

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

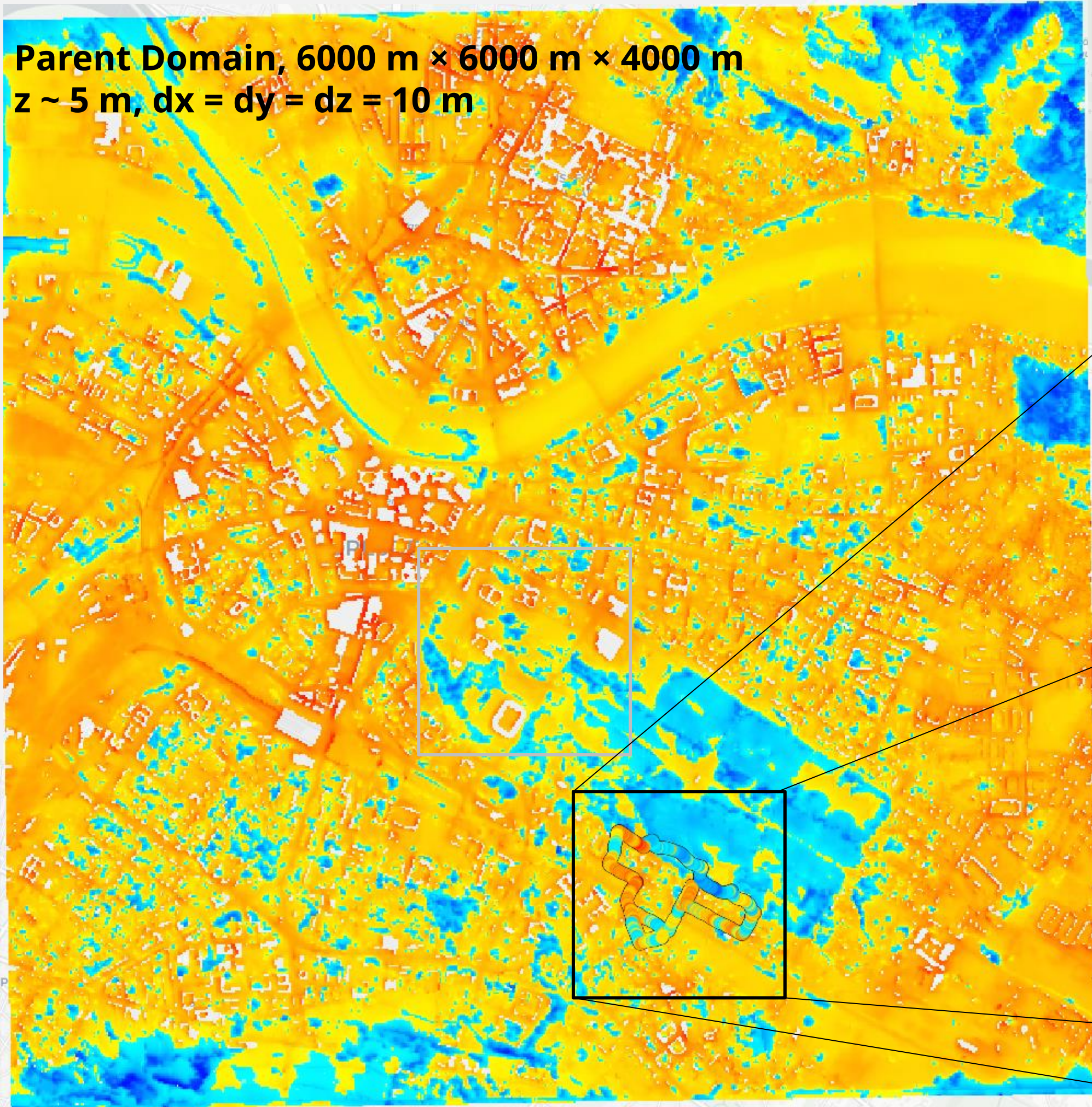
PALM-4U Simulation

- 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

Parent Domain, 6000 m × 6000 m × 4000 m
