



Untersuchung und Optimierung der Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme zur Entlastung des städtischen Abwassernetzes und Minderung urbaner Hitzeinseln

Yannick Back¹, Oscar Hiscock², Christian Urich², Manfred Kleidorfer¹

¹ Arbeitsbereich für Umwelttechnik, Universität Innsbruck, Österreich

² Department of Civil Engineering, Monash University, Australia

Untersuchung und Optimierung der Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme zur Entlastung des städtischen Abwassernetzes und Minderung urbaner Hitzeinseln

- Motivation
- Methodik
 - Methode zur optimierten Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme
- Ergebnisse
 - Untersuchungsgebiet Innsbruck
- Ausblick
- Conclusio

Motivation



Hoher Oberflächenabfluss

Niedriger Oberflächenabfluss



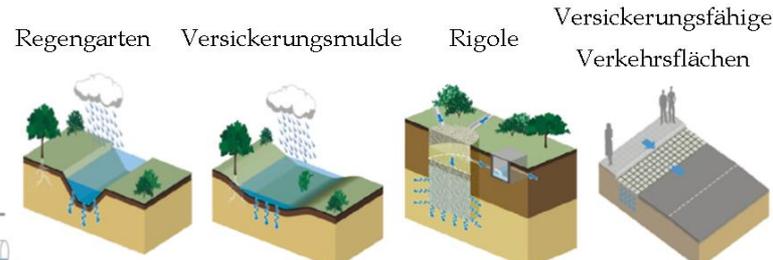
Quelle: Tiroler Tageszeitung, 02.07.2016



Quelle: STR/APP/Getty Images, in The Guardian 2015



Quelle: Grün statt Grau (2019). *Gruenstattgrau.at*

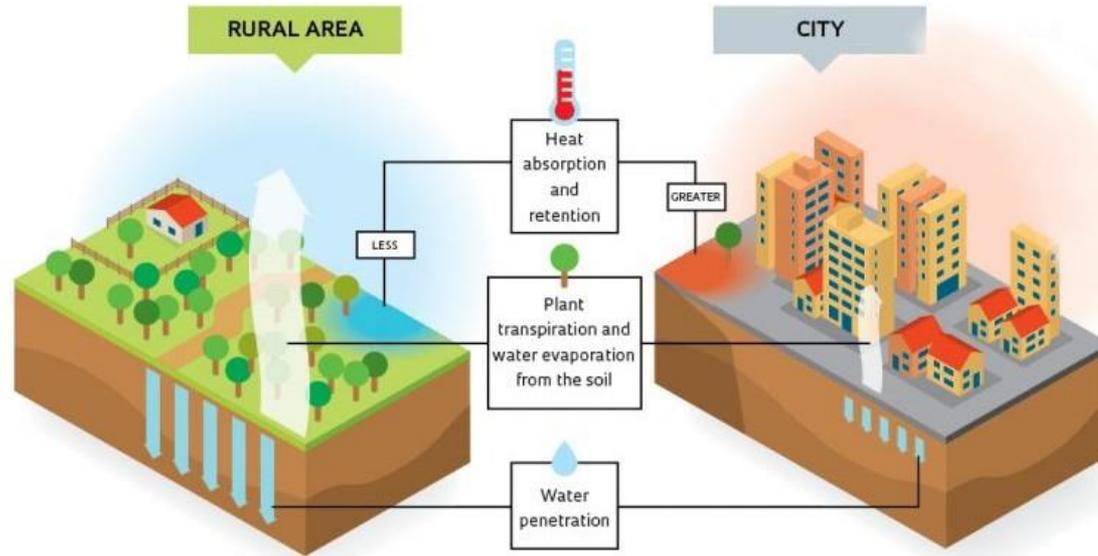


Quelle: Verändert nach Romnée et al. (2015) *Methodology for a stormwater sensitive urban watershed design* Journal of Hydrology (530).



Dezentrale Entwässerungssysteme steigern „Multi-Benefits“

Motivation



Quelle: Bild verändert nach Alexandre Affonso

Extreme Hitzetage pro Jahr $\geq 30^{\circ}\text{C}$

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	2003	2018
Innsbruck:	9.0	10.4	16.6	18.8	45	36
Zürich:	11	12.8	15	16.8	26	18

Quelle: ZAMG, 2012 und 2018, MeteoZürich, 2019 und Infoclimat, 2019

Methodik

Methodik zur optimierten Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme

- Siedlungsstrukturtypenanalyse
- Klassifizierung und Flächenberechnung mittels des „Normalized Difference Vegetation Index“ (NDVI)
- Modell Dance4Water - Simulation urbaner Entwicklung und der Leistung von spezifischen Eingriffen des Wassermanagements
- Hydrologisches Modell SWMM - „Stormwater Management Model“



Analyse des Skalierungseffekts anhand von drei Untersuchungsgebieten

- | | Einwohner | Land |
|-------------|-----------|--------------|
| ▪ Telfs | 15.000 | (Österreich) |
| ▪ Innsbruck | 130.000 | (Österreich) |
| ▪ Melbourne | 4.900.000 | (Australien) |

Methodik

Siedlungsstrukturtypenanalyse¹

- Korrelation zwischen urbanen Strukturtypen und dezentralen Entwässerungssystemen
- Datengrundlage:
Hochaufgelöstes Orthofoto
- Beispiel Strukturtypen:
Öffentliche Einrichtungen, Betriebsgebiete und Industrie, Kleingärten, Wohngebiet mit geringer Versiegelung und Dichte,...



Quelle: Simperler et al., (2018)

¹ Simperler et al., (2018). *Siedlungswasserwirtschaftliche Strukturtypen und ihre Potenziale für die dezentrale Bewirtschaftung von Niederschlagswasser*. ÖWAV, 2018.

