



# Coupling future-oriented climate and socio-economic development : the city of Bonn

**Wiriya Puntub**

Forum der ArcGIS-/ ArcView-Usergroup NRW, 27.09.2019

Geschoßbau I, Senatssitzungssaal (R. 503),

August-Schmidt-Str. 6, 44227 Dortmund

# Human heat vulnerability

**DWD** @DWD\_presse · Jul 25  
Und die Temperatur steigt weiter: @DWD\_presse meldet vorläufigen neuen Temperaturrekord. An der DWD-Station Lingen wurden 41,5°C gemessen.

## Neuer Temperaturrekord für Deutschland

41,5°C\*

LINGEN  
25.7.2019

bisheriger Rekord  
40,5°C

GEILENKIRCHEN  
24.7.2019

\*Vorläufig gemessener Wert

45 276 357

[https://twitter.com/DWD\\_presse?ref\\_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwgr%5E363937393b70726f64756374696f6e&ref\\_url=https%3A%2F%2Fwww.dw.com%2Fgermany-swelters-in-record-breaking-europe-heat-wave%2Fa-49734445](https://twitter.com/DWD_presse?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwgr%5E363937393b70726f64756374696f6e&ref_url=https%3A%2F%2Fwww.dw.com%2Fgermany-swelters-in-record-breaking-europe-heat-wave%2Fa-49734445)

## Socio-economic factors

- Poverty (urban poor)
- Elderly
- Population density
- Children (under 6-year-old)

**WMO | OMM** @WMO Follow

A day which will make #weather history, says @dwd\_presse. #Germany set a new national temperature record (provisional figure) of 42.6°C in Lingen, defeating the old record by 2.3 °C. There were 25 weather stations above 40 °C #heatwave

**(Vorläufige) neue Temperaturrekorde für Bundesländer am heutigen Donnerstag, 25. Juli 2019**

<b>42,6 °C</b>	<b>Lingen</b> alt: 39,1 °C Lingen (24.7.2019)	<b>Niedersachsen</b>
<b>41,2 °C</b>	<b>Tönisvorst/Duisburg-Baerl</b> alt: 40,1 °C Weilerwist-Lommersum (12.8.2003)	<b>Nordrhein-Westfalen</b>
<b>40,6 °C</b>	<b>Trier-Petrisberg</b> alt: 39,9 °C Neuenahr/Bad-Ahrweiler (24.7.2019)	<b>Rheinland-Pfalz</b>
<b>40,4 °C</b>	<b>Kahl/Main</b> alt: 40,3 °C Kitzingen (5.7.2015)	<b>Bayern</b>
<b>40,2 °C</b>	<b>Frankfurt/Main-Westend</b> alt: 39,6 °C Frankfurt/Main-Westend (7.8.2015)	<b>Hessen</b>
<b>40,2 °C</b>	<b>Neunkirchen-Wellesweiler</b> alt: 40,0 °C Saarbrücken-Burbach (24.7.2019)	<b>Saarland</b>

