

# gis.Business

Das Magazin für Geoinformation  
und Geo-IT

[www.gisPoint.de](http://www.gisPoint.de)



Abb. 1: Dachgarten und Wetterstation in Hanoi, Vietnam

## SONDERDRUCK

### Kontakt:

Dr. Mathias Schaefer, Dipl.-Ing. Tobias Kuester-Campioni, Prof. Dr. Nguyen Xuan Thinh  
TU Dortmund, Fakultät Raumplanung  
Raumbezogene Informationsverarbeitung und Modellbildung (RIM)  
E: [mathias.schaefer@tu-dortmund.de](mailto:mathias.schaefer@tu-dortmund.de)  
[tobias.kuester-campioni@tu-dortmund.de](mailto:tobias.kuester-campioni@tu-dortmund.de)  
[nguyen.thinh@tu-dortmund.de](mailto:nguyen.thinh@tu-dortmund.de)

# Daten-Dschungel auf dem Dach – wie gelingt intelligente Gebäudebegrünung?

Der zunehmende Urbanisierungstrend, die digitale Transformation und die drängenden Anliegen des Klimawandels fordern eine grundlegende Neuausrichtung in Bezug auf die Gestaltung zukünftiger Städte. Das deutsch-vietnamesische Forschungsprojekt Smart Urban Areas (SUA) erarbeitet hierzu innovative Lösungsansätze und stellt erste Ergebnisse vor.

Autoren: Dr. Mathias Schaefer, Dipl.-Ing. Tobias Kuester-Campioni und Prof. Dr. Nguyen Xuan Thinh

**M**it über acht Millionen Einwohnern ist die vietnamesische Hauptstadt Hanoi eine aufstrebende Megastadt, die mit charakteristischen Wachstumsschmerzen, wie Verkehrsüberlastung, Umweltverschmutzung und knappen Flächenressourcen, konfrontiert ist. So hat sich zwischen 1989 und 2019 die Siedlungs- und Verkehrsfläche von 90 km<sup>2</sup> auf 350 km<sup>2</sup> vervierfacht [1]. Analog sind auch die Oberflächentemperaturen aufgrund des höheren Anteils künstlicher Gebäude- und Bodenmaterialien nachweislich gestiegen [2]. Öffentliche Grünareale sind nur in begrenztem Maß vorhanden. Aus Sicht einer nachhaltigen und klimaangepassten Stadtentwicklung erlangt daher die Implementierung von Dach- und Fassadenbegrünungen im Gebäudebestand eine Schlüsselrolle. Diese Lösung bietet insbesondere eine Alternative zu Klimaanlage. Das Problem: Es mangelt oft an belastbarer Evidenz über die Wirksamkeit von Begrünungsmaßnahmen, was wiederum die Ursache für zusätzliche Kosten und Fehlplanungen sein kann. Entsprechend sind neben einer sorgfältigen Planung und Installation auch die Gewissheit über Energieeinsparungen im Vergleich zu konventionellen Klimaanlage sowie potenzielle Effekte auf den Thermalkomfort essenziell. Diese Ansprüche schließen eine kontinuierliche Datenerfassung und -validierung in den Planungsprozess ein.

Durch die Integration und Darstellung gemessener Echtzeitdaten in digitale Ge-

bäudeinformationsmodelle (Building Information Model – BIM) können mögliche Auswirkungen geplanter Anpassungsmaßnahmen in der realen Welt kosteneffizient abgeschätzt werden. In Gestalt eines „Digitalen Zwillings“ stellen sie heute eine wichtige Dateninfrastruktur für eine vorausschauende Stadtentwicklung dar [3]. Die Etablierung einer solchen Plattform zum Wissensaustausch und -management kann eine nützliche Entscheidungsgrundlage für ein energiesparendes Wohnen darbieten und die architektonische Umsetzung von Gebäudebegrünungen unterstützen. All diese Trends bilden den Ausgangspunkt für das Forschungsprojekt Smart Urban Areas (SUA).

