

Ein Labor für ökologische Städte

Naturbasierte Lösungen für Klimaschutz und Klimaanpassung in der vietnamesischen Stadt Hue

Städtische Ballungsräume spielen beim Klimaschutz und der Klimaanpassung eine zentrale Rolle. Aufgrund der hohen Konzentration von Bevölkerung und Infrastrukturen sind sie von den Auswirkungen des Klimawandels besonders stark betroffen. Gleichzeitig sind sie durch hohe Treibhausgasemissionen selbst Mitverursacher des Klimawandels. Wie können Städte diesen Herausforderungen begegnen?

Von Fabian Stolpe

Die Umsetzung von Maßnahmen des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel, durch die die Resilienz von städtischer Bevölkerung und Infrastrukturen erhöht wird, wird für die Stadtpolitik in Zukunft unverzichtbar sein. Dies stellt Städte weltweit vor große Herausforderungen, insbesondere in den Ländern des globalen Südens, in denen starke zu erwartende negative Auswirkungen des Klimawandels auf rasante Urbanisierungsprozesse und begrenzte finanzielle Mittel stoßen. Deshalb werden in Städten vermehrt neue, kleinräumige und an lokale Bedingungen angepasste Konzepte nachgefragt, um dem Klimawandel in Zukunft zu begegnen.

In der Stadt- und Regionalplanung gewinnen in diesem Zusammenhang sogenannte naturbasierte Lösungen (*nature-based solutions*) zunehmend an Bedeutung. Im urbanen Kontext werden darunter städtebauliche Konzepte verstanden, die von der Natur inspiriert sind und der Bewältigung ökologischer und gesellschaftlicher Herausforderungen, wie Temperaturanstieg, Wasserversorgungssicherheit, Wasser- und Luftverschmutzung, Ernährungssicherheit, menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz dienen sollen. Die von Pflanzen, Gewässern, Böden und anderen natürlichen Elementen bereitgestellten Ökosystemdienstleistungen werden genutzt, um die Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit von Städten zu erhöhen. Das Konzept der naturbasierten Lösungen zielt also auf die Verbesserung und den Ausbau von grünen und blauen Infrastrukturen ab, einem strategisch geplanten Netzwerk von natürlichen und naturnahen mit Vegetation (grün) oder Wasser (blau) bedeckten Flächen, die eine breite Palette von Ökosystemdienstleistungen für die Stadtbewohner/innen bereit-

stellen. Der Ausbau von grüner und blauer Infrastruktur trägt dazu bei, die Abhängigkeit von „grauer“ (erbauter) Infrastruktur, wie zum Beispiel Deiche oder Entwässerungskanalisation, zu reduzieren, deren Bau und Wartung oft deutlich kostspieliger ist. Naturbasierte Lösungen sind für Städte daher eine intelligente Investition in Klimaschutz und Klimaanpassung, insbesondere für Kommunen mit eingeschränkten finanziellen und technischen Mitteln. Dadurch wird das Konzept insbesondere für Städte im globalen Süden attraktiv.

Vor diesem Hintergrund wird gegenwärtig von einem deutsch-vietnamesischen Konsortium ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchgeführt, das in diesem Beitrag vorgestellt wird. Das Vorhaben zielt darauf ab, das Potenzial von naturbasierten Lösungen für die lokale Klimaanpassung, den lokalen Klimaschutz und weitere Ökosystemdienstleistungen in der zentralvietnamesischen Stadt Hue zu ermitteln und in enger Zusammenarbeit mit lokalen Stakeholdern konkrete Handlungsempfehlungen zur Umsetzung zu entwickeln.

Situation in Vietnam und in der Stadt Hue

Vietnam ist eines der am dichtesten besiedelten Länder der Welt und die städtische Bevölkerung macht landesweit 35 Prozent aus. Dieser Anteil wird bis 2045 voraussichtlich auf 50 Prozent anwachsen (The World Bank 2020), mit einer Stadtbevölkerung von bereits etwa 52 Millionen im Jahr 2025 (Anh et al. 2013).