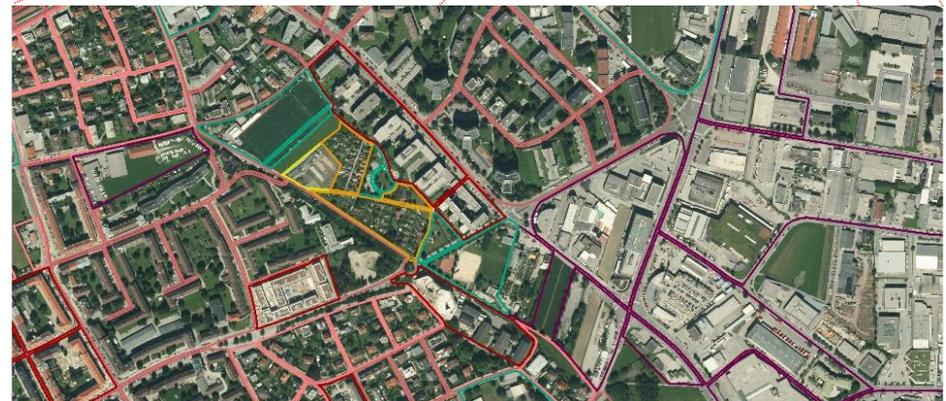
Methodik

Siedlungsstrukturtypenanalyse¹

- Untersuchungsgebiet: Innsbruck
- 10 verschiedene Strukturtypen
- Räumliche Empfehlungen
 - + Empfohlen
 - o Zulässig
 - Nicht Empfohlen
 - i.B. Individuelle Beurteilung nötig
- 9 dezentrale Entwässerungssysteme

Betriebsgebiete und Industrie

- o Retention und Ableitung
- + Retention und Nutzung
- Infiltration mit mineralischem Filter

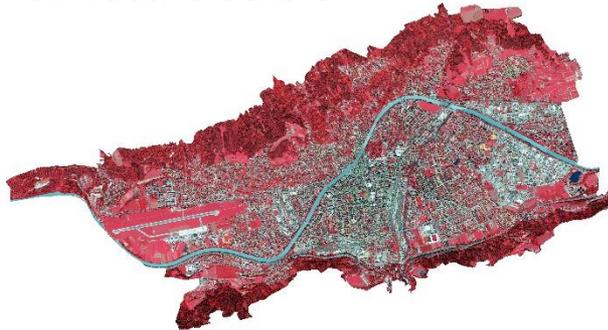


¹ Simperler et al., (2018). *Siedlungswasserwirtschaftliche Strukturtypen und ihre Potenziale für die dezentrale Bewirtschaftung von Niederschlagswasser*. ÖWAV, 2018.

Methodik

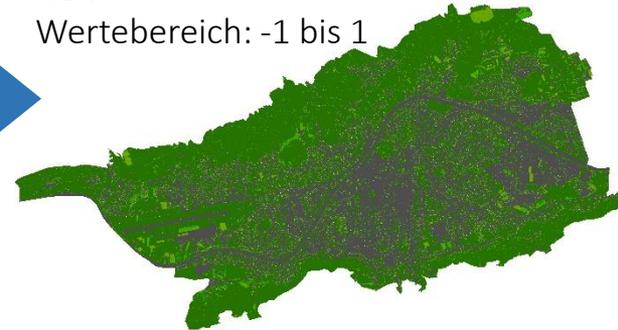
Klassifizierung und Flächenberechnung mittels des NDVI - „Normalized Difference Vegetation Index“