## Smart Urban Areas (SUA)

Übergeordnetes Ziel von SUA ist es, eine nachhaltige Stadt- und Quartiersplanung mit Fokus auf der Gebäudeebene in Vietnam anzustoßen. Gemeinsam mit dem weltweit agierenden Pumpenhersteller Wilo SE und dem vietnamesischen Bauunternehmen Vingroup/Vinhomes sollen Klimaanpassungs- und Energieeinsparungsmaßnahmen in Form von Dach- und Fassadenbegrünungen sowie dem Einsatz von Hocheffizienzpumpen an einem Testgebäude in Hanoi praxistauglich erprobt und seitens der TU Dortmund wissenschaftlich begleitet werden. Parallel zur Maßnahmenumsetzung wird ein digitales Modell des Testgebäudes erstellt. Es liefert nicht nur Basisinformationen über Baumaterialien und -elemente, sondern

durch die Platzierung von Umweltsensoren am Gebäude auch Einblicke in den Wasserverbrauch und die Auswirkungen der Begrünungsmaßnahmen auf das Innen- und Außenklima (vgl. Abbildung 2). Das Forschungsprojekt wird für drei Jahre (2022–2025) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert und ist Teil der Exportinitiative Umweltschutz (EXI).

## Das Gesamtsystem im Blick

Zur Analyse der Ausgangslage wurden raumbezogene Daten herangezogen, wobei zunächst vorhandene 2D-Pläne und Materialparameter mittels ArchiCAD in ein 3D-Gebäudemodell überführt wurden. Zusätzlich wurden Thermalaufnahmen des Landsat-8-Satelliten und digitale Höhenmodelle für den Großraum Hanoi systematisch ausgewertet. Dies ermöglichte es, auf Gebäudeebene Verbesserungsbedarfe zu identifizieren (zum Beispiel in Bezug auf den möglichen Energieverbrauch) sowie regionale Frischluftschneisen und urbane Wärmeinseln zu verorten. Auf diese Weise wird ein Mehrebenenansatz verfolgt, bei dem das Gebäude als Teilelement in einem übergreifenden Stadt-Umwelt-System definiert wird. Alle Geodaten inklusive abgeleitete Derivate werden mittels einer eigens eingerichteten ArcGIS-Enterprise-Instanz auf dem Server des IT & Medien Centrums (ITMC) der TU Dortmund gesichert und verwaltet.



## Aus Photosynthese wird Datensynthese

Die praktische Umsetzung der Projektidee begann im März 2024 mit der Errichtung einer prototypischen Dach- und Fassadenbegrünung an einem traditionellen „Röhrenhaus“ in Dong Da, einem zentral gelegenen Distrikt von Hanoi. Das Wohnhaus ist 3,30 m breit und erreicht mit fünf Geschossen eine Höhe von 20 m. Auf dem Dach wurde eine Fläche von 16 m<sup>2</sup> mit vier in Vietnam heimischen Pflanzenarten bestellt. Sie ersetzen damit ein Wellblechdach als natürliches Verschattungselement. Die Südwestfassade wurde mit Hängepflanzen vom Dach ausgehend ausgestattet und soll im Laufe der Zeit vollständig mit Vegetation bedeckt sein. Die automatische Bewässerung erfolgt unterstützend über ein Regenwassersammelsystem in Verbindung mit einer Wilo-Pumpe.

Zur regelmäßigen Aufnahme der meteorologischen Rahmenbedingungen befindet sich eine Vantage-Pro2-Plus-Wetterstation der Firma Davis auf dem Gebäudedach, die Informationen zu

- Lufttemperatur und -feuchtigkeit,
- Windrichtung und -geschwindigkeit,
- Solar- und Ultraviolettstrahlung sowie
- Niederschlagsmengen

über ein zentrales Gateway im 5-Minuten-Intervall in einer Cloud speichert. Abseits der Wetterstation wird ein Netzwerk aus Umweltsensoren im unmittelbaren Bereich der Dach- und Fassadenbegrünung platziert, welches simultan mit demselben Gateway kommuniziert. Sie messen die

- Substrattemperatur und -feuchte,
- die Blattoberflächenfeuchtigkeit sowie
- die Fassadentemperatur im selben Zeitintervall.

Im Hinblick auf die Messgenauigkeit folgen alle Sensoren den gesetzten Standards der Weltorganisation für Meteorologie (World Meteorological Organization – WMO) [4].

