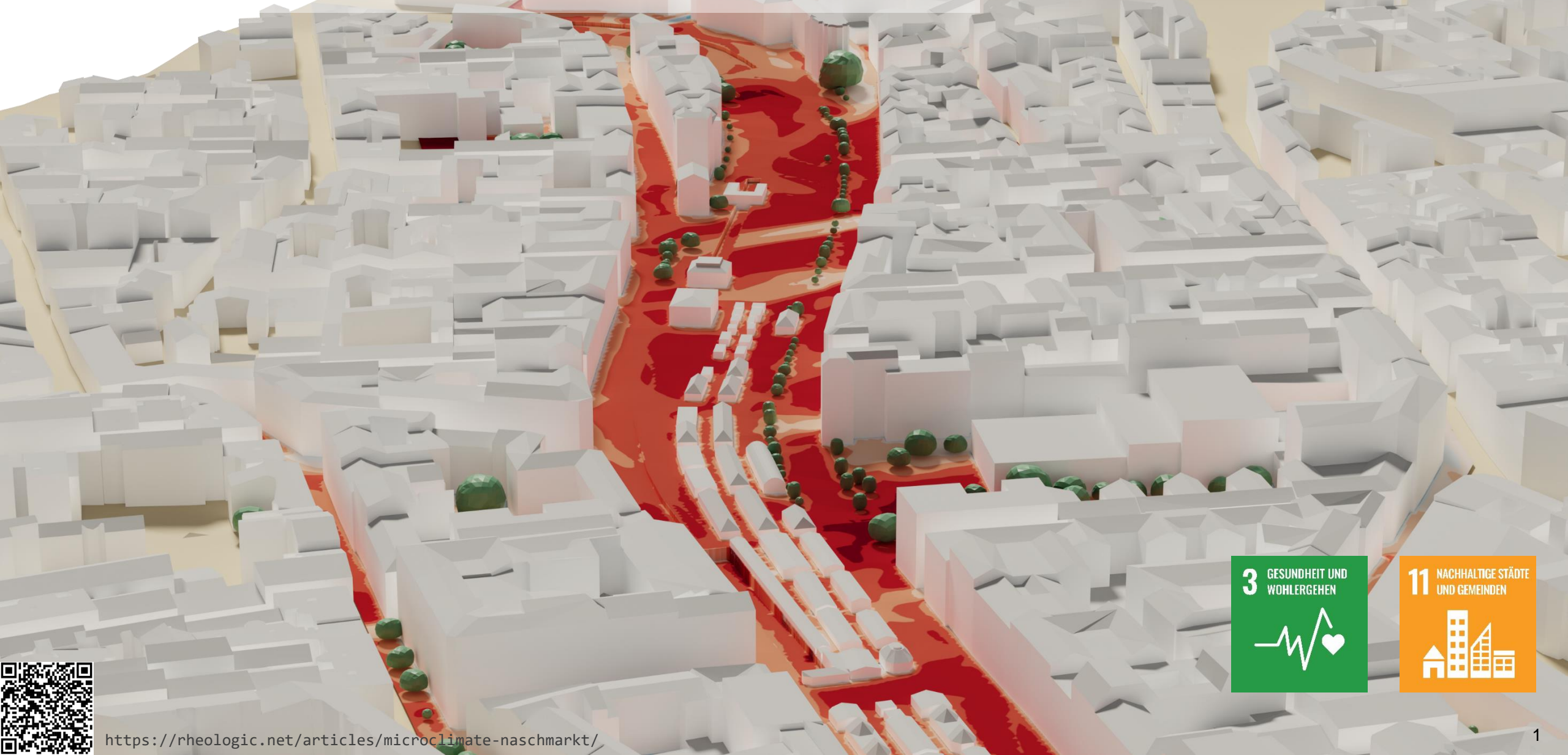
