

Wie gut muss Vegetation modelliert werden?

Probleme / Aufgaben

- Unsicherheiten bei der Wirkung von hoher Vegetation (Stadtbäumen) in Bezug auf die thermische Belastung in Städten
- Erfassung der Vegetation in Parks und auf privaten Grundstücken ist unvollständig
- Effektive Simulation realer Vegetationsbestände in Städten
 - Wie kann ein realistisches Modell erstellt werden?
 - Welche Auflösung ist notwendig?
 - Welche Prozesse müssen berücksichtigt werden?
- Evaluierung von Stadtklimamodellen

Hypothesen

- zum Einfluss von Bäumen auf das Stadtklima
- + Schattenwirkung und Verdunstung, dadurch Änderung der bodennahen Energiebilanz
- + Energieumsatzfläche wird nach oben verschoben, turbulente Wärmeströme steigen, bodennahe Temperaturamplituden sinken
- Albedo wird verringert, Strahlungsbilanz erhöht
- bodennahe Ventilation und bodennahe turbulente Wärmeströme werden verringert

Methoden

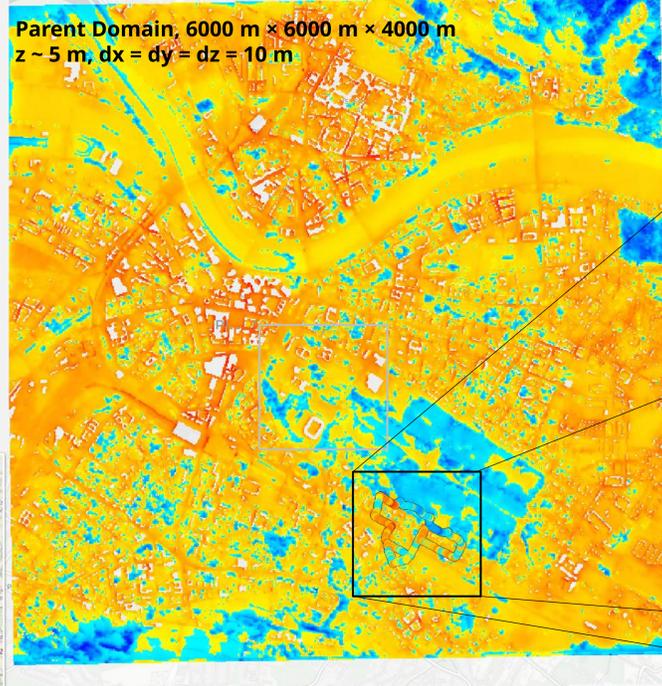
- Numerische Simulation des Stadtklimas mit unterschiedlichen Vegetationsmodellen und Auflösungen
 - PALM-4U: turbulenzauflösende Large Eddy Simulation (Hauptwerkzeug)
 - ENVI-met: RANS-Simulation der mittleren Strömung (zum Vergleich)
- Mobile Messungen mit einem Messrucksack zur Evaluierung der Simulationen
- realistische Vegetationsmodelle
 - Airborne Laser Scanning: effektive Methode zum Erfassen großer Gebiete
 - Terrestrisches Laser Scanning: genaue Vegetationserfassung auf einzelnen Straßenzügen

PALM-4U Simulation

- Parent Domain: komplettes Zentrum von Dresden
- Child Domain mit Untersuchungsgebiet
- Zeitraum: 24 h Vorlauf + 24 h Simulation
- Bedingungen: Westwind 1 m/s, Initialisierung mit typischen Profilen der Urbanen Grenzschicht, zyklische Randbedingungen
- Genutzte Module: Urban Surfaces, Land Surfaces, Radiation, Vegetation, Biometeorology
- Ressourcen: Rechner: Bull/ATOS Taurus, ~ 30 000 CPUh



Lufttemperatur in °C, Sommertag 16:30 MEZ
Bias korrigiert min(ta) = 28 °C, max(ta) = 36 °C



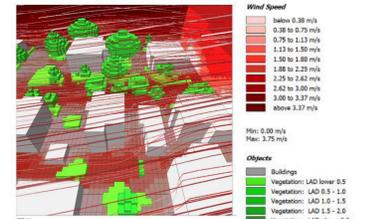
Mobile Messungen mit Rucksack
Messgrößen: Temperatur Feuchte, 2D Wind
Strahlungskomponenten, ..., Messfrequenz 1Hz

Die gemessenen Temperaturen liegen in den Karten als raupenförmiger Linie über den Simulationen

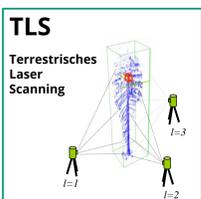
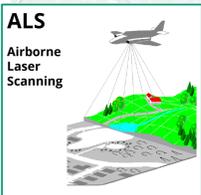
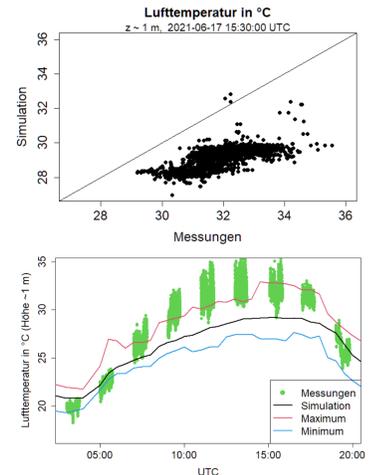
Child Domain 2, 1200 m × 1200 m
z ~ 1 m, dx = dy = dz = 2 m



