

# ENDBERICHT

<b>FFG Projektnummer</b>	873045	<b>eCall Antragsnummer</b>	24364901
<b>Kurztitel</b>	UHI Black Box	<b>Bericht erstellt von</b>	Andras Horvath
<b>Bericht Nr.</b>	Nr. 1 / Endbericht	<b>Berichtszeitraum</b>	2.5.2019 - 30.4.2020
<b>FörderungsnehmerIn</b>	Rheologic GmbH		

## 1. Ziele und Ergebnisse

Ziel des vorliegenden Projektes war es, die technische Machbarkeit eines „Black Box Modelles“ zu überprüfen, um unterschiedliche Gebäude- und Bodentypen in dem von Rheologic GmbH entwickelten Computerprogramm *uhiSolver* zu implementieren. Der manuelle Aufwand der Modellerstellung soll durch die Reduktion der Parametervielfalt minimiert werden und gleichzeitig soll die Simulation ausreichend genaue Ergebnisse zur Beurteilung des urbanen Mikroklimas liefern können.

**Projektziel:** Können die fünf häufigsten Gebäudetypen und fünf häufigsten Bodentypen im mitteleuropäischen Bereich prinzipiell als homogene Körper mit gemittelten Stoffeigenschaften für die Modellentwicklung von Mikroklimasimulationen ausreichend genau und differenziert genug beschrieben werden?

**Projektergebnis:** das im Antrag dargelegte Ziel wurde erreicht!

1. Die Implementierung im *uhiSolver* Code ist mit der Vereinfachung homogener Stoffdaten möglich.
2. Der thermische Fehler der Simulationsergebnisse an den Messpunkten ist ausreichend klein im Vergleich zu Messdaten.

Einige wesentliche Parameter wurden im Zuge dieser Machbarkeitsstudie erhoben. Diese waren Albedo, Dichte, Wärmedurchgang von Konstruktionen und die spezifische Wärme-Speicherfähigkeit. Diese Parameter wurden mit dem Algorithmus, der in der ÖNORM EN ISO 13786 beschrieben wird, zur Berechnung des wärmetechnischen Verhaltens unterschiedlicher Gebäudetypen und Bodentypen herangezogen.

Die jeweiligen Gebäudetypen und Bodentypen wurden recherchiert und mittels Berechnungen wurde festgelegt, welche Parameter jeweils wesentlich sind (Fehlgewichtung und Sensitivitätsanalyse) und welche nicht. Letztlich wurden die 5 definierten Gebäudetypen und 5 definierten Bodentypen für das Rechenmodell so weit in ihren inhomogenen Stoffeigenschaften reduziert, dass sie als homogener Monolith mit bekannter Fehlermarge im Computermodell dargestellt werden konnten.

Einerseits wurden eindimensionale Modell-Rechnungen für nur zwei Zeitschritte durchgeführt (Iterationen im Spreadsheet), um eine Tendenz für die unterschiedlichen Parameter und Zusammenhänge abzuleiten (n.b.: dies bildet die algorithmische Grundlage für instationäre Simulationen). Dabei hat sich gezeigt, dass die Oberflächentemperaturen mit zahlreichen Faktoren

zusammenhängen, da die gegenseitige Abhängigkeit (Ein- und Abstrahlung so wie Wärmeleitung und Speicherung) komplex ist. Deshalb lassen sich genauere Prognosen nur mit dynamischen Berechnungen (wie in *uhiSolver*) unter Berücksichtigung einer vollständigen physikalischen Kopplung aller Effekte (Wärmeleitung, Strahlung, Sonnenverlauf, Strömung und Verdampfung) durchführen.

Es wurden dynamische 3D Simulationen durchgeführt. Diese haben gezeigt, dass die vereinfachende Annahme homogener Stoffdaten für Gebäudekörper für den untersuchten Validierungsfall sehr gute Ergebnisse liefert.

Die Ziele, die dem Fördervertrag zugrunde liegen, wurden erreicht. Es gibt keine geplanten oder ungeplanten Änderungen im Vergleich zum eingereichten Arbeitsplan.

