Einzeleffekte beitragen (SETO et al., 2010).

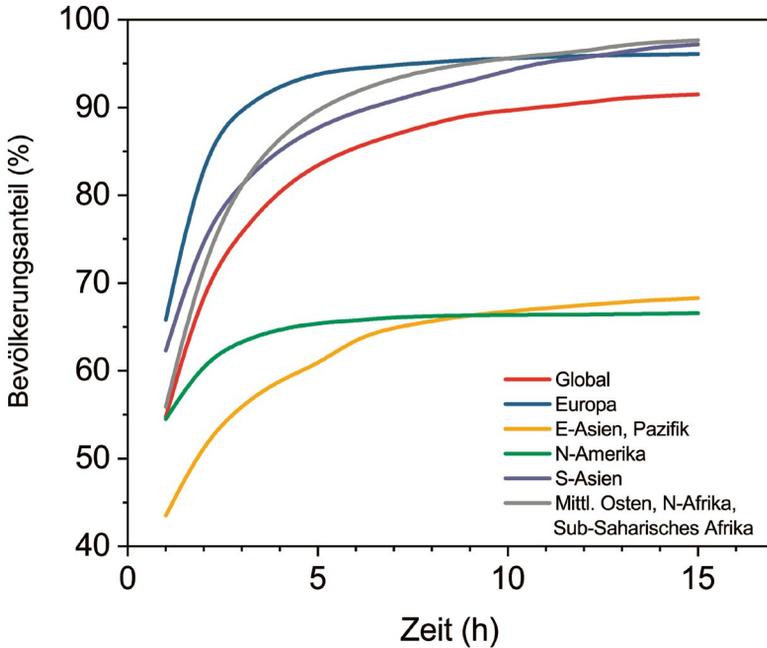


Abb. 1.3: Kumulierte Darstellung der Erreichbarkeit von Städten (Reisezeit in h) in verschiedenen Regionen der Welt für die dort lebende Bevölkerung (Daten aus WEISS et al., 2018).

Es ist offensichtlich, dass Städte und vor allem Großstädte in vielen Staaten die Zentren von Politik, Verwaltung und Handel bilden und die ökonomische Dynamik eines Landes wesentlich steuern. Die Erreichbarkeit von Städten ist wichtig, um die urbanen Ressourcen nutzen zu können. Diese Möglichkeit unterliegt jedoch großen regionalen Disparitäten (Abb. 1.3).

In der Regel reicht der Einfluss einer Stadt weit über die administrative Stadtgrenze in das Umland der Städte hinaus. In der wissenschaftlichen Literatur wird das als der urbane Fußabdruck (engl. *urban footprint*) bezeichnet. Das gilt neben den Prozessen in Politik, Verwaltung und Handel vor allem auch für umweltrelevante Aspekte, wie Stoffflüsse oder Ökosystemdienstleistungen. Im Gegensatz dazu, ist die tatsächliche Flächeninanspruchnahme von Städten vergleichsweise gering. Derzeit, so zeigen die Ergebnisse aktueller Satellitendatenanalysen, nehmen Städte global einen Anteil von nur rund 0,5 % der terrestrischen Landoberfläche ein (SCHNEIDER et al., 2009; YUYU et al., 2015). Aufgrund des im Zuge des Bevölkerungszuwachses notwendigen Ausbaus der urbanen Infrastruktur ist jedoch von einer weiterhin anhaltenden Flächenausdehnung der Städte auszugehen. Im Vergleich zur derzeitigen globalen Fläche von rund 0,7 Mio. km<sup>2</sup> wird für das Jahr 2030 ein städtischer Flächenzuwachs um weitere 1,5 Mio. km<sup>2</sup> prognos-

tiziert (SETO et al, 2011). Dies stellt im Vergleich zum Jahr 2000 nahezu eine Verdreifachung der globalen stadtbedeckten Landoberfläche dar. Ferner nimmt die Anzahl der Städte weltweit zu. Während zu Beginn des 20. Jahrhunderts nur 16 Städte mit einer Einwohnerzahl von über 1 Mio. Einwohner existierten, stieg diese Zahl auf 378 im Jahr 2000 und soll im Jahr 2025 eine Größenordnung von bis zu 600 Städten erreichen (SETO et al., 2010).

Eine für unterschiedliche Standorte weltweit durchgeführte Studie zum städtischen Flächenwachstum belegt, dass Städte durch Zuwachs an städtischer Infrastruktur, z. B. durch die Ausweisung neuer Bau- und Siedlungsgebiete, vor allem horizontales Flächenwachstum erfahren. Auf der Basis einer Auswertung von Satellitenbilddaten zeigte sich für die vergangenen vier Dekaden ein vornehmlich expansiv in die Fläche gerichtetes Stadtwachstum (SETO et al., 2011). Demgegenüber ist ein kompaktes Wachstum, das über Nachverdichtung und Erhöhung der vertikalen Ausdehnung des Stadtkörpers definiert ist, derzeit gegenüber dem expansiven Wachstum als nachrangig einzuschätzen. Weltweit wächst die Stadfläche im Mittel doppelt so schnell wie die Zunahme der Bevölkerungszahl (ANGEL et al., 2011). Am Beispiel Chinas kann das expansive Wachstum eindrücklich belegt werden. Im Zeitraum von 1978 – 2010 steht einer Verdreifachung der Stadfläche von 142 untersuchten Städten lediglich eine Verdopplung der Einwohnerzahl gegenüber (SCHNEIDER U. MERTES, 2014). Prinzipiell vollzieht sich Verstädterung mit sehr unterschiedlicher regionaler Dynamik. Die höchsten städtischen Wachstumsraten sind momentan in Afrika und Asien zu beobachten, dort jedoch nicht nur in Megacities (vgl. Tab. 1.1), sondern mit den größten Zuwächsen der Bevölkerungszahl in Städten mit Einwohnerzahlen zwischen 0,5 und 1 Mio. Einwohnern sowie 1 und 5 Mio. Einwohnern (UNITED NATIONS, 2014).

Die weltweite Verstädterung wird mutmaßlich zu Anpassungseffekten der Struktur und Bauweise unserer Städte führen. Die Datenlage ist auf diesem Gebiet momentan aber noch sehr dünn. Mittels einer satellitengestützten Auswertung konnte nachgewiesen werden, dass neben dem horizontalen Flächenzuwachs, in einigen Regionen (v. a. in den Millionen- und Megastädten Asiens und Amerikas) auch die vertikale Ausdehnung von Bedeutung ist. Die höchsten Zuwachsraten städtischer Baumasse und Infrastruktur wurden für den ostasiatischen Bereich, mit China als Spitzenreiter, verzeichnet. Der Grund für das vertikale Wachstum der städtischen Infrastruktur wird in den explodierenden Preisen für Bauland sowie wachsender Spekulation vermutet (FROKING et al., 2013). Demgegenüber wurde in Indien ein unterrepräsentiertes vertikales Wachstum festgestellt. Die Stadtausdehnung findet vor allem in die Fläche statt, was mit dem stärkeren Einfluss informeller Entwicklungstendenzen, d. h. planerisch nicht gelenkter Prozesse, begründet wird.

Die im Zuge der Urbanisierung fortschreitende Konversion der terrestrischen Landoberfläche in einen versiegelten, städtischen Oberflächentypus führt im Gegenzug zwangsläufig zur Verminderung von unversiegelten, vegetationsbestandenen Oberflächen (EIGENBROD et al., 2011). Eine Analyse neun nordamerikanischer