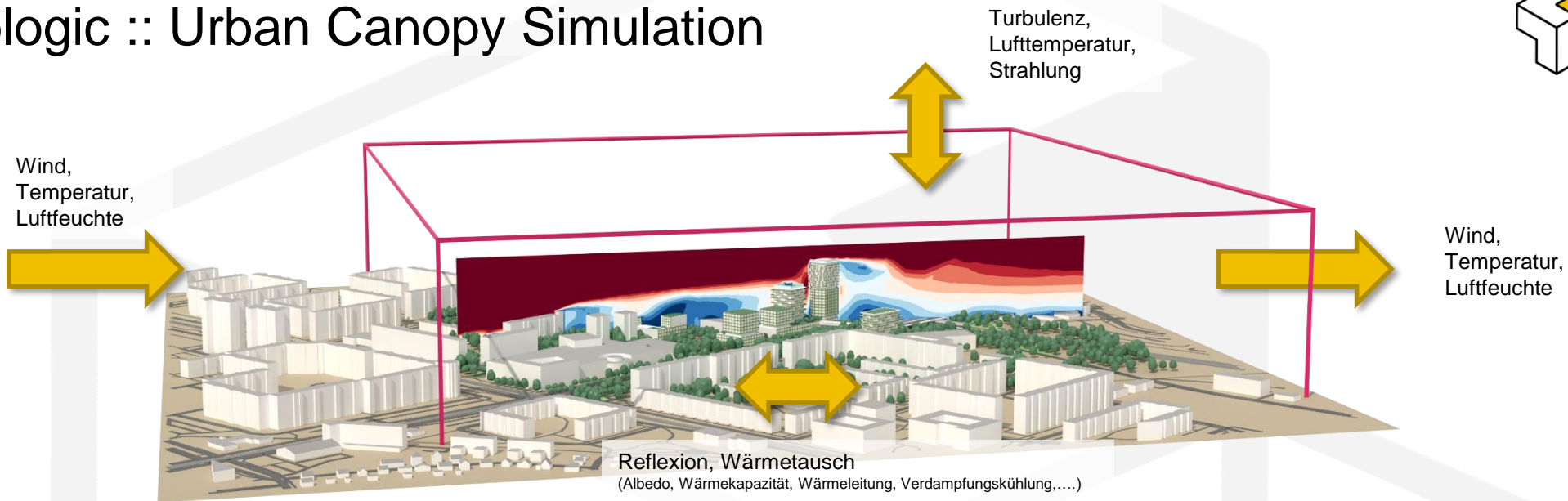