11:42 AM - 25 Jul 2019

129 Retweets 133 Likes



<https://twitter.com/WMO/status/1154461870675365888>

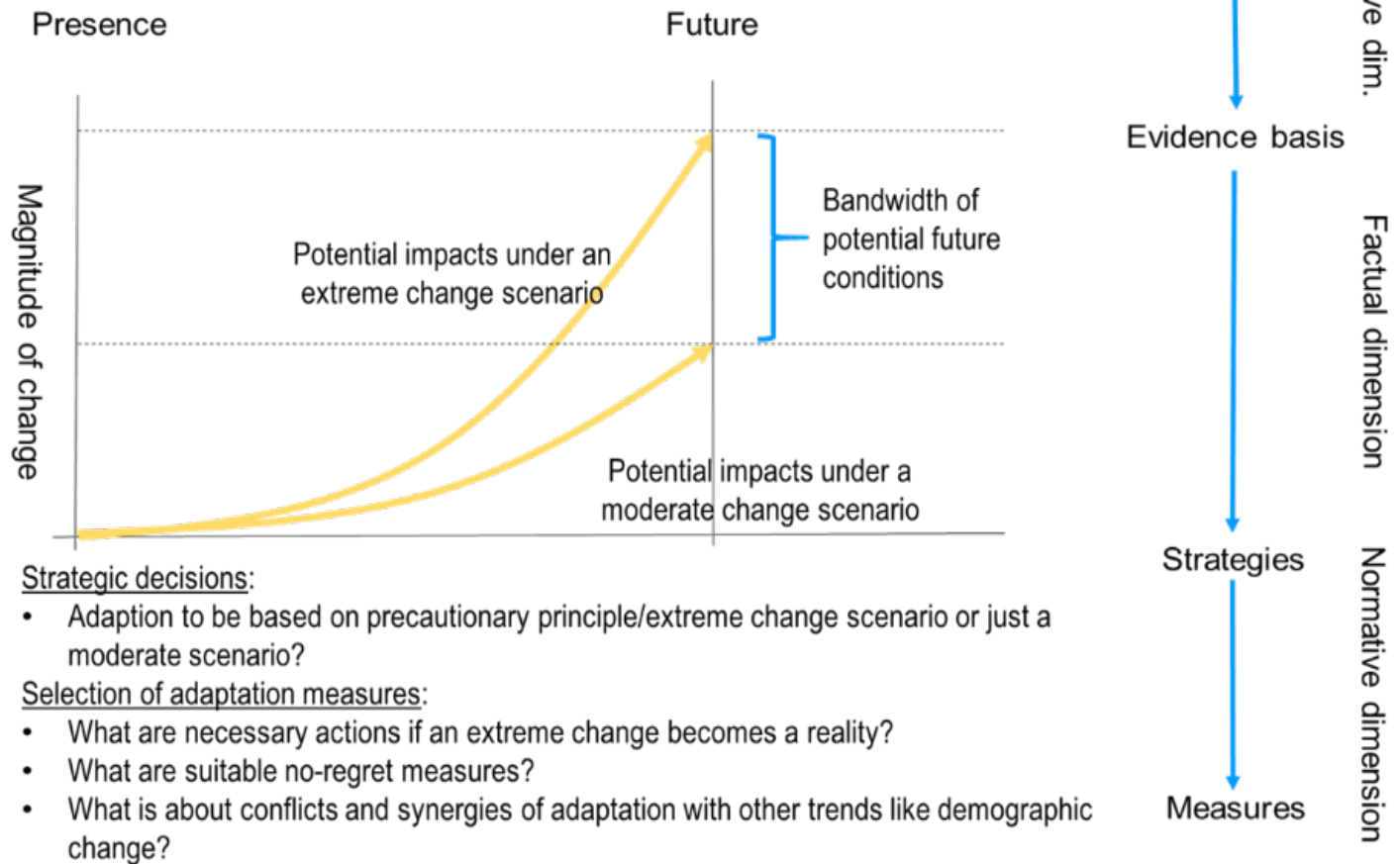


Figure 1: Parallel modelling approach. Source: Greiving et al (2018)

# ZURES

## FUTURE-ORIENTED VULNERABILITY AND RISK ANALYSIS AS A TOOL TO PROMOTE THE RESILIENCE OF CITIES AND URBAN INFRASTRUCTURES

Zukunftsorientierte Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse als Instrument zur Förderung der Resilienz von Städten und urbanen Infrastrukturen

**Project duration:** Sep 2016 – Nov 2019

### Project objective:

- To develop new methods and instruments for future-oriented urban vulnerability and risk assessment regarding heat stress - taking into account social transformation processes

**Study Area:** the city of Bonn and Ludwigsburg



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



IRPUD



STADT.  
CITY.  
VILLE.  
BONN.

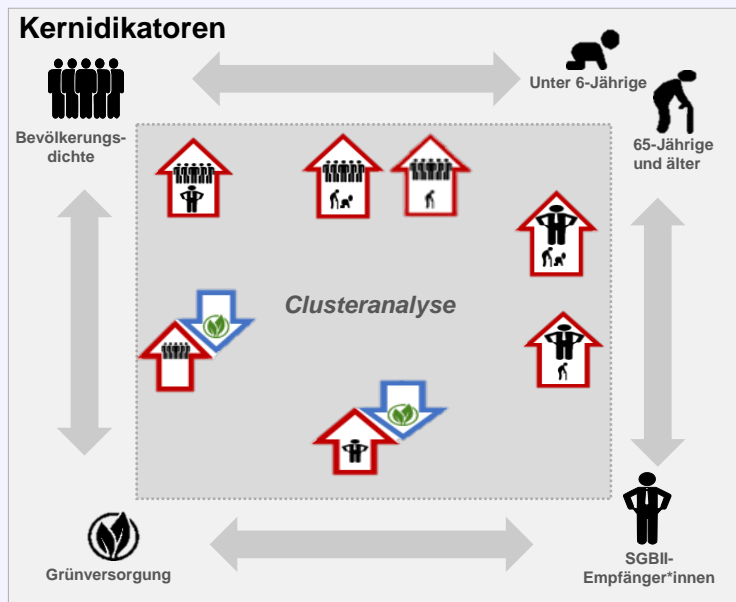


## Key questions

- How to assess climate change (heat stress) in growing medium-sized cities?
- How do future climate change and urbanization interact?
- How do different population groups perceive heat stress?
- What methods and indicators can be used to develop scenarios for human vulnerability at the very local scale?
- How to link local scenarios of human vulnerability and climate?
- What is the added value of the information for decision making?