CIR-Falschfarbenbild

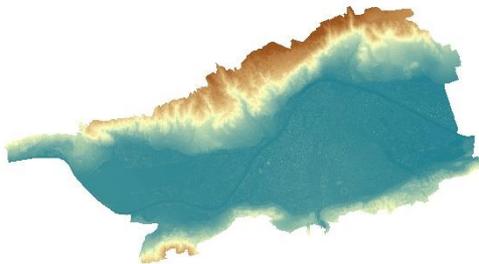


z.B. Windows
Analysis Tool in
ArcGIS 10.6.1

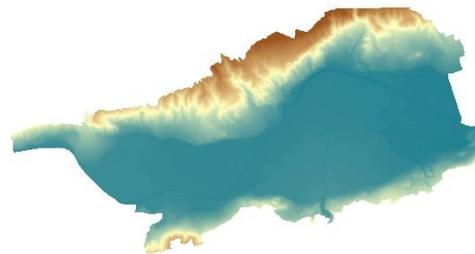
NDVI
Wertebereich: -1 bis 1



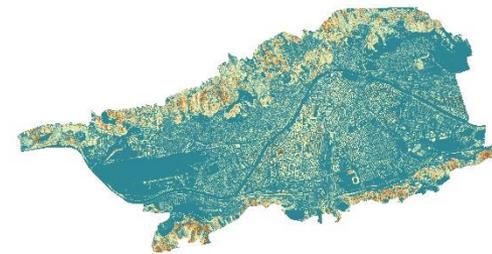
DOM
Digitales Oberflächenmodell



DGM
Digitales Geländemodell

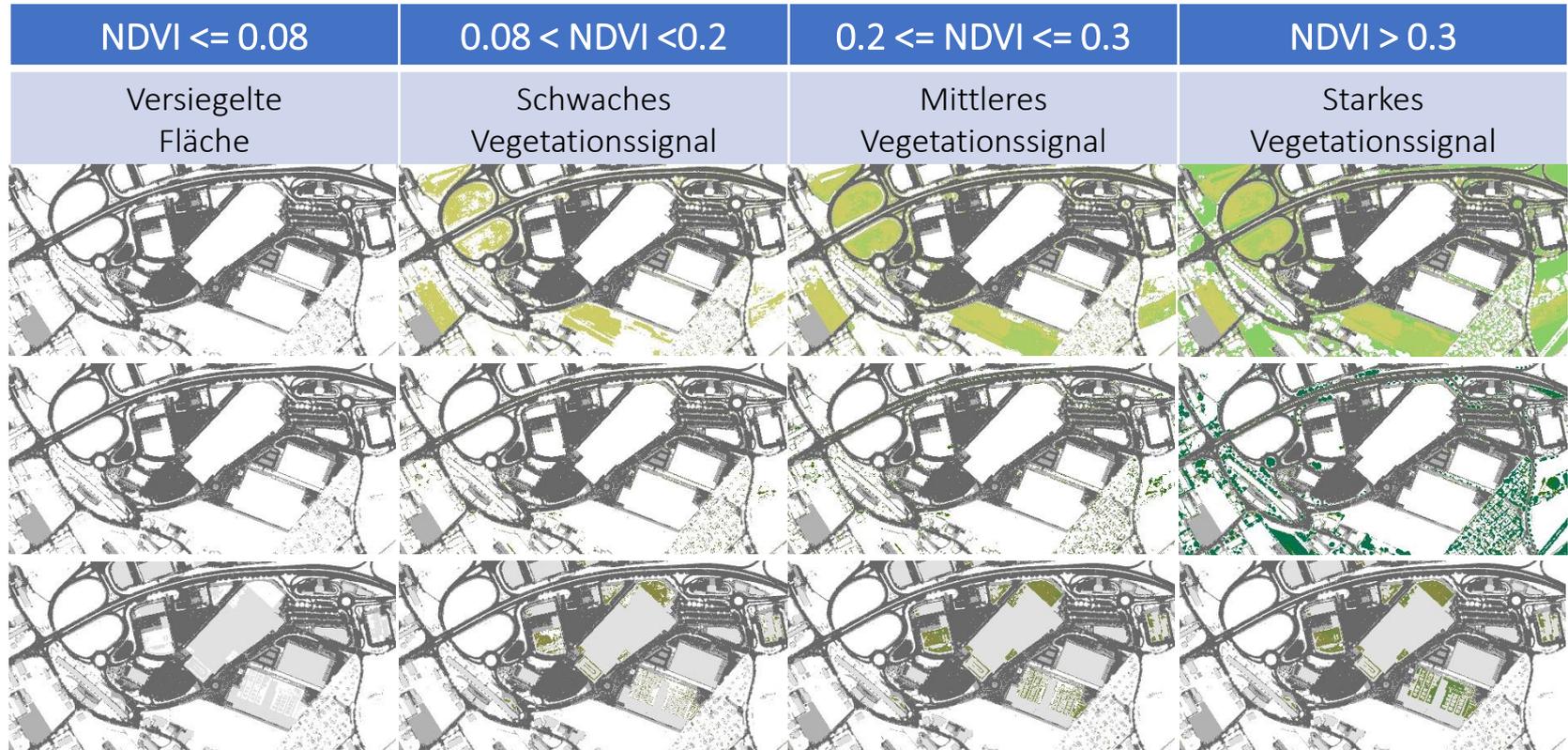


nDOM
Normalisiertes Digitales
Oberflächenmodell



Methodik

Klassifizierung und Flächenberechnung mittels des NDVI - „Normalized Difference Vegetation Index“



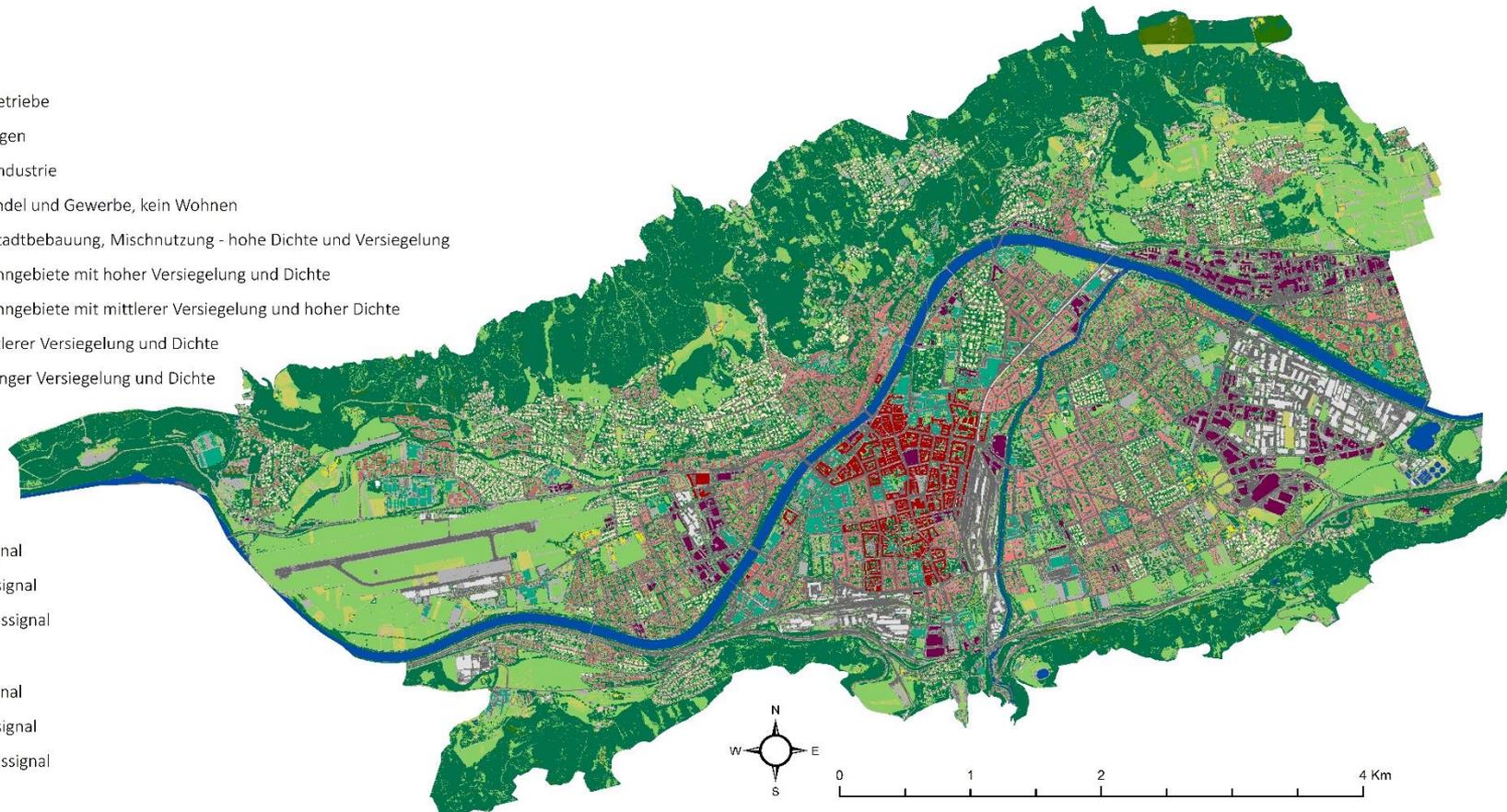
Ansel et al., (2015). Fernerkundliche Identifizierung von Vegetationsflächen auf Dächern zur Entwicklung des für die Bereiche des Stadtklimas, der Stadtentwässerung und des Artenschutzes aktivierbaren Flächenpotenzials in den Städten. Deutscher Dachgärtner Verband e.V. (DDV).