Die gewonnenen Datensätze rangieren akkumuliert auf einen Tag im Kilobyte-Bereich und sind via Weather-link-App entweder direkt auf dem Smartphone einsehbar oder können für detaillierte Analysen im .CSV-Format weitergenutzt werden. Als Beispiel sind dreidimen-

sionale numerische Simulationen zur Gebäudeenergetik und dem umliegenden Mikroklima zu nennen, welche für eine realistische Szenarienmodellierung und -validierung möglichst standortgenaue Wetterparameter erfordern [5].

In einem weiteren Schritt gilt es, die Satellitendaten, 3D-Simulationen und lokalen Messungen zu bündeln, in das digitale Gebäudemodell zu integrieren und über die ArcGIS-Experience-Builder-Schnittstelle in einem Online-Dashboard zu veröffentlichen. Die Herausforderung liegt dabei in der Datenharmonisierung und einheitlichen Attribuierung. Abbildung 3 zeigt eine erste digitale Nachbildung des Testgebäudes inklusive aufgenommener Umweltmessdaten.

## Praxisnah und wissenschaftlich fundiert

Während der gesamten Projektlaufzeit interagieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Akteurinnen und Akteuren aus der Pumpenindustrie, Bauschulen, internationalen Bauunternehmen und (Landschafts-)Architekten. Der trans-