Hue liegt in der zentralvietnamesischen Provinz Thua Thien-Hue, ist eines der ältesten urbanen Gebiete Vietnams und wurde 1993 von der United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation (UNESCO) zum Weltkulturerbe ernannt (Rösler et al. 2020). Hue umfasst eine Fläche von circa 71 km² und zählt mit 5.076 Einwohnern/km² zu den am dichtesten besiedelten vietnamesischen Städten. Die Stadt durchläuft seit etwa einem Jahrzehnt einen sich beschleunigenden Trend der Urbanisierung durch den Zuzug ländlicher Bevölkerung. Daher besteht eine starke Nachfrage nach Wohnraum. Aufgrund der hohen Nachfrage nach Wohnraum sind verfügbare Immobilien rar. Daher findet sich in der Stadt auch eine steigende Anzahl von informellen Wohngebäuden (ebd.). Das

historische Zentrum der Stadt und ihrer Umgebung wurde auf ehemaligen Überschwemmungsflächen des Huong-Flusses erbaut. Das Gebiet im Norden des Huong-Flusses weist eine Höhe von nur 1,8 mNN bis 3,5 mNN auf. Bereiche unter zwei Metern sind häufigen Überschwemmungen ausgesetzt. Die Niederschlagsraten von Hue gehören zu den höchsten in Vietnam. Daher gilt Thua Thien-Hue als die landesweit anfälligste Provinz für Überschwemmungen.

Vietnam gehört zu den zehn Ländern, die am stärksten von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind (Eckstein et al. 2017) und trägt durch seine ansteigenden inländischen Treibhausgasemissionen im Zuge des rasanten Wirtschaftswachstums und der damit einhergehenden Industrialisierung zunehmend selbst zur globalen Erwärmung bei. Aufgrund seiner exponierten geografischen Lage entlang eines flachen Küstenstreifens, begrenzt durch das südchinesische Meer im Osten und vom übrigen Festland der indochinesischen Halbinsel durch hohe Gebirgszüge im Westen abgetrennt, leidet insbesondere Zentralvietnam regelmäßig unter extremen Hitzewellen, Stürmen, Starkregenereignissen und Überschwemmungen (UNDP 2008). Die Folgen solcher Extremwetterereignisse sind oft Infrastrukturschäden und eine nicht unerhebliche Anzahl an Todesopfern (Dang et al. 2016). Auch in Hue werden die Auswirkungen des Klimawandels zunehmend sichtbar. Am offensichtlichsten sind extreme Wetterereignisse wie Taifune mit starken Regenfällen, die zu Überschwemmungen in der Stadt und der Provinz Thua Thien-Hue führen, sowie extremen Hitzewellen. In naher Zukunft werden sich die klimatischen Bedingungen in unterschiedlichem Maße weiter ändern, je nachdem, welche Klimamodelle für die Vorhersage zugrunde gelegt werden. Dabei deuten die beobachteten Trends für die zukünftigen Klimabedingungen aller Klimamodelle auf allgemein noch wärmere Lufttemperaturen und weiter steigende Niederschläge in Bezug auf die Gesamtniederschlagsmenge für die bereits heute feucht-tropische Region hin (Rösler et al. 2020). Demnach wird die jährliche durchschnittliche oberflächennahe Lufttemperatur voraussichtlich bis 2050 um etwa 1,07 °C bis 1,83 °C und bis 2070 um etwa 1,11 °C bis 2,65 °C steigen. Extreme Temperaturen, insbesondere in den wärmsten Monaten steigen bis 2050 um etwa 1,18 °C bis 2,20 °C und bis 2070 um 1,24 °C bis 3,30 °C an. Der jährliche Gesamtniederschlag soll nach dem vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) angewandten Klimamodell Representative Concentration Pathway (RCP) 8.5 bis 2050 um circa 38,97 mm auf 79,33 mm und nach dem Modell RCP 2.6 sogar um 108,10 mm auf 141,20 mm ansteigen (ebd.). Es wird außerdem vorausgesagt, dass die Häufigkeit und Intensität von Naturkatastrophen durch den Klimawandel nochmals deutlich ansteigen werden. Darunter fallen vermehrte Hitzeperioden und daraus resultierender Hitzestress für die Bevölkerung, die Stadtnatur sowie die städtische Infrastruktur sowie Überschwemmungen. Gleichzeitig ist mit einer Verschlechterung der allgemeinen Luftqualität zu rechnen (ebd.).