Ergebnisse

Untersuchungsgebiet Innsbruck

Legende

-  Kleingärten
 -  Landwirtschaftliche Betriebe
 -  Öffentliche Einrichtungen
 -  Betriebsgebiete und Industrie
 -  Büro, Verwaltung, Handel und Gewerbe, kein Wohnen
 -  Stadtzentrum, Innenstadtbebauung, Mischnutzung - hohe Dichte und Versiegelung
 -  Mehrgeschossige Wohngebiete mit hoher Versiegelung und Dichte
 -  Mehrgeschossige Wohngebiete mit mittlerer Versiegelung und hoher Dichte
 -  Wohngebiete mit mittlerer Versiegelung und Dichte
 -  Wohngebiete mit geringer Versiegelung und Dichte
 -  Wasser
 -  Straße
 -  Versiegelt
- Hohe Vegetation (Bäume)**
-  starkes Vegetationssignal
 -  mittleres Vegetationssignal
 -  schwaches Vegetationssignal
- Niedrige Vegetation (Gräser)**
-  starkes Vegetationssignal
 -  mittleres Vegetationssignal
 -  schwaches Vegetationssignal



Ergebnisse

Untersuchungsgebiet Innsbruck

Empfehlungen für 9 dezentrale Entwässerungssysteme

Siedlungsstrukturtypen	Dezentrale Entwässerungssysteme								
	Retention und Ableitung	Retention und Evapotranspiration	Retention und Nutzung	Versickerung mit mineralischem Filter	Versickerung mit Rasen	Versickerung mit Bodenfilter	Versickerung mit technischem Filter	Ableitung oberirdisch	Ableitung unterirdisch
Kleingärten	o	+	+	o	+	+	+	o	o
Landwirtschaftliche Betriebe	o	+	+	-	-	+	i.B.	i.B.	i.B.
Öffentliche Einrichtungen	o	+	+	i.B.	o	+	o	o	o
Betriebsgebiete und Industrie	o	i.B.	+	-	-	o	i.B.	i.B.	i.B.
Büro, Verwaltung, Handel und Gewerbe, kein Wohnen	o	+	+	-	o	+	o	i.B.	o
Stadtzentrum, Innenstadtbebauung, Mischnutzung - hohe Dichte und Versiegelung	o	i.B.	+	-	-	+	o	i.B.	o
Mehrgeschossige Wohngebiete mit hoher Versiegelung und Dichte	o	+	+	i.B.	+	+	+	o	o
Mehrgeschossige Wohngebiete mit mittlerer Versiegelung und hoher Dichte	o	+	+	o	+	+	+	o	o
Wohngebiete mit mittlerer Versiegelung und Dichte	o	+	+	o	+	+	+	o	o
Wohngebiete mit geringer Versiegelung und Dichte	o	+	+	o	+	+	+	o	o

+ Empfohlen
 o Zulässig
 - Nicht Empfohlen
 i.B. Individuelle Beurteilung erforderlich