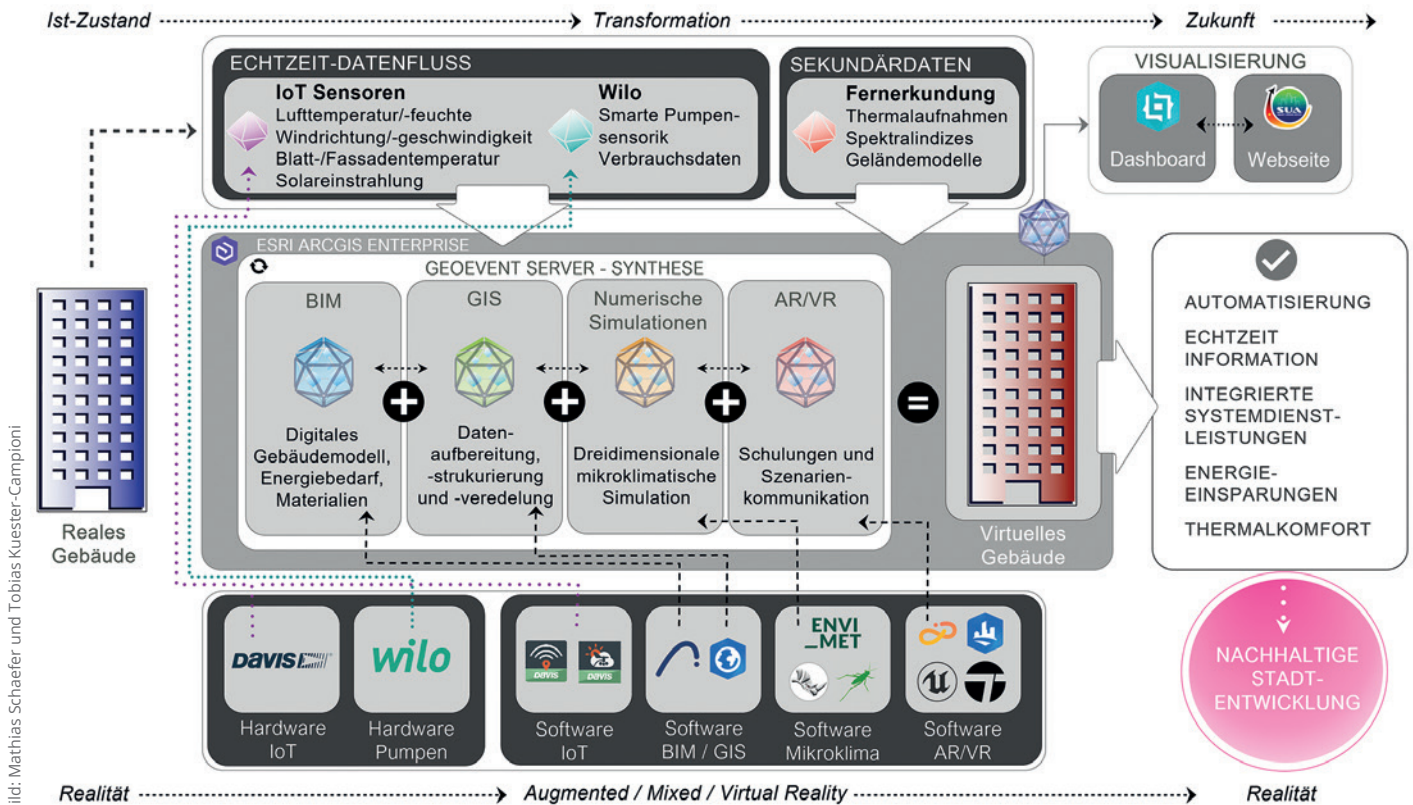


Bild: Matthias Schaefer und Tobias Kuester-Campioni

Abb. 2: Konzeptionalisierung des SUA-Projekts. Für die Umsetzung wird ein umfangreiches Hard- und Software-Ensemble eingesetzt (Davis-Wetterstationen und Sensoren, Wilo-Pumpen, ArchiCAD, ESRI ArcGIS Pro/Enterprise/CityEngine der Firma ESRI, ENVI-met, Rhino/Grasshopper, Unreal und TwinMotion).

Bild: Mathias Schaefer und Tobias Kuester-Campioni

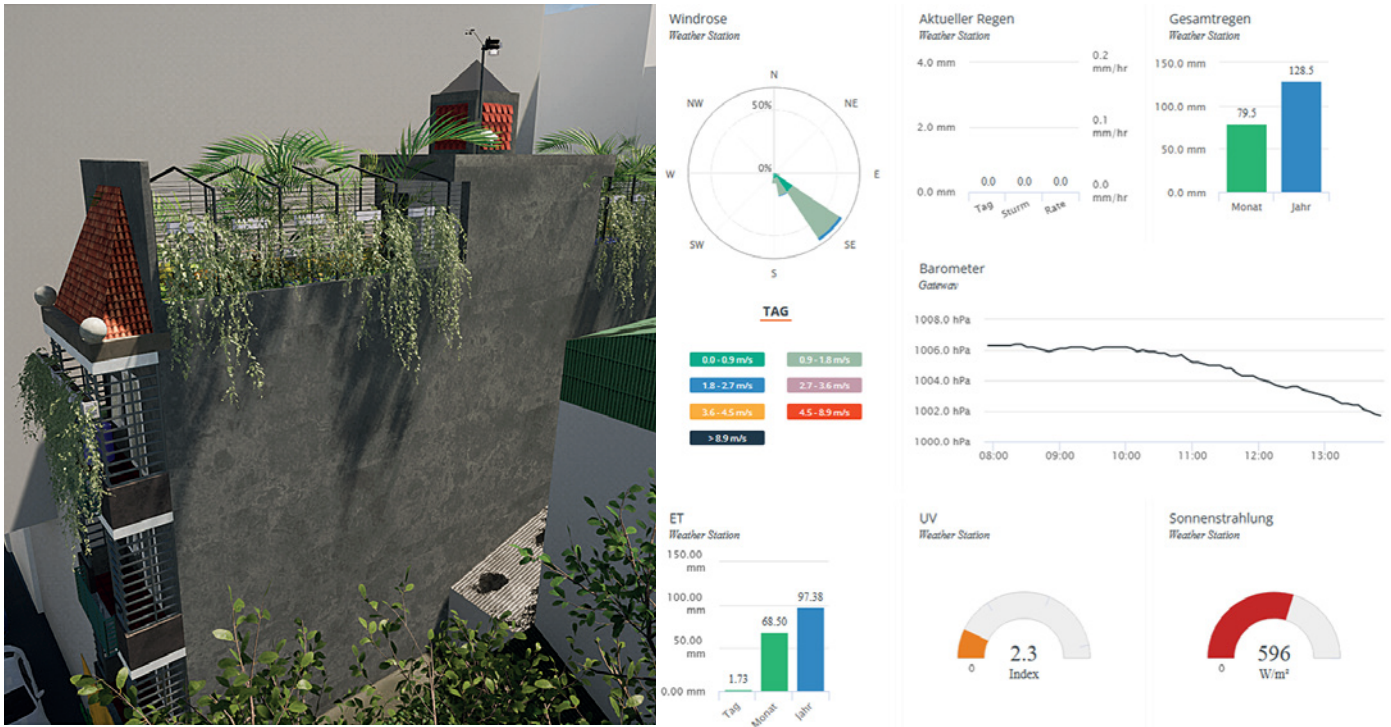


Abb. 3: 3D-Modell des ersten Testgebäudes (l.) und Messdatenauszug aus dem Online-Dashboard der Davis-Wetterstation für den 29. 4. 2024 (r.)