Grüne Infrastrukturen für urbanen Klimaschutz

Naturbasierte Lösungen im urbanen Kontext sind von der Natur inspirierte stadtplanerische Maßnahmen, die die von Pflanzen, Böden und anderen natürlichen Elementen bereitgestellten Ökosystemdienstleistungen nutzen, um die Nachhaltigkeit und Resilienz von Städten zu erhöhen. Je nach ökologischer und gesellschaftlicher Herausforderung, Interventions-ebene und räumlichem Maßstab kann eine große Vielzahl an Maßnahmen unter dem Begriff der naturbasierten Lösungen zusammengefasst werden (Rösler et al. 2020). In der Stadtplanung kommt in diesem Zusammenhang insbesondere grünen und blauen Infrastrukturen eine zentrale Rolle zu. Darunter sind sowohl Stadtwälder, Parkanlagen, Friedhöfe, Kleingärten, Sport- und Freizeitanlagen sowie begrünte Dächer und Fassaden (grüne Infrastrukturen) als auch innerstädtische Seen, Kanäle oder Brunnenanlagen (blaue Infrastrukturen) zu fassen.

In Bezug auf Klimaschutz sind insbesondere durch innerstädtische vegetationsbedeckte Grünflächen mit unversiegelten Böden die größten Wirkungen zu erzielen. Nach den Weltmeeren und den fossilen Energieträgern gelten unversiegelte Böden als die weltweit drittgrößte Kohlenstoffsenke und speichern mehr Kohlenstoff als die gesamte Vegetationsdecke der Erde (Paul et al. 2009). In den zentralen Bereichen von Städten sind Flächen jedoch in der Regel großflächig überbaut und versiegelt. Austauschvorgänge wie Versickerung, Verdunstung, Gasaustausch sowie biotische Prozesse werden dadurch weitgehend unterbunden. Auch Bauwerke im Untergrund, wie Leitungen, Kanäle oder Fundamente, tragen zur Versiegelung bei (Wessolek et al. 2010). Werden Böden versiegelt, können sie keinen Kohlenstoff mehr aufnehmen und einlagern. Im urbanen Raum besteht daher ein entscheidender Beitrag zum Klimaschutz darin, die vorhandene grüne Infrastruktur, insbesondere unversiegelte Grünflächen, so weit wie möglich zu erhalten und die Speicherung von Kohlenstoff in Böden und Vegetation nachhaltig zu verbessern. Sind sie bereits überbaut und versiegelt, sollten Möglichkeiten genutzt werden, sie wiederherzustellen, neu anzulegen und womöglich zu entsiegeln (Stolpe/Konopatzki 2018).

Neben dem Klimaschutz spielen unversiegelte Grünflächen auch im Bereich der Klimaanpassung eine zentrale Rolle. Im urbanen Raum werden klimatische Bedingungen durch die städtebauliche Struktur beeinflusst. In stark verdichteten und versiegelten Stadtgebieten nimmt der Oberflächenabfluss zu und die reale Evapotranspiration, also die Verdunstung von Wasser, ab. Dies ist dadurch bedingt, dass kein Wasser durch versiegelten Boden und die fehlende Pflanzendecke zurückgehalten werden kann. Dadurch wird der Wärmehaushalt im urbanen Raum beeinflusst. Hinzu kommt die erhöhte Wärmespeicherkapazität von Beton und Asphalt. Diese haben einen geringen Albedo-Wert, sprich ein geringes Rückstrahlvermögen (ebd.). In dicht besiedelten Innenstadtbereichen mit hohem Versiegelungsgrad kann an heißen Sommertagen die