# Urbane Mikroklima-Faktoren: Validierung eines Multi-Physics Modells zur Planung Resilienter Städte



# Rheologic :: Urban Canopy Simulation



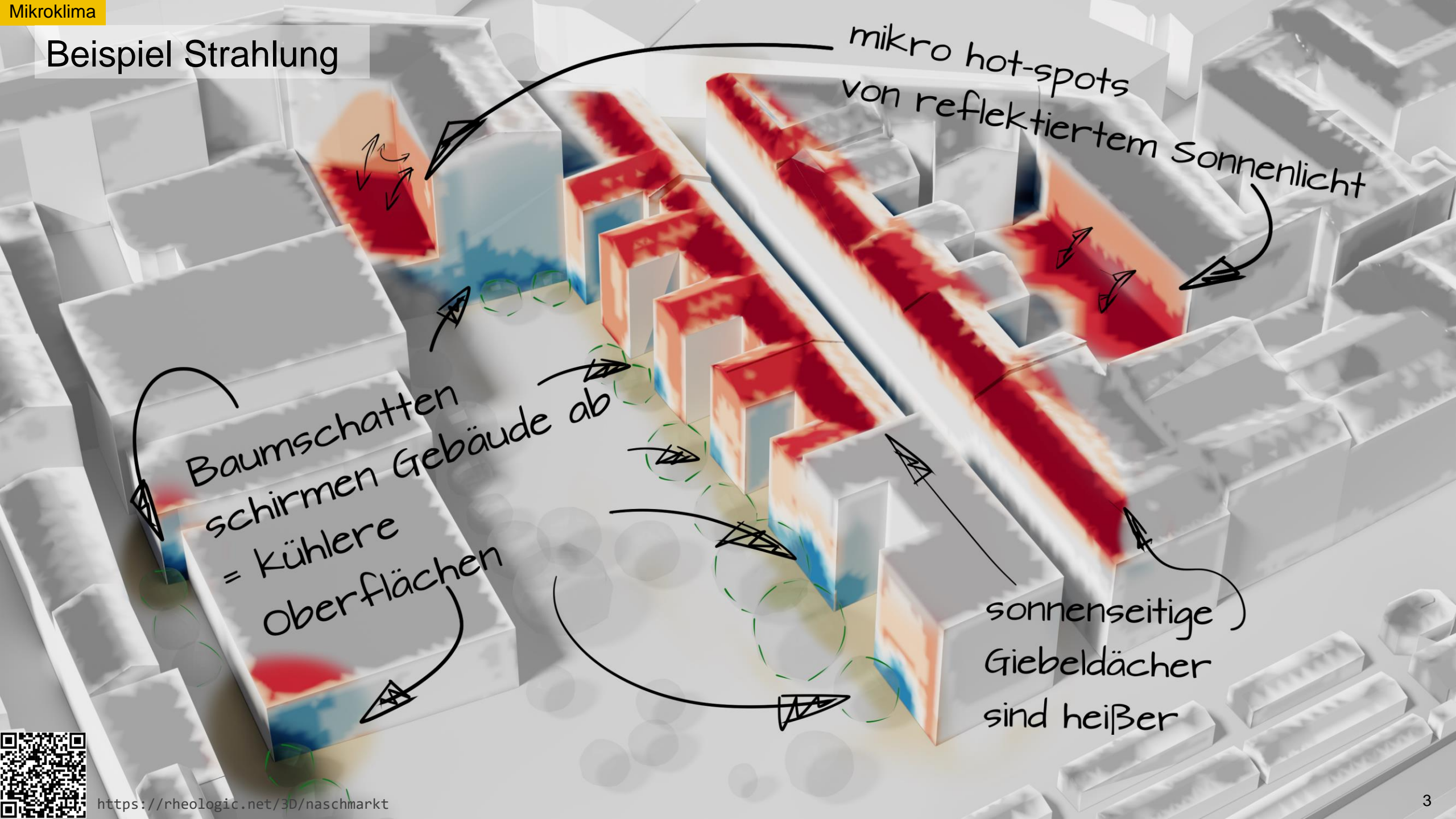
## Eingangs-Faktoren für die Simulation:

- ▶ Meteorologie / Klima: Windtemperatur, -geschwindigkeit und -richtung, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchte
- ▶ Urban Canopy: Terrain, Gebäudegeometrie, Bäume, Grün- und Wasserfläche
- ▶ Physik: Strahlung und Reflexion, Thermische Eigenschaften, Evapotranspiration → Wärmeaustausch

## Ergebnisse:

- ▶ Oberflächen- und Lufttemperaturen, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte, ... über den Verlaufe 24 Stunden
- ▶ Abgeleitete Faktoren: „gefühlte Temperatur“ (UTCI oder Apparent Temperature) → Beurteilung von Hitzewellen

