

## VOM BILD ZUR TEMPERATUR

Auf Basis der ermittelten Oberflächenneigungswinkel kann die eintreffende Wärmestrahlung mit Hilfe eines dreidimensionalen Sampling-Verfahrens numerisch bestimmt werden.

Das Eintreffen der Wärmestrahlung wird dabei unterschieden nach:

- unterschiedlichen Himmelsbereichen
- umliegenden Vegetationsobjekten
- entfernter Umgebung
- urbanen Oberflächen

Die Wärmestrahlung wird auf dem Weg durch die Atmosphäre zum Sensor im Flugzeug geschwächt. Um diesen Prozess zu kompensieren, müssen die Transmissionseigenschaften, also die Durchlässigkeit der Luftschichten zwischen Objekt und Sensor für die Wärmestrahlung, ebenso exakt bestimmt werden wie die von der Atmosphäre ausgestrahlte Wärmestrahlung.

Für die Modellierung der atmosphärischen Transmission und Ausstrahlung wird die Zusammensetzung der Atmosphäre für den Befliegungszeitpunkt möglichst exakt nachgebildet. Hierzu werden auf Basis von Bodenmessungen, Radiosondendaten und meteorologischen Vorhersagedaten möglichst exakte Höhenprofile der Konzentration der einzelnen Gaskomponenten, der Lufttemperatur sowie des Luftdrucks erstellt. Das Berechnungsverfahren wird dann mit Hilfe von Referenz-Bodenmessungen von Luft- und Oberflächentemperaturen validiert.

### Stadt Graz | Arbeitsgruppe KIS

Stadtbaudirektion  
Stadtplanungsamt  
Stadtvermessungsamt  
Umweltamt  
kis@stadt.graz.at  
graz.at/kis

### Land Steiermark | Arbeitsgruppe KIS

A17 Landes- und Regionalentwicklung  
nicole.kamp@stmk.gv.at

### Partner zum Thema Oberflächentemperaturen

HT Flux Engineering GmbH

AVT Group – AVT Airborne  
Sensing GmbH

KFU Graz – Institut für Geographie  
und Raumforschung

ZT Mudri – Ingenieurkonsulent  
für Geophysik

graz.at/kis

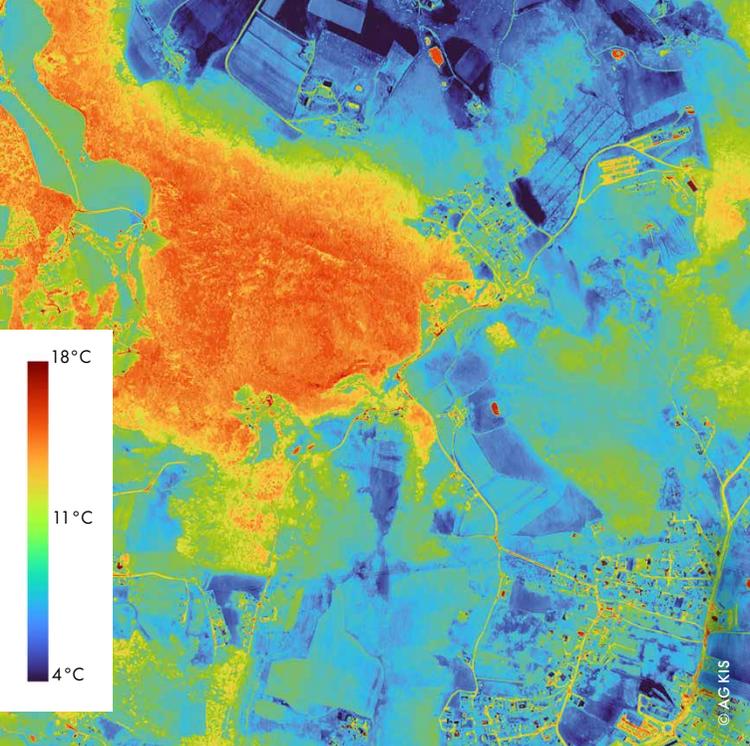


## TEMPERATUR- KARTEN

Ermittlung von  
Oberflächentemperaturen  
aus Thermalluftbildern

graz.at/kis

GRAZ



## NEU ENTWICKELT

Thermalaufnahmen sind ein wichtiges Mittel für die Analyse und das Monitoring des Stadtklimas. Für die bessere Verwertung der Daten wurde eine neue Methode entwickelt.