Temperatur um zwei bis drei Grad Celsius und das Sättigungsdefizit der Luft um 10–20 Prozent im Vergleich zur Umgebung erhöht sein (Wessolek 2014). Die Wärmebelastung in dichtbesiedelten Innenstadtbereichen kann sich negativ auf die Lebensqualität und Gesundheit der Stadtbevölkerung auswirken. Außerdem steigt in vollversiegelten Gebieten der Druck auf die Kanalisationssysteme. In Zentralvietnam wird durch den Klimawandel eine Zunahme der Häufigkeit, Intensität und Dauer von Extremniederschlagsereignissen erwartet. In Hue führen Starkregenereignisse schon heute regelmäßig zur Überlastung der Kanalisation, wodurch ungereinigtes Wasser direkt in die Vorfluter gelangt. Dies kann zu einer Eutrophierung der Flüsse und Kanäle führen. Außerdem nimmt das örtliche Überschwemmungsrisiko zu (Scalenghe/Marsan 2009). Bei unversiegelten mit Vegetation bedeckten Freiflächen hingegen trägt die Verdunstung von Wasser, das im Boden und in den Pflanzen gespeichert wird, zur Kühlung der Umgebungsluft bei. Insbesondere schattenspendende Bäume verstärken diese kühlende Wirkung und tragen zudem zur Verbesserung der Luftqualität bei. Auf unversiegelten Flächen kann Regenwasser unmittelbar in den Boden infiltrieren und der Oberflächenabfluss, und somit das Überschwemmungsrisiko, nimmt ab (Stolpe/Konopatzki 2018). Bei der Erneuerung von Stadtquartieren oder bei der Anlage neuer Stadtteile ist aus Klimaschutz- und Klimaanpassungssicht also eine ausreichende Versorgung mit Grün- und Freiflächen einzuplanen. Für die Erfüllung der klimatischen Ausgleichsfunktionen ist nicht unbedingt die Größe der einzelnen Grünflächen bedeutend. Mehrere kleinere über das Stadtgebiet verteilte Grünflächen sind zur Verbesserung des Stadtklimas und der Luftqualität wirksamer als wenige große Parks (BMUB 2015).

In Stadtquartieren, in denen es nicht möglich ist, Grünflächen wiederherzustellen oder aufzuwerten, können auch Dach- und Fassadenbegrünungen als grüne Infrastrukturelemente eingesetzt werden, da sie ökologische Funktionen von Grün- und Freiflächen auf versiegelten und überbauten Flächen in einem gewissen Maße ersetzen. Eine extensive Begrünung mit Sedum samt Substrat entzieht der Atmosphäre über ihren Lebenszyklus (50 bis 60 Jahre) in etwa 24 Kilogramm Kohlenstoffdioxid pro Quadratmeter (Thiele 2015). Dachbegrünungen sind jedoch vor allem Klimaanpassungsmaßnahmen, denn sie halten je nach Begrünungsaufbau 30–99 Prozent des Jahresniederschlags zurück, verdunsten das zurückgehaltene Wasser vor Ort und beschatten die Gebäudeoberfläche. Damit tragen sie zu einer Verbesserung des Mikroklimas in Ballungsräumen während Hitzeperioden bei (Herfort 2014). Zudem werden Niederschlagsspitzen herabgesetzt und so Entwässerungssysteme und Kläranlagen entlastet (Stolpe/Konopatzki 2018).