z ~ 5 m, dx = dy = dz = 10 m

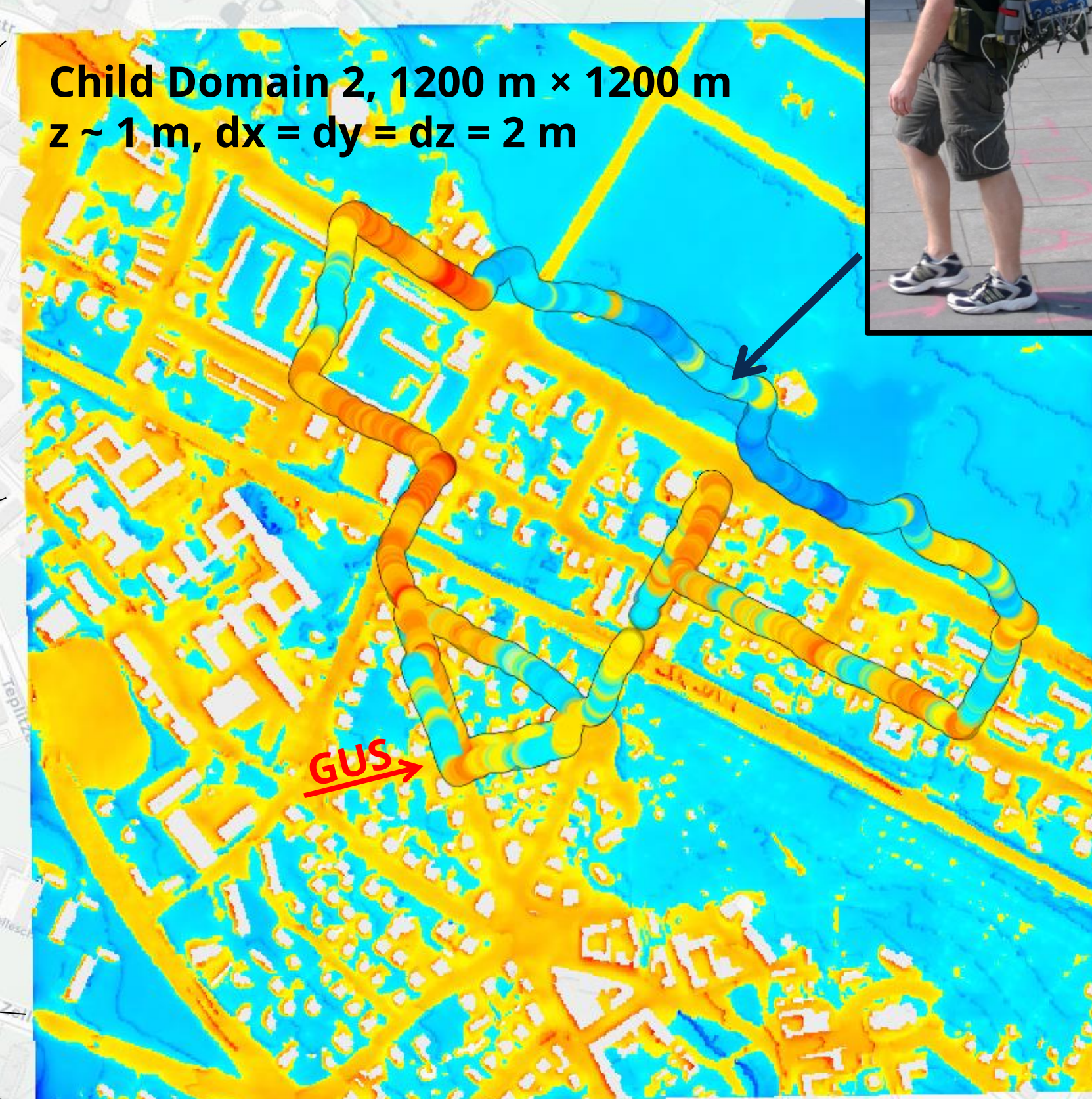


Mobile Messungen mit Rucksack

Messgrößen: Temperatur Feuchte, 2D Wind
Strahlungskomponenten, ..., Messfrequenz 1Hz