### Validierungsfall Schule Kandlgasse

Ziel der Implementierung der vereinfachten Stoffdaten für die 5 häufigsten Typen von Gebäudevolumina war die Überprüfung der Prognosequalität des angewandten Modells, d.h. die Sensitivität der simulierten Lufttemperatur hinsichtlich der Mittelung der Wärmekapazität, der Wärmeleitung und der spezifischen Dichte ( $c_p$ ,  $l$ ,  $r$ ). Für Oberflächeneigenschaften (Albedo) wurden ebenfalls Stoffdaten von der TU-Wien geliefert, welche in die Modellparameter einfließen.

2017 führte das Institut für Bauphysik eine Messkampagne in der Schule Kandlgasse in Wien Neubau durch, welche die Auswirkung von Fassadenbrünung auf Aussen- und Innentemperaturen so wie Wärmeströme innerhalb des Mauerwerks untersuchen sollte. Die vor Ort gesammelten Messdaten waren Temperaturen, relative Feuchte, Strahlungsintensität etc. TU-Wien stellte die damaligen gesammelten Messdaten zur Validierung von *uhiSolver* zur Verfügung.

Die Grundlage der Simulation ist der 1. August 2017, ein wolkenloser Hitzetag mit innerstädtischen Temperaturen von 35°C, welche auch in der Kandlgasse am Nachmittag gemessen wurden.

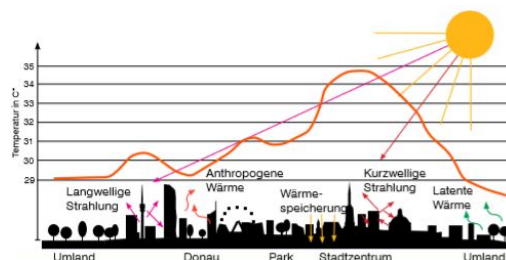


Figure 1: Kontext der Simulationsaufgabenstellung, Prinzipiskizze städtischer Hitzeinseln.

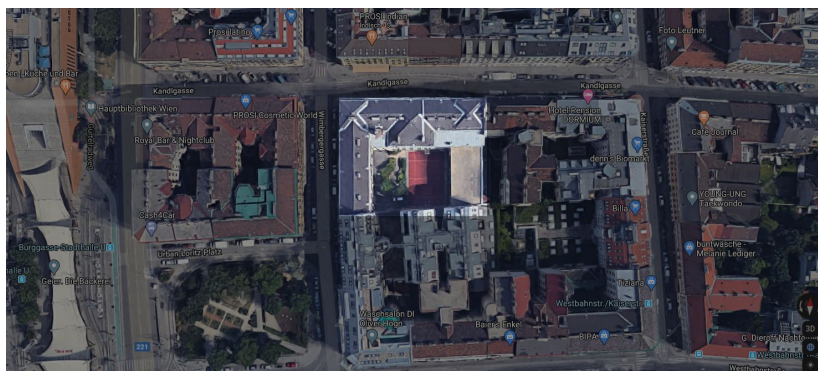


Figure 2: Position der Schule Kandlgasse (Wien VII), Gürtel und Hauptbühnenstraße am linken Bildrand (Quelle: Google Maps)

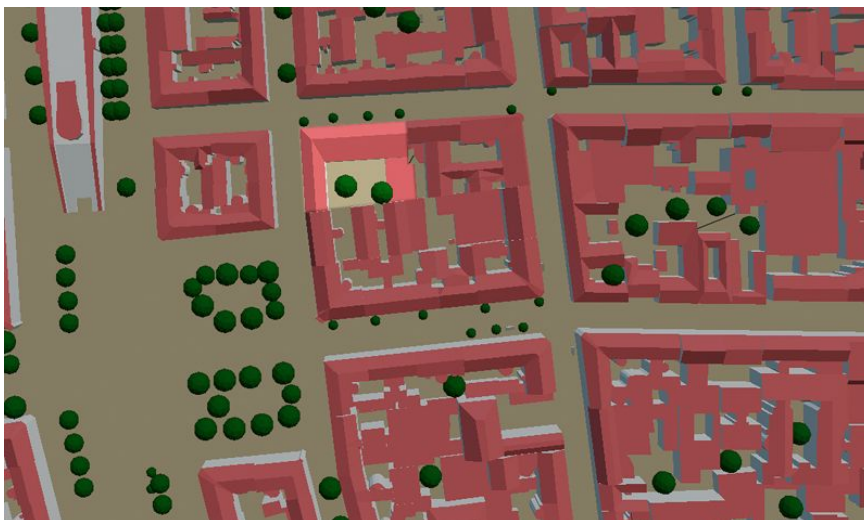


Figure 3: Darstellung des Schulhofes der Kandlgasse (Wien VII) im Simulationsmodell