Durch Fassadenbegrünung kann in dicht bebauten Gebieten mit Kletterpflanzen vertikaler Grünraum geschaffen werden, ohne zusätzliche Fläche zu beanspruchen. Im Durchschnitt werden in einer 20 Zentimeter tiefen Wandbegrünung mit Gemeinem Efeu (*Hedera Helix*) in etwa 2,3 Kilogramm Kohlenstoffdioxid pro Quadratmeter gebunden (Thiele 2015).

Zusätzlich tragen begrünte Fassaden zur Klimaanpassung bei. Die gemessenen maximalen Unterschiede der Oberflächentemperaturen von begrünten und nicht begrünten Hausfassaden an Sommertagen betragen zum Beispiel in Südeuropa bis zu 20 °C (Mazzali et al. 2013). Der Kühleffekt auf die Gebäudeoberfläche an heißen Sommertagen ist dabei weniger auf die Transpiration zurückzuführen als auf die Beschattung (Stolpe/Konopatzki 2018). Simulationen zeigen, dass eine begrünte Fassade den Energieverbrauch für Klimaanlagen um bis zu 19 Prozent reduzieren können (Stec et al. 2005). Fassadenbegrünungen schützen außerdem wie Dachbegrünungen die Bausubstanz vor Wettereinflüssen und filtern Schadstoffe aus der Stadtluft (Thönnessen 2006). Die vorhandenen Klimaausgleichsfunktionen von Naturelementen zu nutzen, ist also auch unter ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll. Ihre Implementierung und Wartung ist meist günstiger als teure technische Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen.

Status quo der Infrastruktur in Hue

Mit circa 12,9 m²/Person ist die Grünfläche pro Kopf in Hue vergleichsweise hoch. Grüne (und blaue) Flächen sind jedoch nicht gleichmäßig über die Stadt verteilt – wobei der Zugang zu Grünflächen im Zentrum der Stadt besonders eingeschränkt ist. Hue ist landesweit als „Gartenstadt“ bekannt aufgrund seiner typischen historischen Gartenhäuser. In Hue stehen etwa 4.228 solcher Gartenhäuser mit einer Größe von mindestens 400 m². Die Hue-Gartenhäuser zeichnen sich durch eine Vielzahl von kultivierten Pflanzenarten aus (ca. 50 Arten pro Haus), die eine hohe Baumdichte und ein entsprechendes Ökosystem schaffen. Obwohl die Gartenhäuser als Alleinstellungsmerkmal der Stadt gelten, verschwinden sie aufgrund wirtschaftlicher Motive, Funktionsänderungen und Modernisierungstendenzen zunehmend. Durch das Wachstum von Wohngebieten mit moderner Architektur gehen diese traditionellen Strukturen mitsamt ihrer Vegetation nach und nach verloren. Gleiches gilt für Grünflächen und Gärten auf Grundstücken ehemaliger französischer Kolonialbauten (Rösler et al. 2020).

Das größte Flusssystem in der Provinz Thua Thien-Hue ist das des Huong-Flusses. Es besteht aus dem Huong-Fluss und seinen drei Nebenflüssen Bo, Ta Trach und Huu Trach. Der Hauptlauf ist 104 km lang und erstreckt sich über eine Fläche von 2.830 km², was 56 Prozent der Fläche der Provinz entspricht (Tran 2013). Die höchste Dichte an weiteren innerstädtischen blauen Infrastrukturelementen befindet sich rund um die historische Zitadelle mit einem System von bis zu 48 Seen, Teichen und dem 3 km langen Kanal von Ngu Ha mit einer Gesamtfläche von 810.420 m² (Rösler et al. 2020).