# Beispiel Strahlung



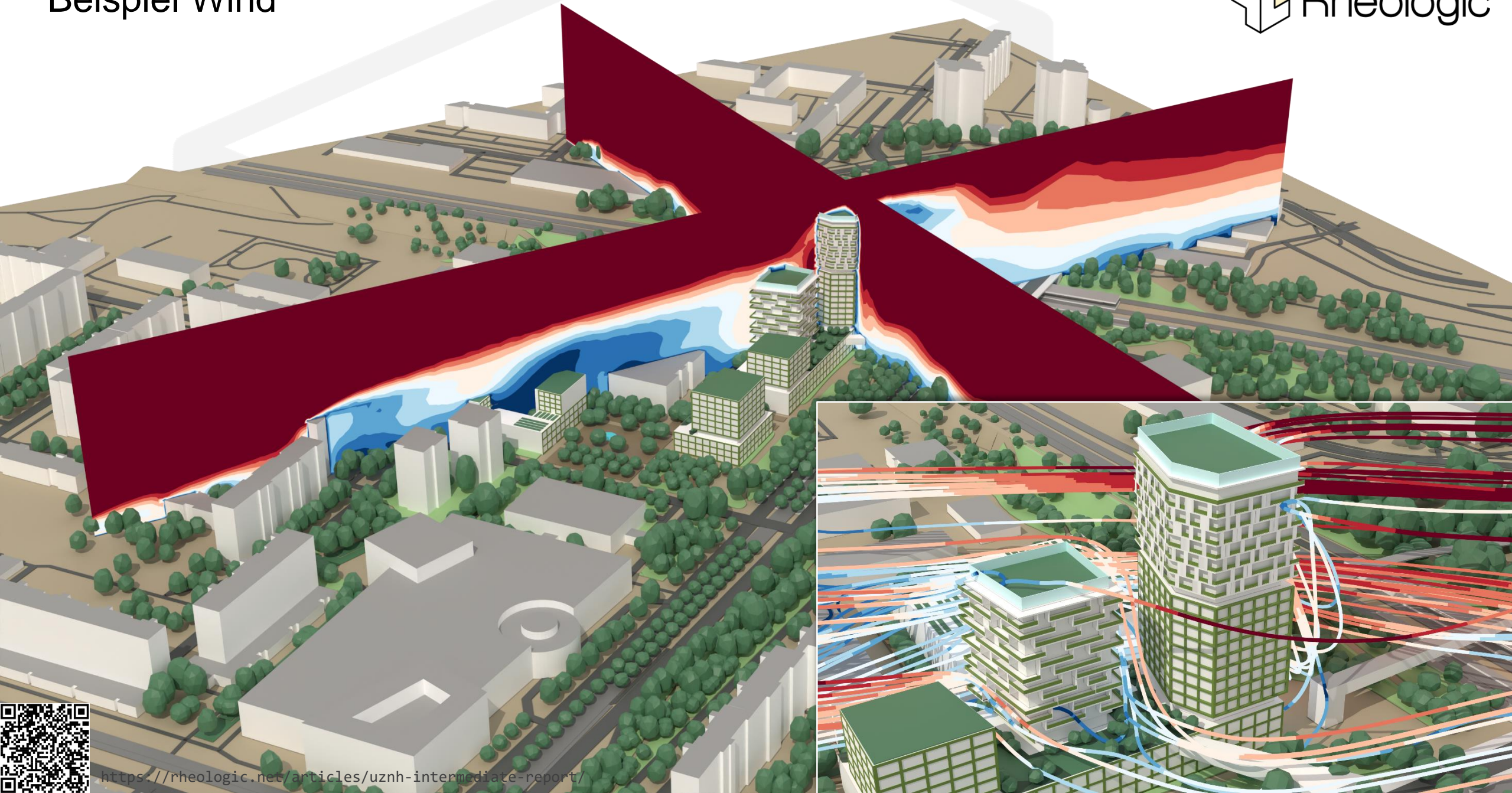
mikro hot-spots  
von reflektiertem Sonnenlicht