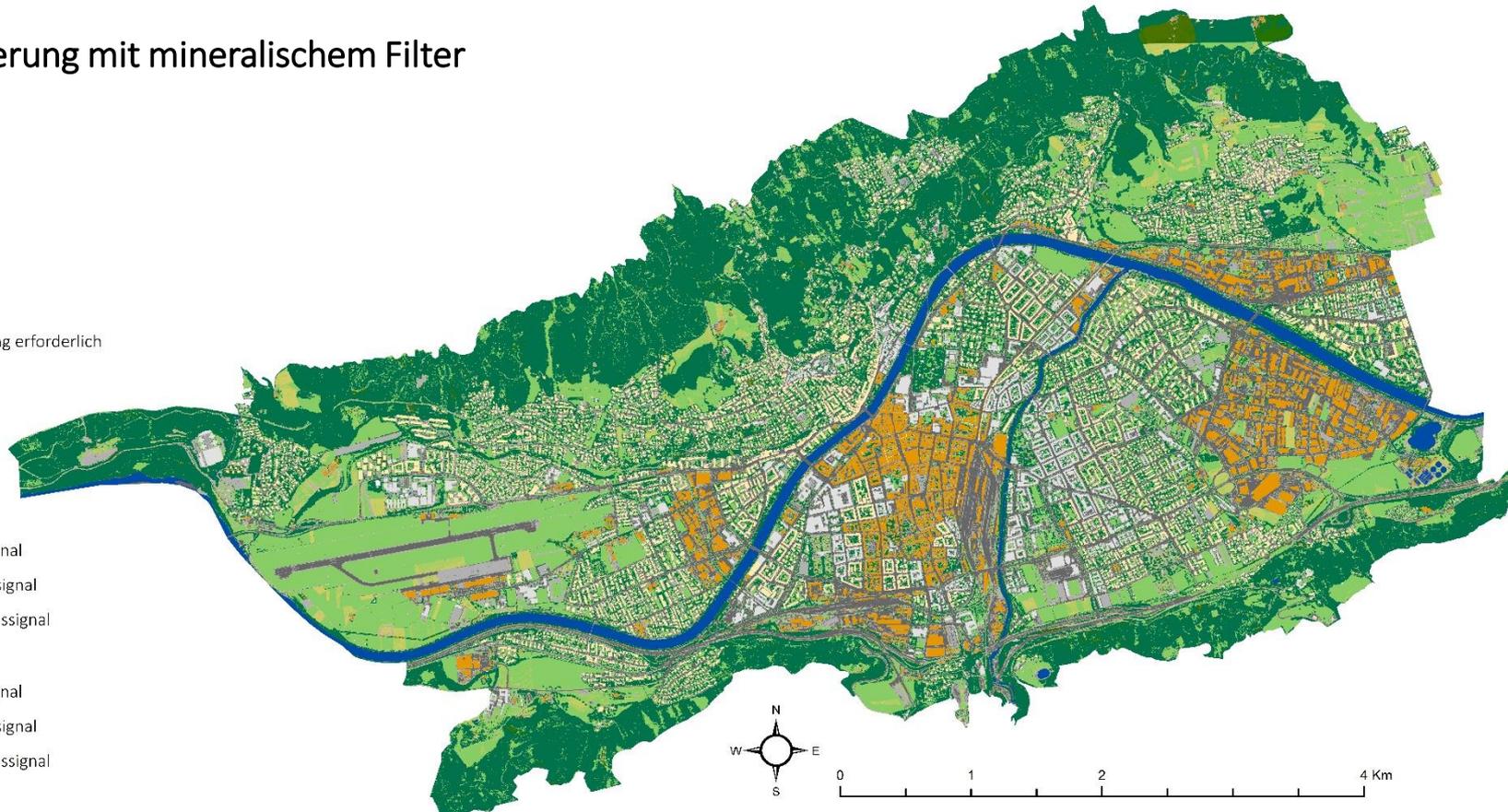
Ergebnisse

Untersuchungsgebiet Innsbruck

Versickerung mit mineralischem Filter

Legende

- Nicht Empfohlen
 - Individuelle Beurteilung erforderlich
 - Zulässig
 - Wasser
 - Straße
 - Versiegelt
- Hohe Vegetation (Bäume)
- starkes Vegetationssignal
 - mittleres Vegetationssignal
 - schwaches Vegetationssignal
- Niedrige Vegetation (Gräser)
- starkes Vegetationssignal
 - mittleres Vegetationssignal
 - schwaches Vegetationssignal