Der Status quo der Entwicklung der grünen und blauen Infrastruktur (GBI) in der Stadt wurde im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts unter Berücksichtigung der aktuellen Verteilung natürlicher und naturnaher vegetationsbedeckter und wasserbedeckter Räume innerhalb der Stadt und ihrer Umgebung analysiert und basiert auf Landnutzungsdaten aus dem

Jahr 2014. Die grünen und blauen Infrastrukturen im Stadtgebiet verteilen sich demnach auf 6 Prozent Wald, 19,5 Prozent Ackerland, 0,1 Prozent Aquakulturanlagen, 1 Prozent öffentliche Grünflächen, 8 Prozent Friedhöfe, 0,4 Prozent Sportanlagen und 10 Prozent ehemalige Deponien. Potenzial für die Erweiterung grüner und blauer Infrastrukturen befindet sich vor allem auf noch unbebautem Land in neuen und wachsenden städtischen Entwicklungsgebieten. Darüber hinaus finden sich Potenziale zur Aufwertung von vorhandenen grünen und blauen Infrastrukturen in dicht besiedelten Gebieten und Sonderzonen, zum Beispiel innerhalb der Zitadelle (ebd.).

Ausblick und Fazit

Im weiteren Projektverlauf werden verschiedene Szenarien für die potenzielle Entwicklung grüner und blauer Infrastrukturen modelliert und deren Wirkungen auf die Stadt Hue analysiert werden. Dabei legt das Projekt besonderes Augenmerk auf die aktive Beteiligung und die Einbindung von Erfahrungen und Visionen lokaler Stakeholder, Experten und anderer Wissensträger wie Bürgern. Die Szenarien werden gemeinsam in einem partizipativen Co-Design- und Co-Learning-Prozess entwickelt. Damit werden die Grundlagen geschaffen, um Best-Practice-Maßnahmen zu identifizieren und Politikempfehlungen zu entwickeln, die in einer stadtweiten Entwicklungsstrategie für grüne und blaue Infrastrukturen zusammengeführt werden sollen.

Durch sein einzigartiges historisches Erbe mit beeindruckenden Monumenten, seine reichen Traditionen in Kultur und Wissenschaft und sein noch relativ intaktes Stadtbild hebt sich Hue von anderen vietnamesischen und südostasiatischen Städten ab. Aber auch Hue steht vor zunehmenden Herausforderungen durch Klimawandel, Bevölkerungswachstum, schnelle Urbanisierung, soziale Ungleichheit und Umweltzerstörung, die die Stadt in Gefahr bringen, die Fehler anderer Städte in Bezug auf eine unkontrollierte Stadtentwicklung zu wiederholen, die die sozialen und ökologischen Probleme verschärfen. Hue hat nach wie vor die Chance und das Potenzial, seinen eigenen Weg zu gehen, indem es seine Stärken nutzt und Wachstum anstößt, das auf Nachhaltigkeit und naturbasierte Lösungen setzt. Dadurch kann Hue ein positives Beispiel für andere Städte in der Region werden. Durch das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben soll Raum für Kreativität, Diskussion und wissenschaftliche Validierung geschaffen werden, um Hue mit dem dadurch generierten Wissen auf diesem Weg zu unterstützen.