Baumschatten  
schirmen Gebäude ab  
= kühlere  
Oberflächen

sonnenseitige  
Giebeldächer  
sind heißer



# Beispiel Wind



# Validierung: Messung vs. Simulation am Wiener Naschmarkt

## Absolute Deviation

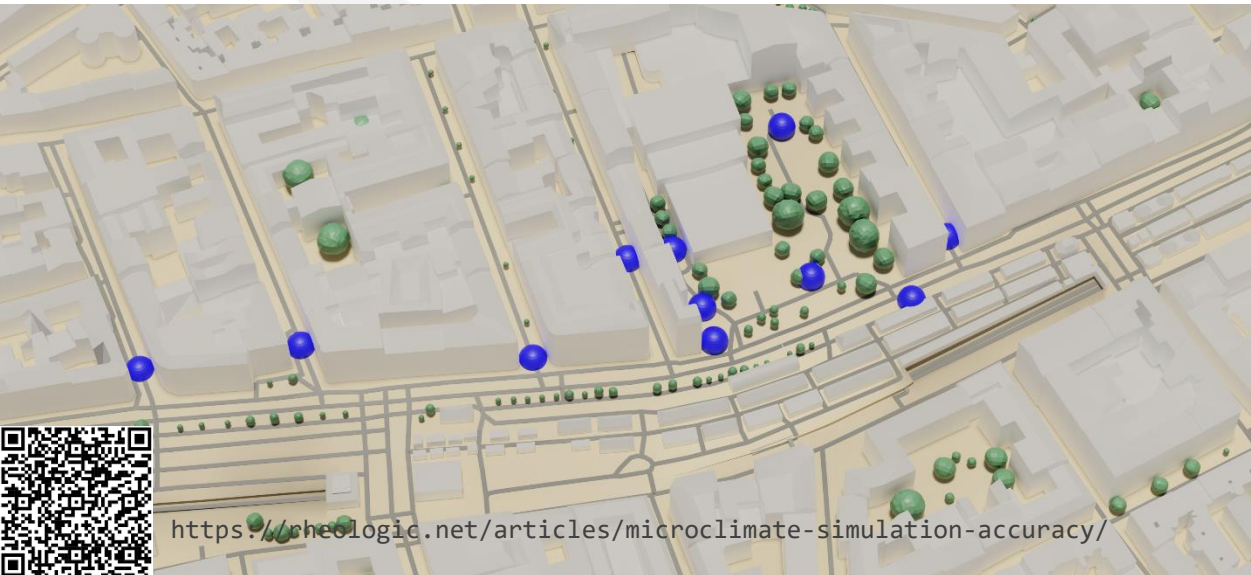
Temperature: 0.09°C

Absolute Humidity: 0.0042  $\text{g}_{\text{water}} / \text{g}_{\text{air}}$

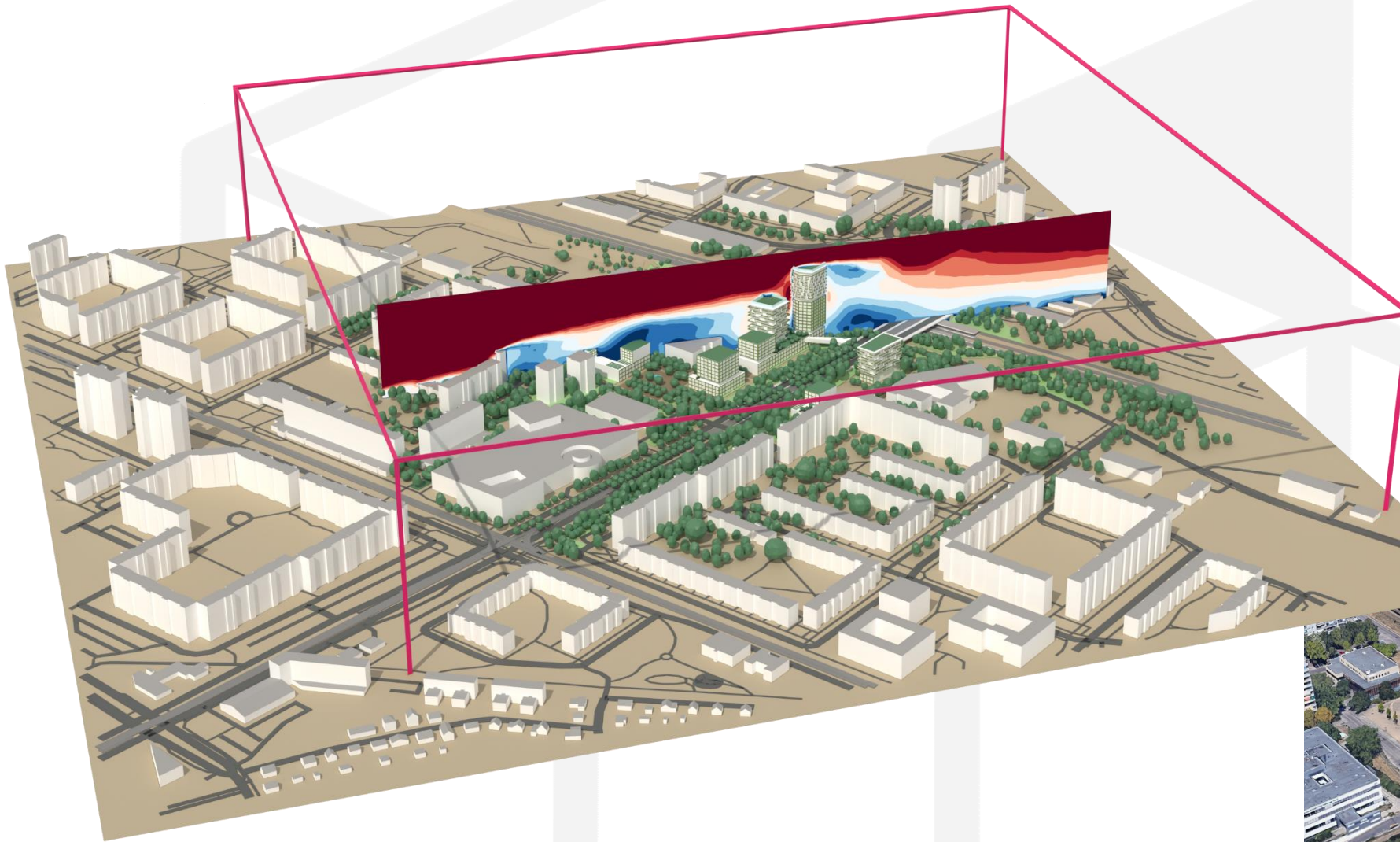
## Standard Deviation

Temperature:  $\pm 1.13^\circ\text{C}$  (3.57%)

Absolute Humidity:  $\pm 0.0019 \text{ g}_{\text{water}} / \text{g}_{\text{air}}$



## ...vom Parkplatz zum klimafitten Wohnbau



- ▶ Fassaden- und Dachbegrünungen
- ▶ Bäume in optimalen Positionen
- ▶ Verschattungen und PV
- ▶ Versickerungsflächen
- ▶ Trinkwasser / Sprühnebelanlagen
- ▶ Optimierter Windkomfort für Dachflächen, Radwege, Sportplätze



# Contact

Rheologic GmbH  
Liniengasse 40/12  
1060 Vienna, Austria

E [office@rheologic.net](mailto:office@rheologic.net)  
T +43 699 8190 3236  
W <https://rheologic.net/>

VAT-ID: ATU 67986478  
BIC: GIBAATWWXXX  
IBAN: AT88 2011 1822 3513 9700  
Company number: FN393458s

Rheologic GmbH does not assume any warranty or liability about the accuracy or completeness of the information provided in this presentation. All content falls under the copyright of Rheologic GmbH. Rheologic Airplane is a registered trademark.

# BACKUP



## Themenstellung

Der Großteil der Menschheit lebt in Städten - Tendenz steigend – gleichzeitig sind Städte über den Urban Heat Island Effekt überproportional von der Erwärmung des Klimas betroffen, mit stark steigender Wahrscheinlichkeit von Hitzewellen, die sich nicht zuletzt auch jetzt schon in der Mortalitätsrate zeigt.

Gleichzeitig gibt es wenige Tools, die in der Stadtplanung die Mikroklima-Effekte von Strahlung, Wind, Wärmeübergang, Evapotranspiration etc. gleichermaßen detailliert wie großflächig darstellen können, was die zielgerichtete Planung öffentlicher Flächen erschwert. Gut etablierte und validierte, meteorologische Modelle behandeln städtische Geometrie oft nur als Rauigkeit, während speziell auf botanische oder reine Klima-Effekte ausgelegte Software nur kleinräumig höhere Auflösung bieten kann und großräumige Strömungseffekte in der Stadt weitgehend ausblenden.