Ergebnisse

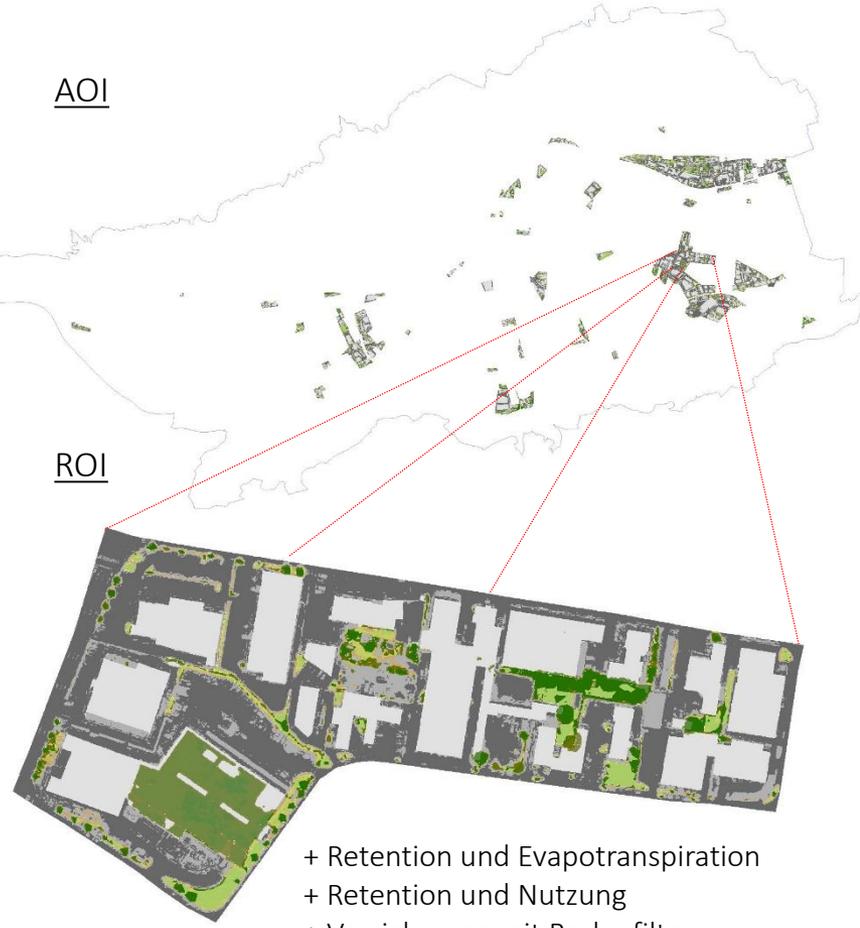
Untersuchungsgebiet Innsbruck

AOI

ROI

Siedlungsstrukturtyp: **Büro, Verwaltung, Handel und Gewerbe, kein Wohnen**

	AOI [%]	ROI [%]
 Straße	33,7	39,5
 Versiegelt	16,8	13,8
Gebäudedächer		
 schwaches Vegetationssignal	1,9	0,7
 mittleres Vegetationssignal	1,1	4,4
 starkes Vegetationssignal	0,5	1,1
 Versiegelt	29,5	30,0
Hohe Vegetation (Bäume)		
 schwaches Vegetationssignal	1,7	1,5
 mittleres Vegetationssignal	1,2	1,0
 starkes Vegetationssignal	5,5	2,7
Niedrige Vegetation (Gräser)		
 schwaches Vegetationssignal	2,4	1,5
 mittleres Vegetationssignal	1,6	1,4
 starkes Vegetationssignal	4,3	2,4



- + Retention und Evapotranspiration
- + Retention und Nutzung
- + Versickerung mit Bodenfilter

Methodik

*Modell Dance4Water**

- Zuweisung verschiedener Oberflächentemperaturen für bestimmte Landklassifizierungen
- Analyse räumlicher Variationen der Oberflächentemperatur relevanter Untersuchungsgebiete
- Simulation urbaner Entwicklungen und infrastruktureller Anpassungen



Quelle: CRCWSC – Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2019

* Rauch, W., Urlich, C., Bach, P.M., Rogers B.C., de Haan, F.J., Brown, R.R., Mair, M., McCarthy, D.T., Kleidorfer, M., Sitzenfrei, R. und Deletic, A. (2017). *Modelling transitions in urban water systems*. Water Research 126, Elsevier, 501-514.

Methodik

Modell Dance4Water

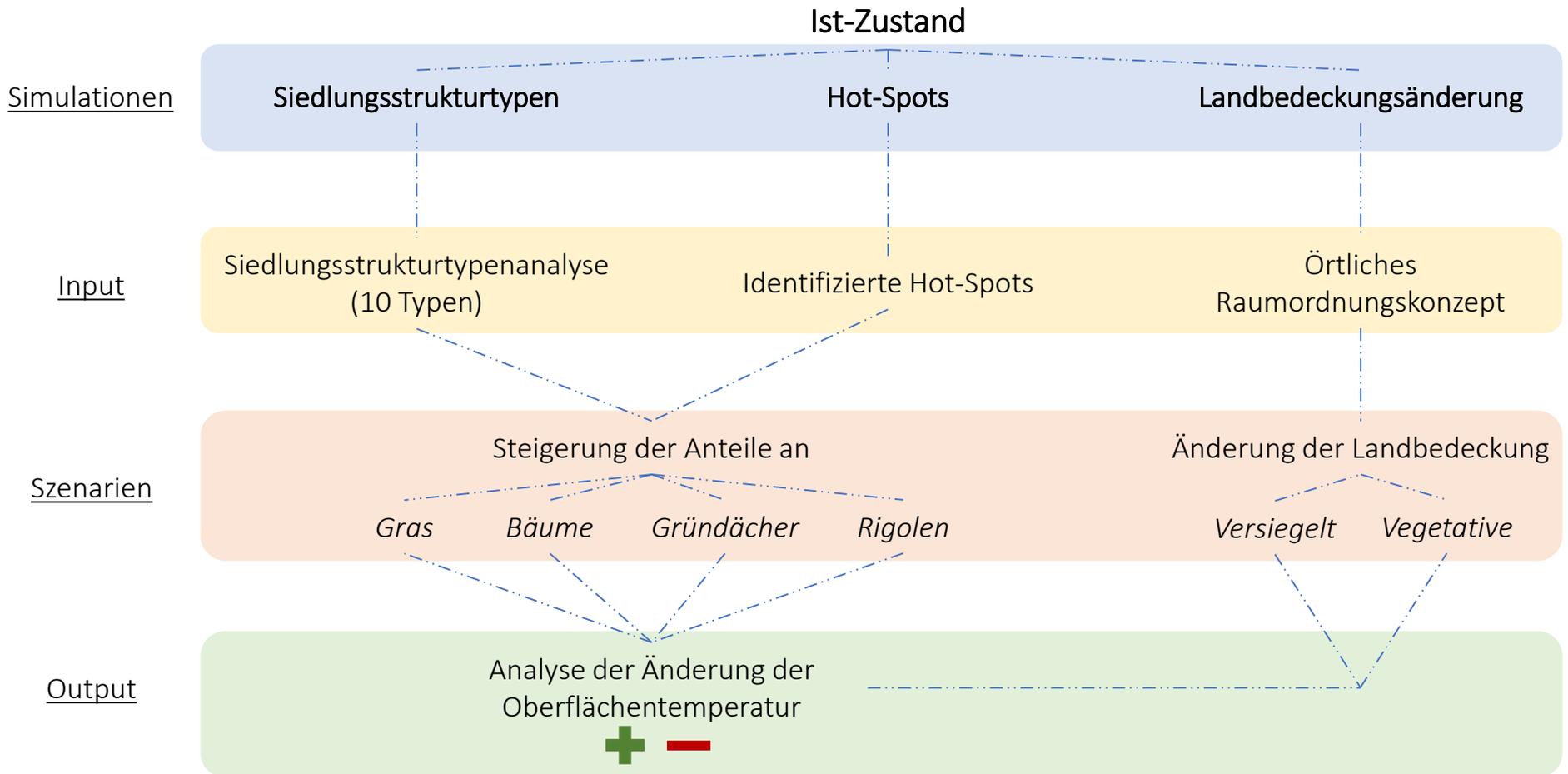
Neu Klassifizierung mittels GIS



Klassifizierung	Kategorie	Dateninput
1	Bäume	nDOM + NDVI \geq 0.3
2	Wasser	Wasser-Layer
5	Trockenes Gras	$0.05 \leq$ NDVI < 0.3
7	Bewässertes Gras	NDVI \geq 0.3
12	Dächer	Gebäude-Layer
13	Straßen	NDVI < -0.09
15	Beton	$-0.09 \geq$ NDVI < 0.05

