

Untersuchung des Einflusses diabatischer Schichtung auf die Belüftung einer Stadt am Beispiel Kowloon

T. Gronemeier and S. Raasch

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Germany
(gronemeier@muk.uni-hannover.de)

Ein immer größerer Teil der Weltbevölkerung wohnt in Städten. Im Jahr 2010 lag der Anteil der städtischen Bevölkerung an der Weltbevölkerung bereits bei 50,6% und bis 2070 wird prognostiziert, dass dieser Anteil noch auf 70% ansteigen wird. Städteplaner entwerfen deshalb neue Baukonzepte, die eine höhere Bevölkerungsdichte bei gleichzeitiger effizienter Nutzung des Baugrundes ermöglichen. Eine kompakte Bauweise hat jedoch negative Auswirkungen auf die klimatischen und lufthygienischen Aspekte einer Stadt. Die höheren Wärmeemissionen, bedingt durch den Anstieg der Bevölkerung, erhöht den Wärmeinseleffekt einer Stadt und verursacht einen höheren Hitzestress der Bewohner. Insbesondere in Städten im tropischen und subtropischen Raum kann dies eine erhebliche Zusatzbelastung zum ohnehin schon warmen Klima bedeuten. Neben höheren Wärmeemissionen wird durch die kompakter werdende Bauweise zusätzlich die Belüftung der Stadt gemindert und so der Eintrag kühlerer Luftmassen aus der ländlichen Umgebung reduziert oder ganz unterbunden.

Bei steigender Bevölkerungsdichte steigen neben den Wärme- auch die Schadstoffemissionen. In Verbindung mit der verringerten Belüftung innerhalb der Stadt wird die Luftqualität somit drastisch herabgesetzt. Eine verminderte Luftqualität trägt neben der erhöhten Wärmebelastung ebenfalls zu einer erheblichen Mehrbelastung der städtischen Bevölkerung bei.

Eine gute Belüftung der Stadt kann die negativen Effekte kompakter Bauweisen deutlich reduzieren und trägt zu einem höheren Wohlbefinden bei. Als Maß für die Belüftung einer Stadt wird das Verhältnis der mittleren Windgeschwindigkeit auf Fußgängerniveau, definiert als 2 m über Grund, und der von der urbanen Grenzschicht unbeeinflussten Windgeschwindigkeit oberhalb der Grenzschicht (etwa 1-2 km über Grund) herangezogen. In früheren Studien wurde festgestellt, dass eine Erhöhung der mittleren Windgeschwindigkeit auf Fußgängerniveau um 1 ms^{-1} den städtischen Wärmeinseleffekt um bis zu 2 K reduzieren kann.

Um die Belüftung ganzer Stadtgebiete zufriedenstellend zu beurteilen sind hoch aufgelöste Simulationen mit einem hohen Grad an Realitätsnähe erforderlich. Das Mittel der Wahl sind in diesem Fall Grobstruktursimulationen, da der turbulente Austausch in engen Straßenschluchten von Reynolds-gemittelten Modellen (RANS) nur unzureichend erfasst wird.

In früheren Studien zur Belüftung von Städten wurde bisher nahezu ausschließlich eine adiabatische Schichtung der Atmosphäre betrachtet. Dies beruht auf der Annahme, dass die innerstädtische Turbulenz im Wesentlichen mechanisch durch Gebäude generiert wird. Insbesondere bei Schwachwindsituationen ist dies allerdings nicht der Fall. Bei schwachem Wind, bei dem die Belüftung einer Stadt besonders kritisch ist (geringer Luftmassenaustausch), kann die thermische Turbulenzgenerierung die mechanische deutlich übertreffen. In der hier präsentierten Studie wird daher erstmals der Einfluss diabatischer Schichtung im Vergleich zu adiabatischer Schichtung auf die Belüftung einer Stadt analysiert. Als Fallbeispiel dient das Stadtgebiet der Halbinsel Kowloon in Hong Kong, wo besonders in den Sommermonaten oft Schwachwindsituationen vorherrschen.

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen die Einflüsse thermisch induzierter Turbulenz auf die Belüftung und geben Aufschluss auf die Qualität der Belüftungsanalyse bei adiabatischer Schichtung bei Schwachwindsituationen.