Die Überführung von Thermalaufnahmen in Oberflächentemperatur-Karten stellt gerade im urbanen Raum eine komplexe Aufgabe dar. In Zusammenarbeit mit Partner:innen aus Wirtschaft und Wissenschaft wurde vom interdisziplinären Forschungsteam des KIS eine grundlegend neue Methode entwickelt: Thermalbildaufnahmen können nun so verarbeitet werden, dass weitaus exaktere Aussagen zu den wirklichen Oberflächentemperaturen möglich sind.

## KOMPLEXE AUFGABEN

Flugzeuggestützte Thermalluftbilder liefern flächendeckende, räumlich aufgelöste Informationen über die thermischen Eigenschaften unterschiedlicher Oberflächentypen und Stadtstrukturen. Mit Hilfe solcher Thermalluftbilder können beispielsweise lokale Hitzeinseln identifiziert und tiefergehende Analysen, etwa zur Erwärmung von Dachflächen, durchgeführt werden.

Die Interpretation der Themalaufnahmen ist schwierig, weil die von der Infrarotkamera gemessenen Temperaturwerte nicht den tatsächlichen Oberflächentemperaturen entsprechen. Das liegt einerseits an atmosphärischen Einflüssen, die das von der Infrarotkamera detektierte Signal verzerren. Andererseits wird die gemessene Temperatur aber auch durch zusätzliche thermische Strahlung verfälscht, die von den Oberflächen am Boden in Richtung der Infrarotkamera reflektiert wird.

Glatte, metallische Oberflächen können unter sommerlichen Bedingungen in den unkorrigierten Thermalaufnahmen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aufweisen, weil sich kalte Bereiche des Himmels auf den Metallflächen spiegeln. Tatsächlich liegen die Temperaturen der Dachflächen aber deutlich über der Lufttemperatur. Dieser sogenannte Spiegelungseffekt ist vom Emissionsgrad der Oberfläche und ihrer Beschaffenheit (Rauheit) abhängig. Der Effekt tritt insbesondere bei glatten, metallischen Flächen auf, muss aber auch bei Vegetationsflächen berücksichtigt werden. All das erschwert die Aussagen über die exakte Oberflächentemperatur.



## NEUE LÖSUNGEN

Die neu entwickelte Methode kombiniert Methoden der Physik, der Numerik und der Geospatial Technologies. Ausgangspunkt ist dabei die thermische Strahlung, die vom flugzeuggetragenen Infrarotdetektor registriert wird. Sie setzt sich aus drei Komponenten zusammen: der thermischen Strahlung, die von den atmosphärischen Gasen unter dem Sensor ausgestrahlt wird, der von der Oberfläche reflektierten Wärmestrahlung und der eigentlich gesuchten Wärmestrahlung der Oberfläche selbst.

Die Ermittlung der wahren Oberflächentemperatur besteht aus drei Aufgabestellungen:

- Bestimmung der Oberflächeneigenschaften
- Modellierung der atmosphärischen Transmission und Emission von Wärmestrahlung
- Bestimmung der reflektierten Wärmestrahlung

Die Oberflächeneigenschaften ergeben sich aus einer Materialklassifizierung. Entscheidend sind dabei Emissionsgrad und thermischer Reflexionsgrad der Oberfläche, sowie deren Rauheit. Die Orientierung aller Oberflächen wird mit Hilfe eines digitalen Oberflächenmodells errechnet.