Literatur

- Anh, T. T./Phong, T. V. G./Tuan, T. H./Mulenga, M. (2013): Community consultation for long-term climate-resilient housing in Vietnamese cities: a comparative case study between Hue and Da Nang. In: *Asian Cities Climate Resilience*. doi: 10.1016/j.ijdr.2014.09.012
- BMUB (2015): *Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft*. Grünbuch Stadtgrün. Bonn, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- Dang, T. N./Seposo, X. T./Duc, N. H. C./Thang, T. B./An, D. D./Hang, L. T. M./Honda, Y. (2016): Characterizing the relationship between temperature and mortality in tropical and subtropical cities: a distributed lag non-linear model analysis in Hue, Viet Nam, 2009–2013. In: *Global Health Action* 9/1: 28738. doi: 10.3402/gha.v9.28738
- Eckstein, D./Künzel, V./Schäfer, L. (2017): *Global Climate Risk Index 2018. Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Briefing Paper*. www.germanwatch.org/en/cr
- Fick, S. E./Hijmans, R. J. (2017): WorldClim 2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas. In: *International Journal of Climatology* 37/12: 4302–4315. doi: 10.1002/joc.5086
- Herfort, S. (2014): Förderung durch KfW-Programm – Dämmung durch Dachbegrünung. In: *Landschaft Bauen & Gestalten* 8: 8–11.
- Mazzali, U./Peron, F./Romagnoni, P./Pulselli, R./Bastianoni, S. (2013): Experimental investigation on the energy performance of living walls in a temperate climate. In: *Building and Environment*, 64, 57–66. doi: 10.1016/j.buildenv.2013.03.005
- Paul, C./Weber, M./Mosandl, R. (2009): Kohlenstoffbindung junger Auforstungsflächen. Literaturstudie. www.prima-klimaweltweit.de/grafiken/pdf/paul_studie.pdf
- Rösler, K./Konopatzki, P./Jache, J./Hoang, T. B. M./Nguyen, D. H. L./Scheuer, S./Sumfleth, L./Stolpe, F./Haase, D. (2020): Nature-based solutions in the city of Hue. Status Quo Report. www.greencitylabhue.com/status-quo-report/
- Scalenghe, R./Marsan, F. A. (2009): The anthropogenic sealing of soils in urban areas. In: *Landscape and urban planning*, 90/1: 1–10. doi: 10.1016/j.landurbplan.2008.10.011
- Stec, W. J./Van Paassen, A. H. C./Maziarz, A. (2005): Modelling the double skin facade with plants. In: *Energy and Buildings*, 37/5: 419–427. doi: 10.1016/j.enbuild.2004.08.008
- Stolpe, F./Konopatzki, P. (2018): Boden – die natürliche Klimaanlage der Stadt. In: Knoblauch, D./Rupp, J. (Hrsg.): *Klimaschutz kommunal umsetzen. Wie Klimahandeln in Städten und Gemeinden gelingen kann*. München, oekom.
- The World Bank (2020): *World Bank Open Data – Vietnam*. https://data.worldbank.org/country/vietnam
- Thiele, M. (2015): *Klimaschutzpotenzialanalyse von Dach-, Fassaden- und Straßenbaumbegrünung*. Ein Beitrag zum Klimaschutzmanagement Klausenerplatz, Berlin Charlottenburg. www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf/_assets/umweltamt/klimaschutz/klimaschutzpotenzialanalyse_von_dach-_fassaden-_und_strassenbaumbegrueung.pdf
- Thönnessen, M. (2006): Staubfilterung und immissionshistorische Aspekte am Beispiel fassadenbegrünenden Wilden Weines (*Parthenocissus tricuspidata*). In: *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung*, 18 (1), 5–12. doi: 10.1065/uwsf2005.11.108
- Tran, T. T. M./Truong, C. T./Nguyen, T. Q./Dung, V. S./Dang, T. T./Vo, T. H. T. (2013): Hệ thống giải pháp phát triển bền vững không gian xanh thành phố Hue. In: *Journal of Science and Education* 4/28: 56–65.
- United Nations Development Programme, UNDP (2008): *Climate Change and Human Development in Vietnam, UNDP Human Development report 2007/2008*. http://hdr.undp.org/sites/default/files/chaudhry_peter_and_ryusschaert_greet.pdf
- Wessolek, G. (2014): *Bodenüberformung und -versiegelung*. Handbuch der Bodenkunde. 1: 1–35. doi:
- Wessolek, G./Nehls, T./Kluge, B. (2010): *Bodenüberformung und Versiegelung*. In: Blume, H. P./Horn, R./Thiele-Bruhn, S. (2010): *Handbuch des Bodenschutzes*. Weinheim, Wiley-VCH.

AUTOR + KONTAKT

Fabian Stolpe ist stellvertretender Fachgebietsleiter für Umweltrecht und Partizipation und Teamleiter Ressourcenschutz am Unabhängigen Institut für Umweltfragen e. V. (UfU).



Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU e. V.), Greifswalder Str. 4, 10505 Berlin. Tel.: +49 30 4284993-43, E-Mail: fabian.stolpe@ufu.de