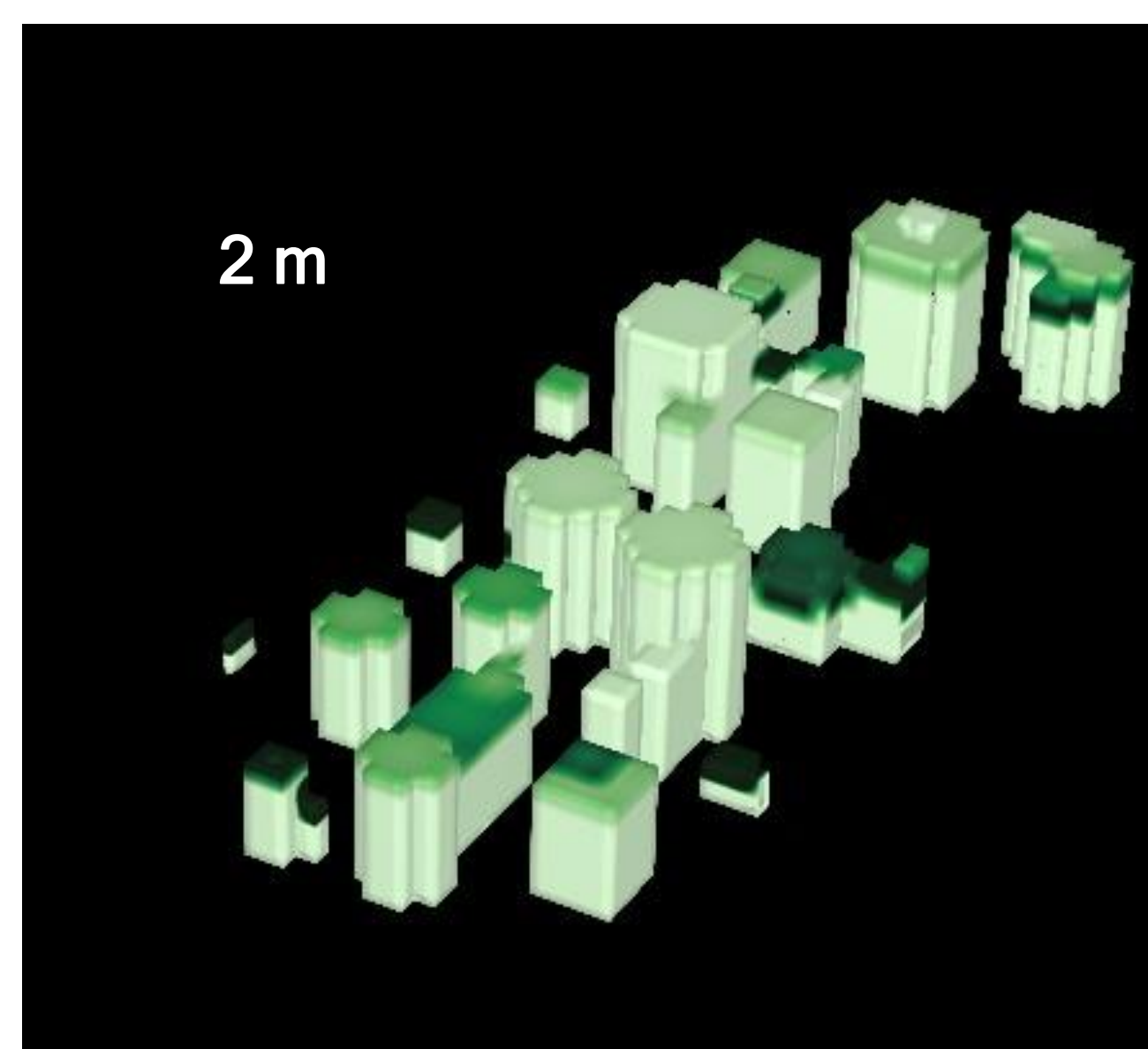
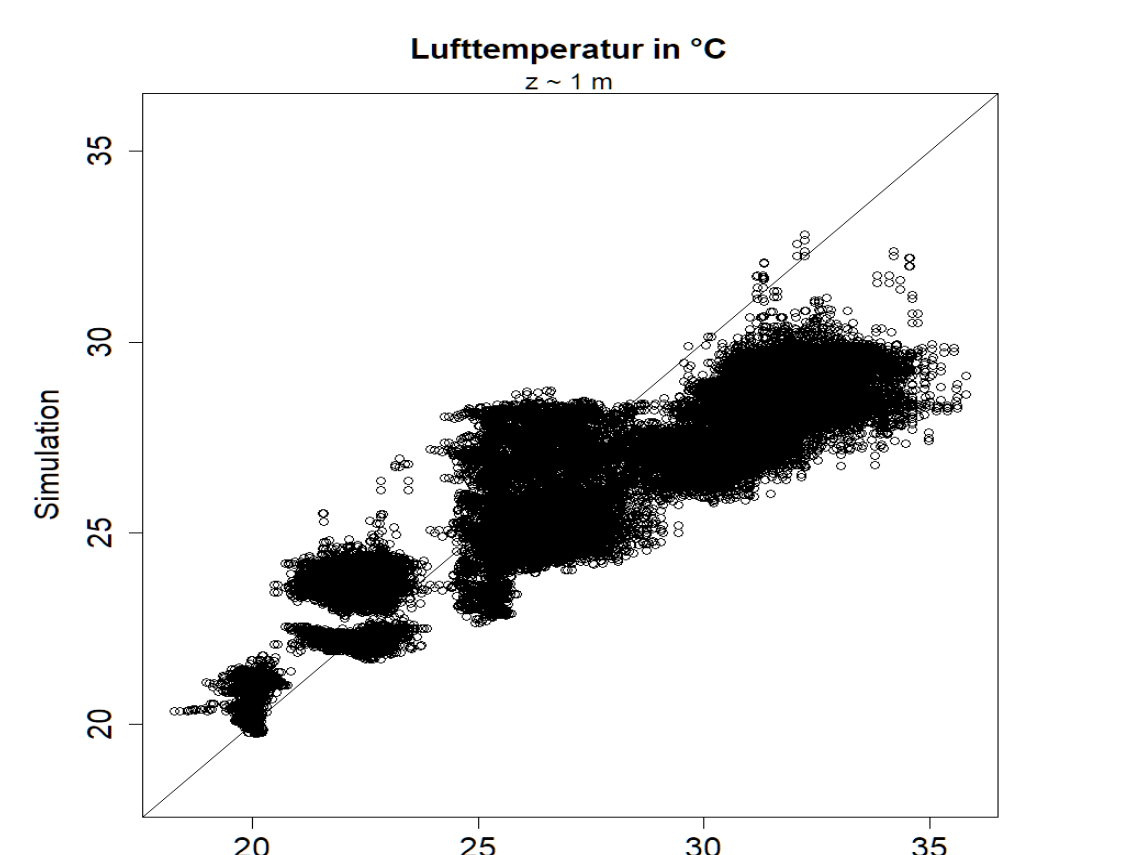
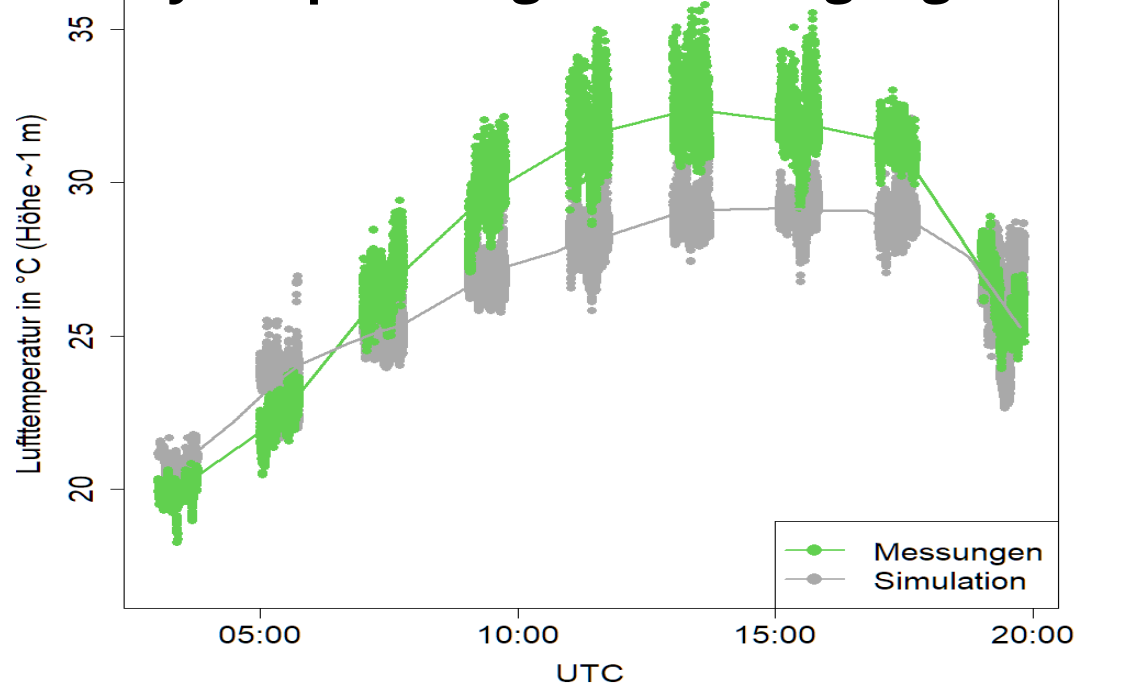
Die gemessenen Temperaturen liegen in den Karten als raupenförmiger Linie über den Simulationen