Wir stellen in unserer Arbeit einen Multi-Physics-Simulationsansatz vor, der relativ hohe Auflösungen (Dezimeter-Bereich) über relativ große Gebiete (mehrere Quadratkilometer) beherrscht und dabei alle bestimmenden Mikroklima-Faktoren (Strömung, Wärmeübergang, Strahlung, Reflexion und Evapotranspiration) in hoher Genauigkeit berücksichtigt. Über Messungen in verschiedenen städtischen Umgebungen weisen wir nach, dass die Parameter mit hoher Genauigkeit vorhergesagt werden können - die Lufttemperatur beispielsweise mit einer Standardabweichung von etwa  $\pm 1^\circ\text{C}$

## Methode

Für die Validierung wurden verschiedenen Stadtgebiete in Wien simuliert. Dabei stützen sich die Simulationen auf öffentlich zugängliche Geometrien (zB: Bebauung - OpenStreetMap, Terrain - SRTM Satellitendaten, Bewuchs - Baumkataster Wien) sowie eigene Messungen in einigen Fällen.

Eingangsdaten für die Simulationsdomäne sind weiterhin gemessene Wetterdaten für heiße Sommertage in Wien, ein geeignetes ABL-Profil, sowie verschiedene, mit Literaturdaten hinterlegte Annahmen für die Eigenschaften von Oberflächen, Gebäuden und grüner/blauer Infrastruktur. Dazu zählen beispielsweise thermische Eigenschaften von Baukörpern in Wien, die in vorausgegangenen Projekten ermittelt wurden oder Daten zur Evapotranspiration aus landwirtschaftlichen Untersuchungen. Modellparameter für die Luftströmung in Städten wurden ebenfalls anhand von publizierten Messungen gewählt.

Zur Validierung der Simulation wurden in den Simulationsgebieten entweder über längere Zeiträume oder dort wo dies nicht möglich war, punktuell unter weitgehend den gleichen Wetterbedingungen wie für die Simulation angenommen (also an heißen Sommertagen) Messungen von Lufttemperatur, Luftfeuchte und Geschwindigkeit vorgenommen und mit den entsprechenden Simulationen verglichen

## Ergebnisse

An einer Reihe anderer Standorte wurden ähnliche Werte ermittelt, die zum Teil ebenfalls kürzlich in Zusammenarbeit mit der TU Wien publiziert wurden (dieser Teil wird von der TU-Wien separat für den CCCA-Nachwuchspreis 2023 eingereicht).

Die Werte von absoluter Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit, weisen größere Standardabweichungen auf - die Luftfeuchte beispielsweise eine Abweichung von 1.89 g Wasser / kg Luft (bei einer absoluten Feuchte von ca. 14 g Wasser / kg Luft). In diesem Fall lagen die simulierten Werte systematisch über den gemessenen, was darauf hindeutet, dass die Vegetation unter den Wetterbedingungen des Messtages möglicherweise nicht optimal bewässert war - eine Annahme die der Augenschein, sie langjährige Niederschlags-Statistiken und Bodenfeuchte-Modelle hinterlegen.

In Anbetracht vieler Modellunsicherheiten - Ungenauigkeiten im OpenStreetMap Modell, Baumkataster, Bewässerungszustand etc. ist die Genauigkeit der Simulation bemerkenswert. Insbesondere für die Stadplanung - in der oft der relative Unterschied von Planungsvarianten zu beurteilen ist - ist diese Vorhersagequalität einerseits sicherlich ausreichend und andererseits wesentlich genauer als die Vorhersageauflösung bisheriger großflächiger, meteorologischer Modelle und wesentlich näher an den tatsächlichen in der menschlichen Biosphäre auftretenden Bedingungen.