Methodik

Dance4Water: Untersuchung der Änderung der Oberflächentemperatur durch spezifische Eingriffe

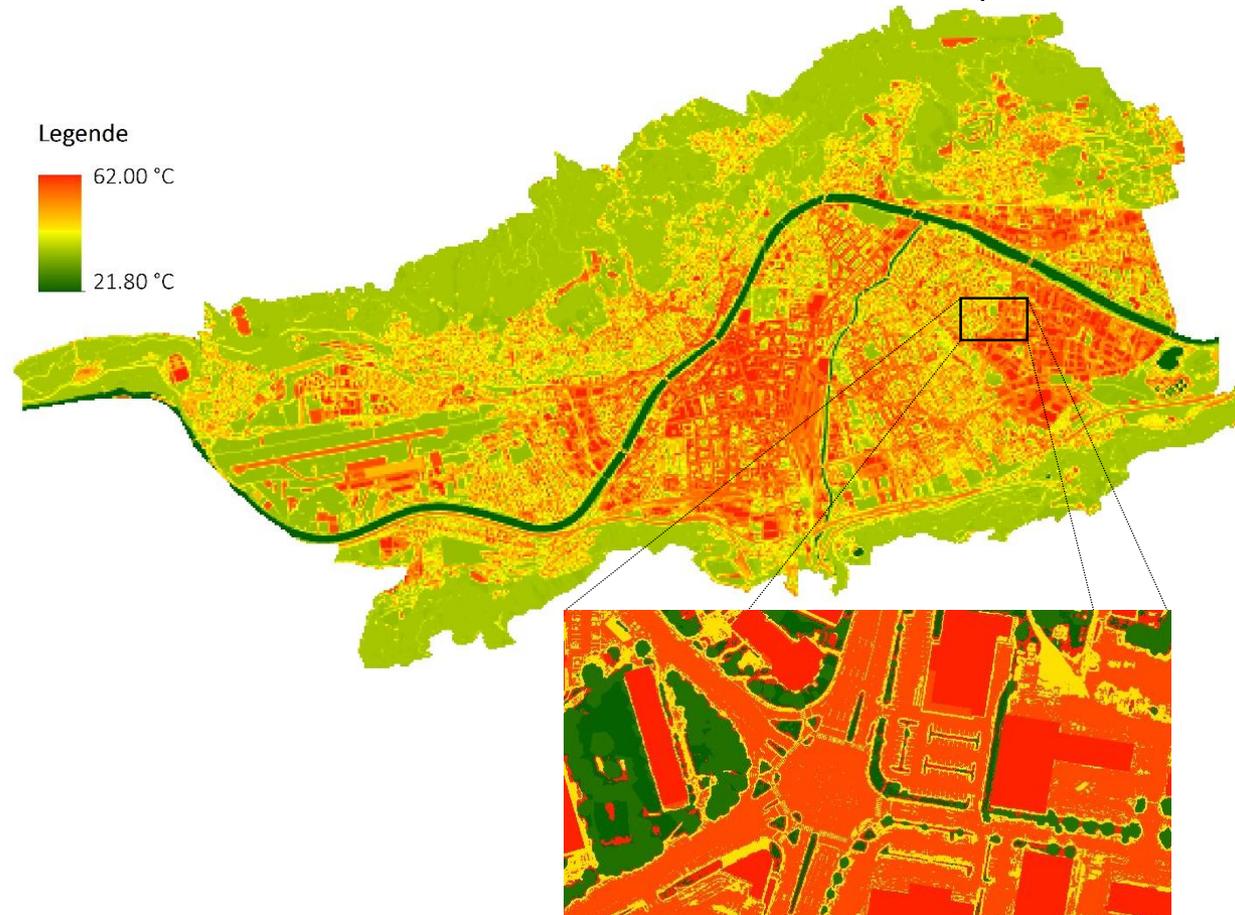


Ergebnisse

Untersuchungsgebiet Innsbruck

Analyse mittels GIS: Ist-Zustand
Oberflächentemperatur

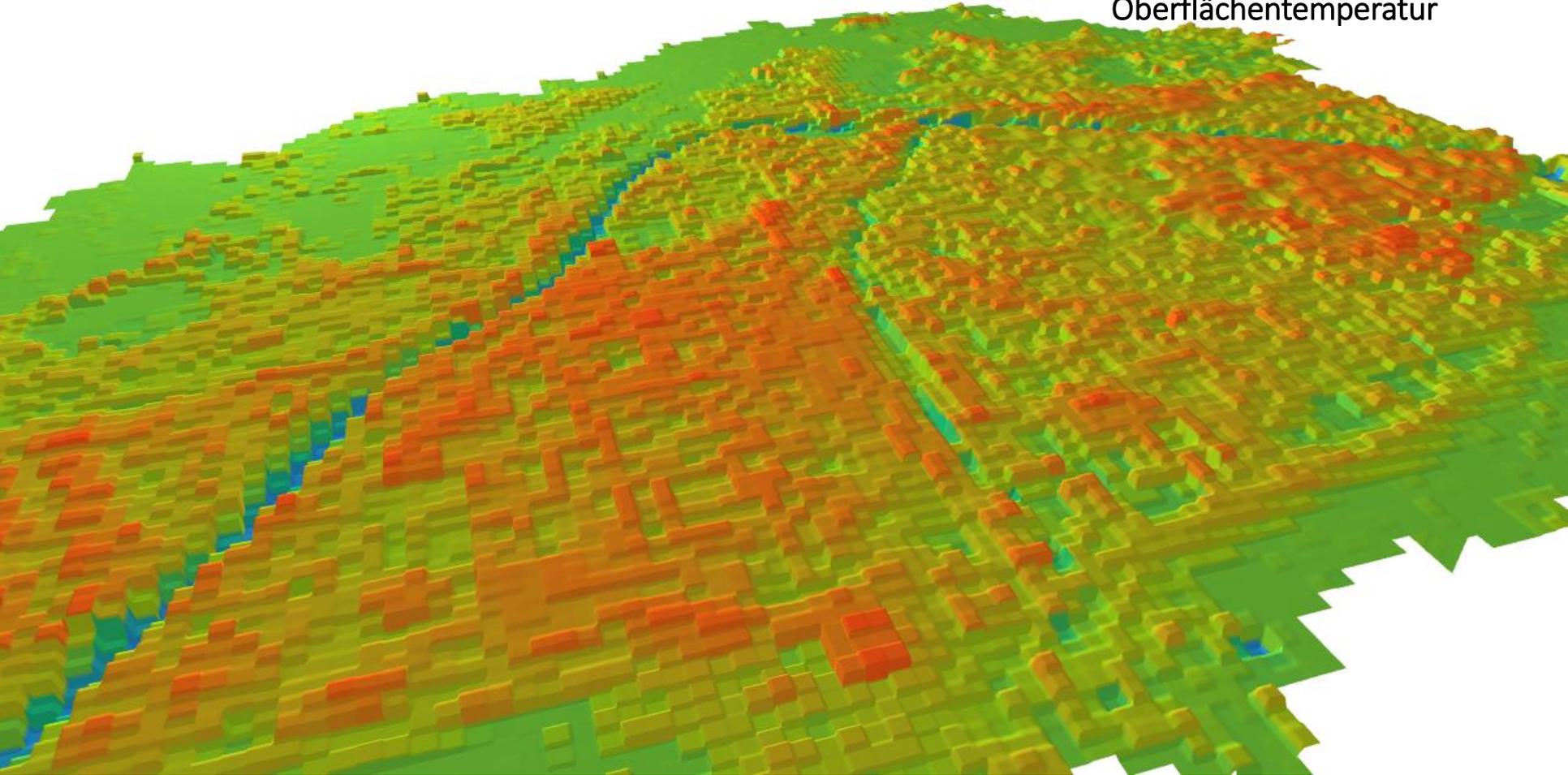
Kategorie	Temperatur
Bäume	38.45 °C
Wasser	21,80 °C
Trockenes Gras	58.91 °C
Bewässertes Gras	37.45 °C
Dächer	62.00 °C
Straßen	57.41 °C
Beton	49.78 °C



Ergebnisse

Untersuchungsgebiet Innsbruck

Analyse mittels GIS: Ist-Zustand
Oberflächentemperatur



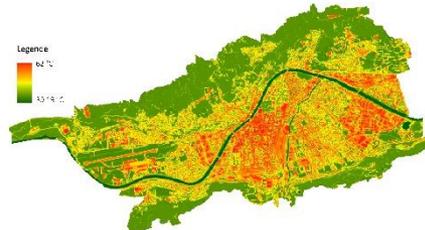
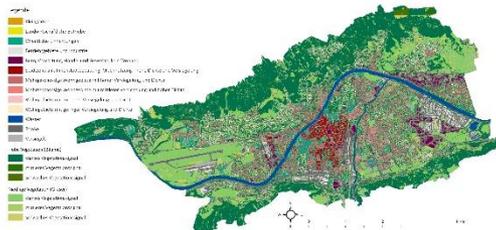
Ausblick

Dezentrale Entwässerungssysteme

- Auswahl
 - System
 - Standort

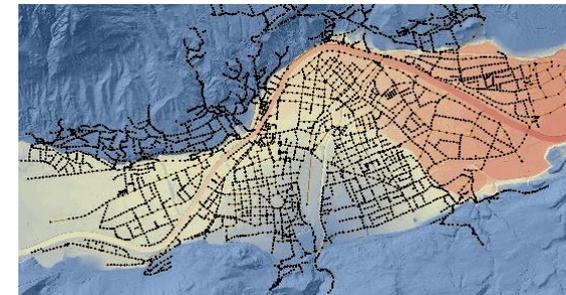
Dance4Water (Scenario Tool)

- Analyse der Änderung der Oberflächentemperatur



SWMM

- Hydrologische Modellierung
- Analyse der Effektivität der Anpassungsszenarien und Vergleich hinsichtlich der Reduktion des Abflusses



Anpassungsszenarien

Entscheidungshilfe

Conclusio

Methode zur Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme

- Auswahl des optimalen Systems und Standorts
- Steigerung von Mehrfachnutzen
- Kostenersparnis
- Nachhaltige Einbindung

Einbindung der Ergebnisse, vor allem räumliche Karten, in die Arbeit von

- Politischen Entscheidungsträgern, Stadtplanern, Regionale Entwicklung, Ingenieurbüros, ...

Verknüpfung: Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme und Minderung von Hitzeinseln

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Danksagung

Das Projekt CONQUAD wird vom Österreichischen Klima- und Energiefonds im Österreichischen Klimaforschungsprogramm gefördert (Projekt Nr. KR16ACOK13143). Förderungszeitraum: Juni 2017 bis Mai 2020



Kontakt

Yannick.Back@uibk.ac.at

<http://umwelttechnik.uibk.ac.at>

Arbeitsbereich für Umwelttechnik, Universität Innsbruck, Österreich



www.uibk.ac.at