# Socio-economic vulnerability of the city of Bonn

## Gegenwart



### Klimatische Szenarien

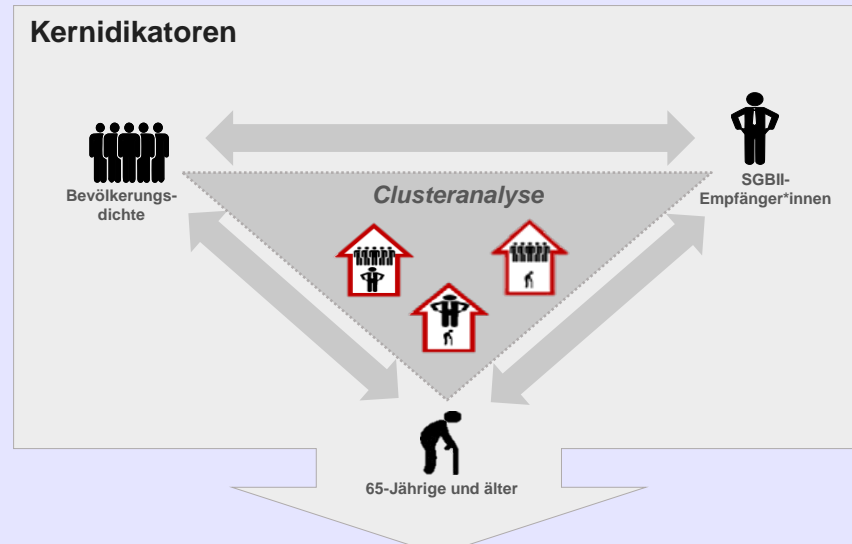
#### Kopplung klimatischer und sozioökonomischer Szenarien

Luftverschmutzung

Lärmbelästigung

**Integrierte klimatische und sozioökonomische Mehrfachbelastungskarte und Umweltgerechtigkeit**

## Zukunft



### Zukünftige sozioökonomische Szenarien

Szenario 1

Szenario 2

Szenario 3

Szenario 4

### Zukunftsklimatische Szenarien

RCP 2.6 (relativ niedrig)

RCP 8.5 (sehr hoch)

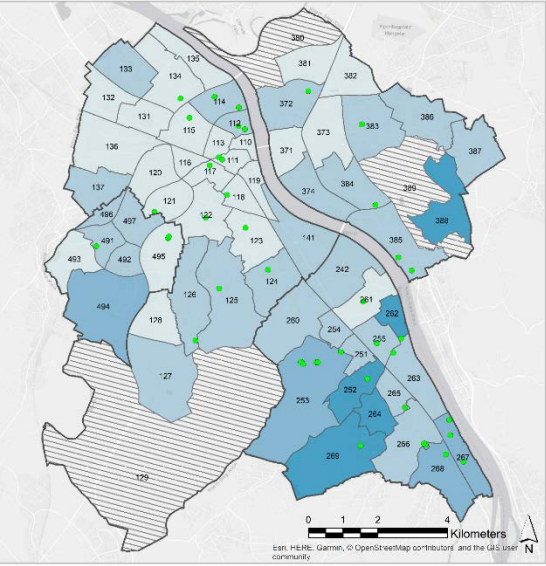
#### Kopplung klimatischer und sozioökonomischer Szenarien

Lärmbelästigung

Luftverschmutzung

**Integrierte Zukunftsklimatische und sozioökonomische Mehrfachbelastungskarte und Umweltgerechtigkeit**

# Capturing changes (dynamic)



**Gegenwart: Anteil der 65-Jährigen und älter**

- sehr gering (>17%)
- gering (18%-23%)
- mittel (24%-25%)
- hoch (26%-28%)
- aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

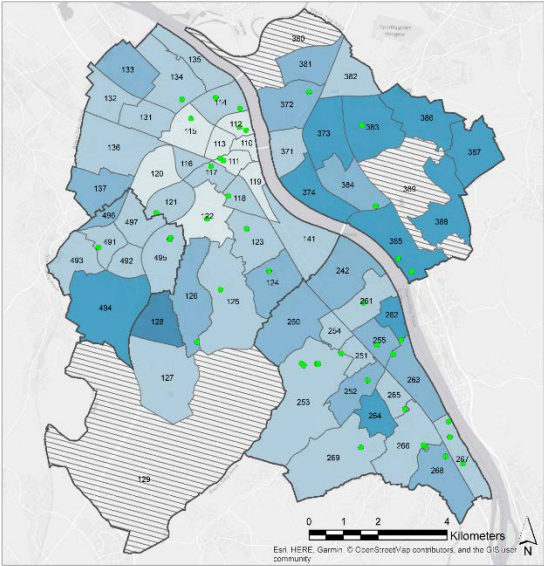
**Sonstiges**

- Stadtgebiet Bonn

**Sensible Nutzungen**

- Altenheime

2016



**Zukunft: Anteil der 65-Jährigen und älter**

- sehr gering (>17%)
- gering (18%-23%)
- mittel (24%-25%)
- hoch (26%-28%)
- sehr hoch (>28%)
- aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