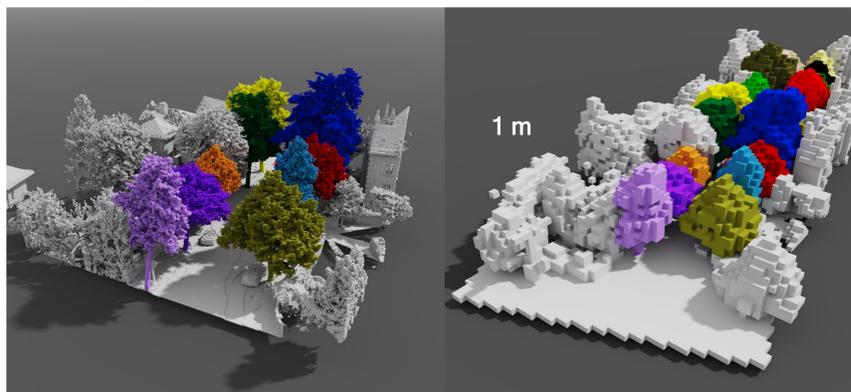
ENVI-met (Vorstudie)



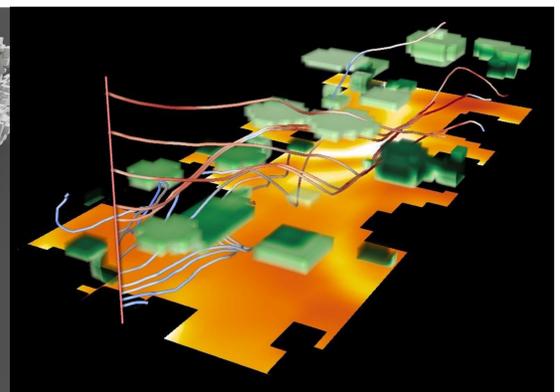
Simulation <> Messung



Vergleich zwischen ALS und TLS Aufnahmen: detektierte Oberflächen derselben Bäume unterscheiden sich. Beim ALS werden die unteren Bereiche der Vegetation verdeckt, die Pflanzenoberfläche wird stark unterschätzt.



Voxelrepräsentation abgeleitet aus TLS, Kantenlänge 0,1 m (links) und 1 m (rechts). Untersucht werden sechs Straßenzüge, dargestellt ist die Gustav-Adolf-Straße (GUS, siehe roten Pfeil in Abb: Child Domain). Schon bei 1 m Auflösung ändert sich die Größe des frei durchströmten Volumens deutlich.



Aktuelles Vegetationsmodell der GUS (2 m Kantenlänge), basierend auf städtischen Katastern (grün), Lufttemperatur in ~1 m Höhe (Schnitt mit oranger Farbskala), ohne Gebäude, Strömungslinien mit Seed injection an westlicher Kreuzung

Simulation <> Messungen

- Räumliche Muster stimmen gut auf der Skala "Urban Canyon" (30m × 200m) überein
- Geringe Korrelation auf der "Element" Skala (10m × 10m), aufgrund Aggregation, kleinskaliger Variabilität und ungenauer räumlicher Zuordnung von Messpunkten
- Bias in den Simulationen am Tag 0 - 5 K → Auswertungen können nur relativ erfolgen
- Gebäude- und Vegetationsmodell weichen bei 2 m Gitterweite und alleiniger Nutzung städtischer Kataster signifikant von der Realität ab
- Der Einfluss der Vegetation ist bei Gitterweite 10 m signifikant geringer als bei 2 m

Digitales Objekt Modell

- PALM-4U und ENVI-met sind prinzipiell in der Lage, realistische Vegetationsmodelle einzubeziehen, Probleme sind Bereitstellung und Aufbereitung der Eingangsdaten.
- Airborne Laser Scanning ist geeignet für Vegetationserfassung im Randbereich, liefert aber keine adäquate 3D-Auflösung für die Simulation des Einflusses der Vegetation auf Strömung und Energiebilanz.
- Terrestrisches Laser Scanning ist die genaueste Methode zur Erfassung und liefert ein vollständiges Vegetationsmodell (Referenz). TLS ist geeignet zur Modellierung im Kernbereich der Simulationsgebiete.

Stand und Ausblick

- ☑ Stadtklimauntersuchungen mit mobilen Messungen
- ☑ Vegetationsaufnahme mit TLS
- ☑ Vergleich ALS und TLS
- ☑ Erstellen von Vegetationsmodellen mit TLS
- ☑ PALM-4U: Simulation einer autochthonen Sommerwetterlage für das Zentrum von Dresden => Variabilität von Größen des thermischen Wirkungskomplexes
- ☐ Simulation von einzelnen Straßenzügen mit unterschiedlicher Auflösung
 - ☑ 2 m Kantenlänge
 - ☐ 1 m und 0,5 m Kantenlänge