disziplinäre Einbezug von sowohl akademischem als auch nichtakademischem Wissen schafft einen Perspektivwechsel und lässt damit neuartige Denkansätze zu. Obwohl diese Forschungsphilosophie auch kognitive Sackgassen mit sich bringen kann, führt sie im Idealfall zu einem gegenseitigen Lernprozess, der belastbare Theorien für die wissenschaftliche Gemeinschaft und praktische Erkenntnisse für die Gesellschaft generiert.

Ein zentraler Aspekt dieser Zusammenarbeit ist die Einigung auf ein gemeinsames Vokabular und eine verständliche Kommunikation. Hierbei war die Einbettung der Projektideen über Unreal und die ArcGIS CityEngine in eine Virtual-Reality-Umgebung (VR) besonders geeignet, um interkulturelle und fachliche Barrieren zu durchbrechen, einen transparenten Austausch zu ermöglichen und eine gemeinsame Entscheidungsbasis zu schaffen.

**Zwischenbilanz**

Zur Projekthalbzeit konnten erste theoretische Zielvorstellungen in die Realität umgesetzt werden. Die bisherigen Fortschritte zeigen, dass eine technische und klimaangepasste Umgestaltung von Bestandsgebäuden in einem angemessenen Zeitraum durchführbar ist. Dank des Zusammenspiels aus Umweltsensoren,

mikroklimatischer Simulationen und dessen Integration in ein digitales Gebäudemodell werden hypothetische Prämissen durch reale Daten ersetzt und der Blick auf gebäudeenergetische Details geschärft. Für eine aussagekräftige Wirkungsmessung der beschriebenen Maßnahmen ist die kontinuierliche Pflanzenpflege und ein fortwährender Datenfluss durch das installierte Sensornetzwerk entscheidend.

In vietnamesischen Großstädten ist der aufgezeigte Gebäudetypus weit verbreitet, was die Anwendbarkeit der Ergebnisse ermöglichen wird und somit einen Multiplikatoreffekt begünstigt. In diesem Zusammenhang sind bereits weitere, großflächige Begrünungskonzepte geplant. Nichtsdestoweniger ist die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auch für Deutschland von Relevanz. Klar ist bereits, dass eine faire Bereitstellung der generierten Projektdaten unerlässlich ist, um langfristig eine nachhaltige Transformation von Städten und Regionen anzuregen.

**Quellen:**

[1] Mauro, G.: Rural-Urban Transition of Hanoi (Vietnam): Using Landsat Imagery to Map Its Recent Peri-Urbanization. In: ISPRS International Journal of Geo-Information 9 (2020) H. 11, S. 669, DOI: 10.3390/ijgi9110669

[2] Nguyen, D.-L.; Chou, T.-Y.; Hoang, T.-V.; Chen, M.-H.; Wang, C.-T.; Phan, V.-K.: Spatial-Temporal Changes in Land Surface Temperature Pattern in the Western Edge of the Inner Hanoi City, Vietnam During the 2005 – 2019 Period. In: Le Vo, P.; Tran, D. an; Pham, T. L.; Le Thi Thu, H.; Nguyen Viet, N. (Hrsg.): Advances in Research on Water Resources and Environmental Systems. Springer International Publishing, Cham, S. 389 – 401 (2023)

[3] Alva, P.; Biljecki, F.; Stouffs, R.: Use Cases for District-Scale Urban Digital Twins. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLVIII-4/W4-2022 (2022), S. 5 – 12, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W4-2022-5-2022

[4] World Meteorological Organization: Guide to instruments and methods of observation. Geneva (2021)

[5] Schaefer, M.: Between vision and action: the predicted effects of codesigned green infrastructure solutions on environmental burdens. Urban Ecosystems 25 (2022), S. 1805 – 1824, DOI: 10.1007/s11252-022-01268-x.

**Projektwebsite:**  
www.smarturbanareas.de