Figure 4: Nach Süden ausgerichtete Fassade des Schulhofes mit Begrünungssystemen

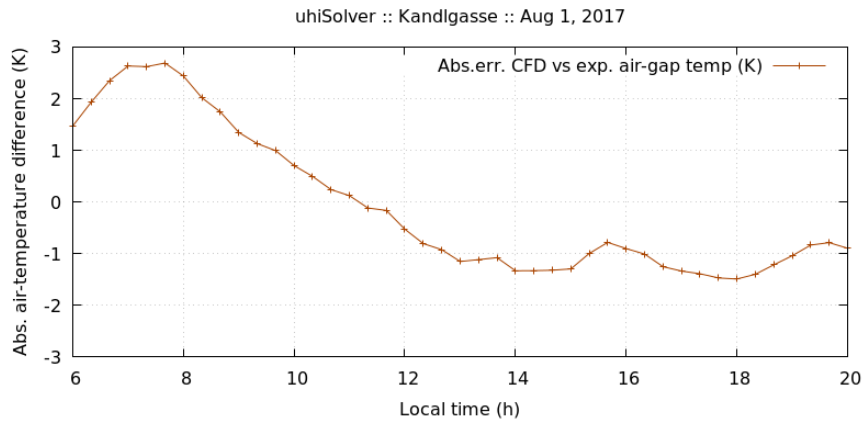


Figure 5: Ergebnis der Validierungssimulation: absolute Differenz der Lufttemperatur zwischen oberflächennahen Messdaten und Simulationsdaten von 06:00 bis 20:00 an dem Hitzetag 1. August 2017. Die Maximale Abweichung der simulierten Lufttemperatur am Nachmittag beträgt  $-1,5^{\circ}\text{C}$ . Dies wird von der TU-Wien im Vergleich zu etablierter Software als sehr gutes Simulationsergebnis eingestuft!

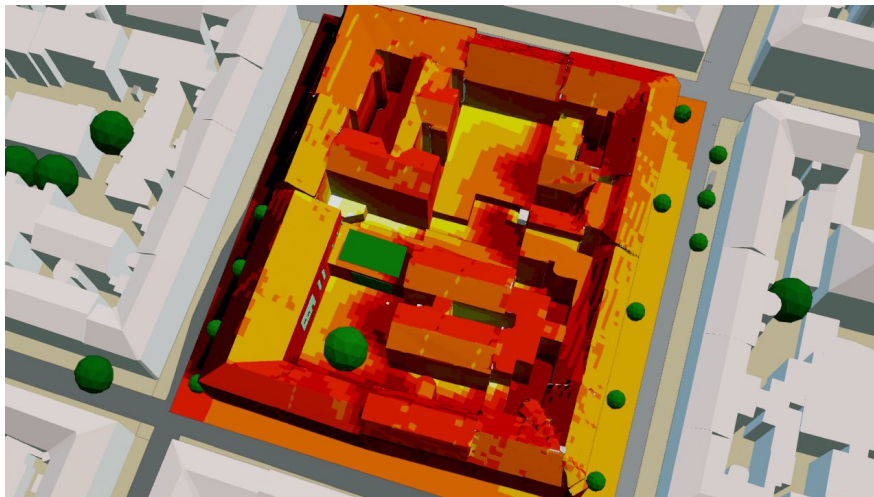


Figure 6: Simulationsergebnis: Darstellung der Strahlungsdichte auf den Gebäudeoberflächen am Nachmittag des 1. Aug 2017. Berücksichtigung vom Sonnenstand und der Sekundärstrahlung im Modell.