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

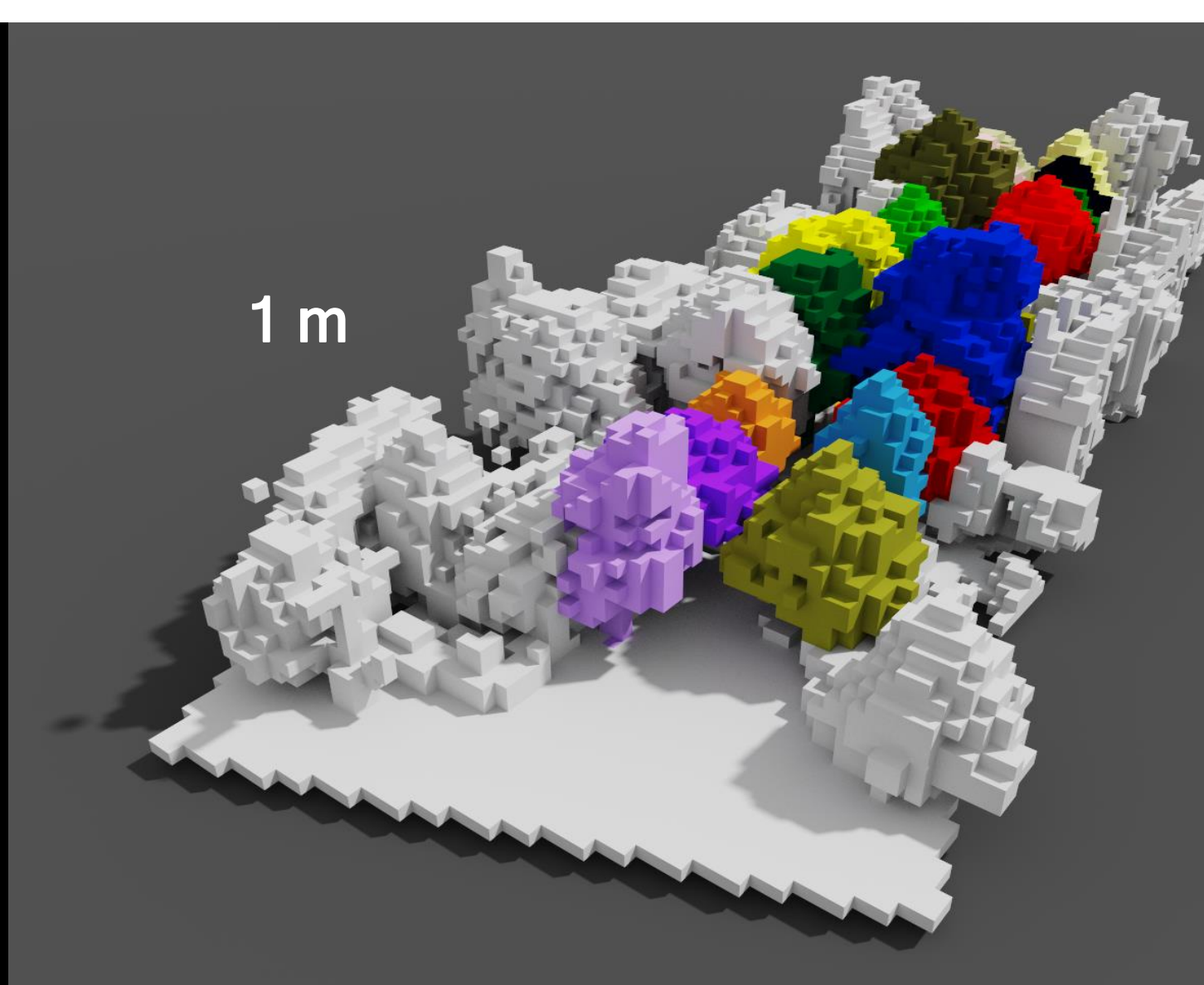


Simulation <> Messung

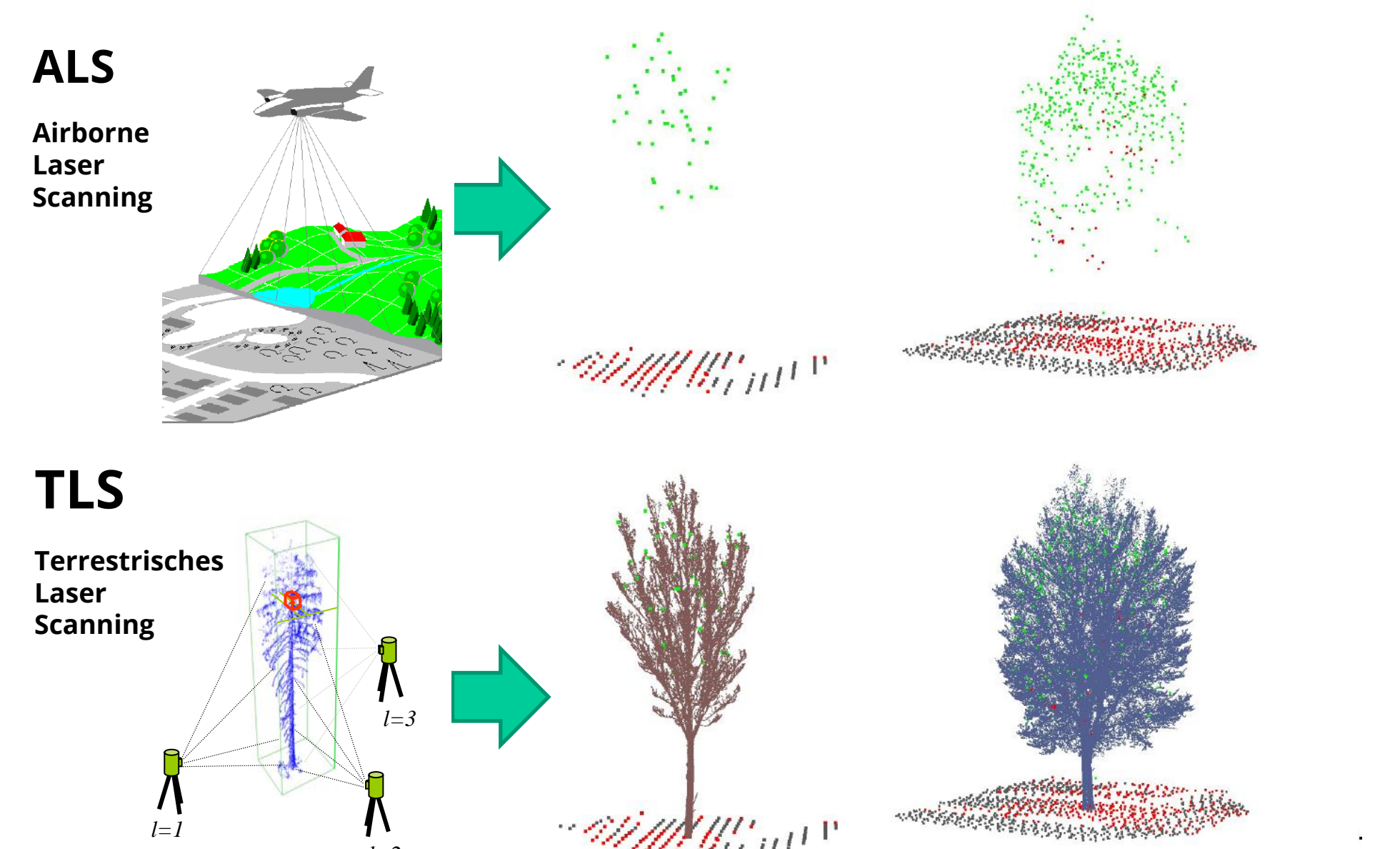
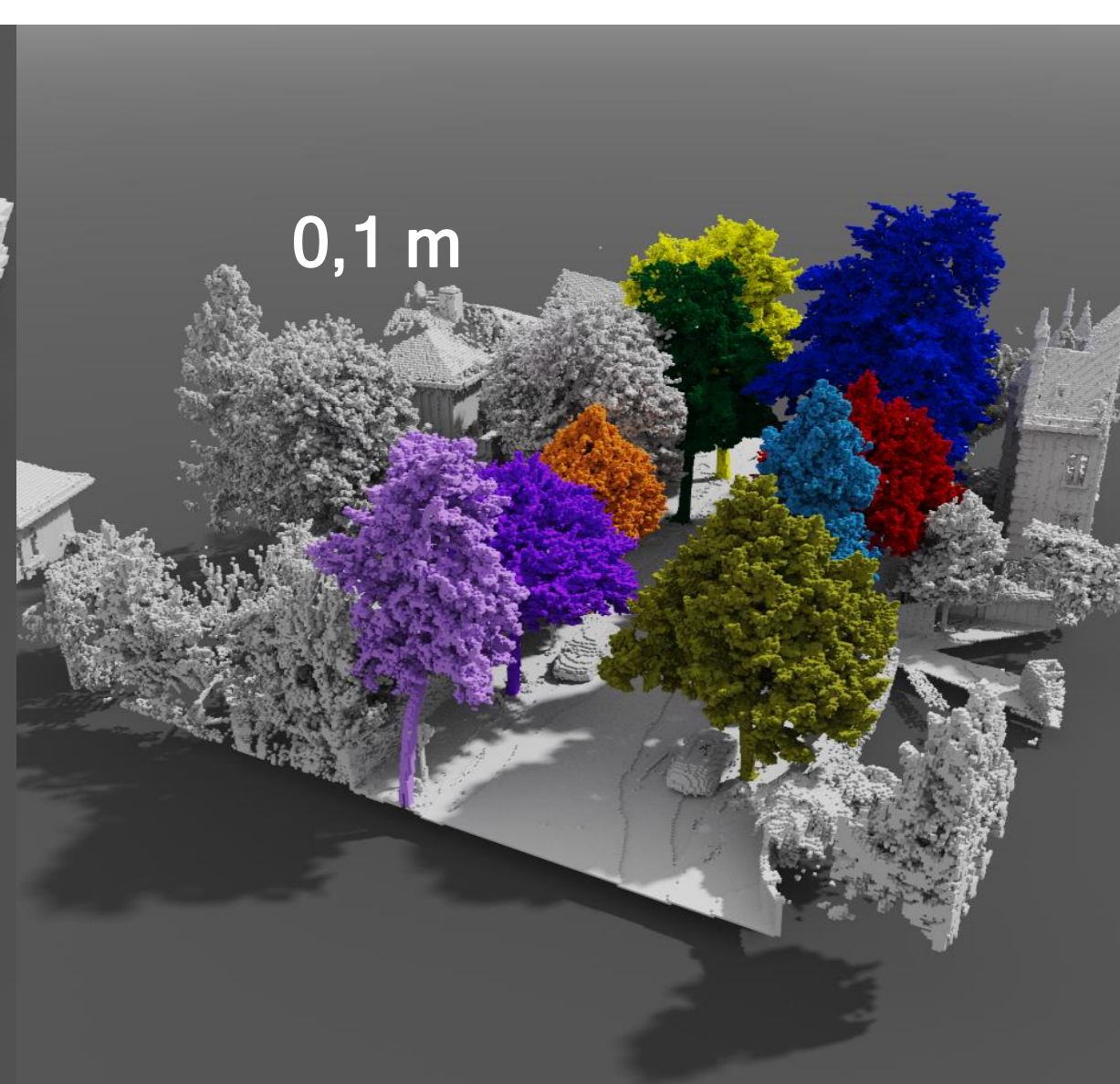
Die unten stehenden Graphiken zeigen Messungen und Simulationen auf der links dargestellten Trajektorie. Im Tagesgang stellen die Punktwolken die einzelnen Messgänge dar, die Linien verbinden die Mittelwerte der Messgänge. Die xy Graphik zeigt alle Messgänge.



Aktuelles Vegetationsmodell der GUS (2 m Kantenlänge), basierend auf städtischen Katastern (grün)



Voxelrepräsentation abgeleitet aus TLS, Kantenlänge 1 m (links) und 0.1 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.



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.

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
- Die Amplitude im Tagesgang der Lufttemperatur wird von PALM-4U um ~5 °C unterschätzt.
- Gebäude- und Vegetationsmodell weichen bei 2 m Gitterweite und alleiniger Nutzung städtischer Kataster 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