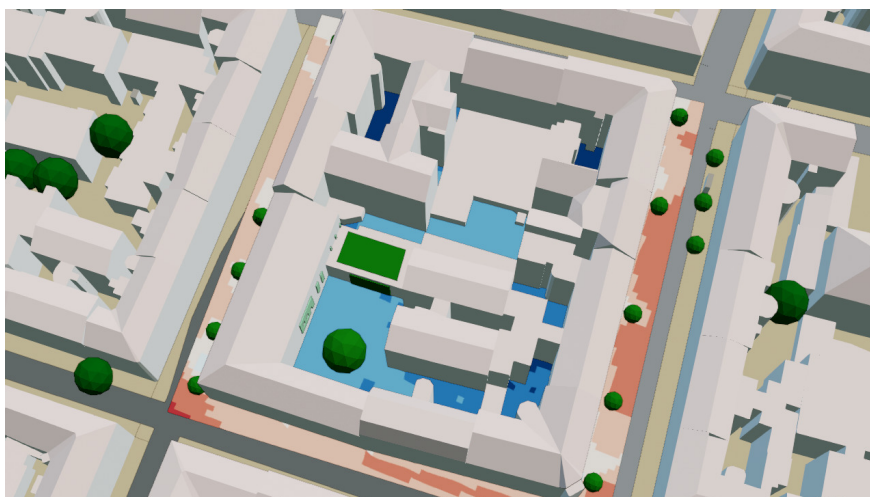


Figure 7: Simulationsergebnis: Darstellung der Lufttemperaturen auf Fußgängerniveau am Nachmittag des 1. August 2017. Die Innenhöfe sind auf Grund der Abschattung und Evapotranspiration von Bäumen und der Fassadenbegrünung deutlich kühler (um etwa 2,5°C) als die Umgebung

## 2. Arbeitspakete

AP Nr.	AP	Durchgeführte Arbeiten
1	Projektmanagement	Es gab stetigen Austausch zwischen der TU Wien und der Antragstellerin Rheolgoic GmbH. In regelmäßigen Gesprächen und Telefonaten wurden jeweils die nächsten Schritte bilateral abgestimmt.
2	Parameterbestimmung UHI	Es wurde analysiert, welche Eigenschaften für das Projekt notwendig sind. Dazu wurden die Parameter Albedo, Dichte, Wärmedurchgang und spez. Wärmespeicherefähigkeit bestimmt.
3	Gebäudetypen	5 typische Gebäudetypen wurden definiert, die Eigenschaften der jeweiligen Gebäudetypen wurden ermittelt. Die Angaben als homogener Körper gleicher Eigenschaften im Sinne eines Black-Box Modells wurden vorbereitet.
4	Bodentypen	5 typische Bodentypen wurden definiert. Die Eigenschaften der jeweiligen Bodentypen wurden ermittelt. Die Angaben als homogener Körper gleicher Eigenschaften im Sinne eines Black-Box Modells wurden vorbereitet.
5	Integrierung in Software	Programmierung der Gebäudeimplementierung mit den von der TU-Wien ermittelten Stoffdaten. Automatisierung der Simulation. Validierungssimulationen.

Die Arbeitsschritte und -pakete konnten gemäß Plan abgearbeitet werden. Es gab keine nennenswerten Abweichungen vom Projektplan.

### **3. Projektteam und Kooperationen**

Es gab keine Drittleister.

Es gab keine Änderungen in der Arbeitsaufteilung. Es gab weiters keine Auswirkungen auf die Kosten-/ Finanzierungsstruktur und die Zielsetzung.

### **4. Ausblick**

Es wurde gemeinsam mit weiteren Partner\*innen ein Projekt eingereicht, das an dieser Machbarkeitsstudie anknüpfen soll. Es hat den Kurztitel „HEAT HARVEST – Teil 2“ und wurde bei der 7. Ausschreibung Stadt der Zukunft eingereicht. Die Förderung des Projektes „HEAT HARVEST – Teil 2“ wurde nicht genehmigt.

Mit der TU-Wien besteht nach wie vor eine gute Zusammenarbeit und sind weitere F&E Arbeiten in diesem Themengebiet geplant.

Abgesehen von den erfreulichen Ergebnissen der Machbarkeitsstudie arbeitet Rheologic intensiv an der Produktentwicklung für Mikroklimasimulationen.

### **5. Erläuterungen zu Kosten & Finanzierung**

Abrechnung s. Excel File lt Vorlage im eCall.

Es gab keine Abweichungen vom vorgelegten Kostenplan.

### **6. Projektspezifische Sonderbedingungen und Auflagen**

Keine

### **7. Meldungspflichtige Ereignisse**

Keine