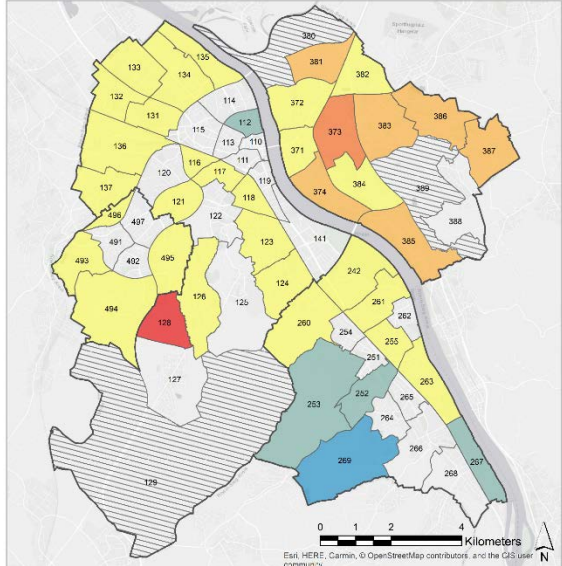
**Sonstiges**

- Stadtgebiet Bonn

**Sensible Nutzungen**

- Altenheime

2035



**Dynamik - Änderung in der Verwundbarkeit Anteil der 65-Jährigen und älter (2016-2035)**

- negativ - zweifach Änderungen
- negativ - einfach Änderungen
- stabil
- positiv - einfach Änderungen
- positiv - zweifach Änderungen
- positiv - dreifach Änderungen
- positiv - vierfach Änderungen
- aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

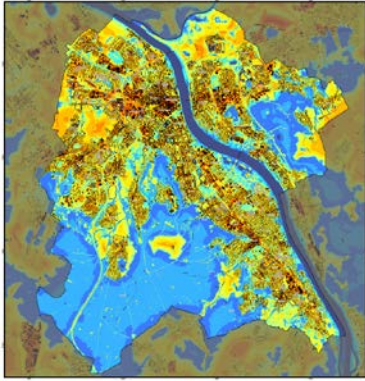
**Sonstiges**

- Stadtgebiet Bonn

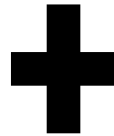
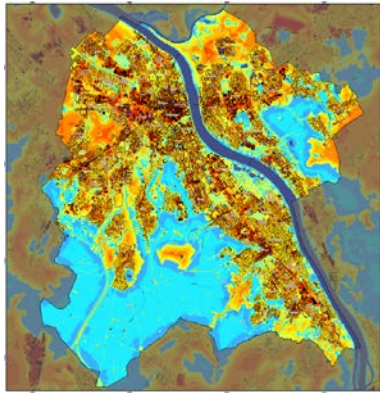
changes

## Future climate scenarios

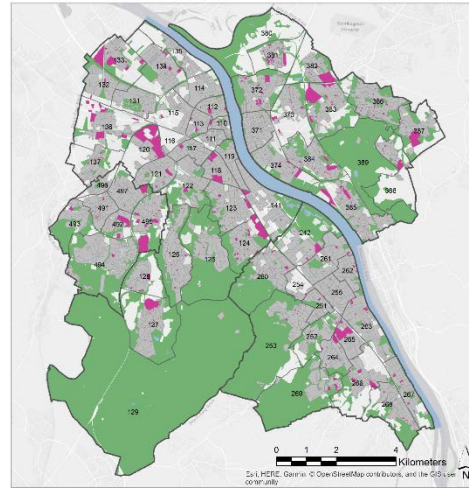
RCP 2.6



RCP 8.5



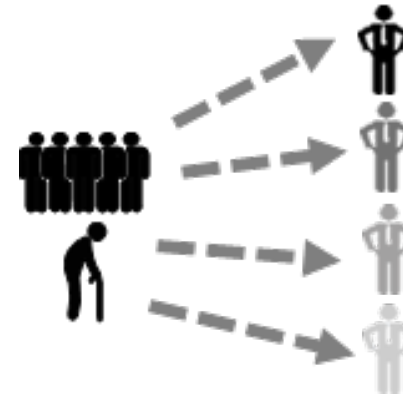
## Future socio-economic scenarios



**Siedlungs- und Grünflächen**  
 - Siedlungsfläche  
 - Siedlungsfläche zusätzlich  
 - Grünflächen  
 - Gewässer

**Sonstiges**  
 - Stadtgebiet Bonn

**FNP**



- Equally spread of SGB 2 recipients
- 40% of new housing reserved for SGB 2 recipients
- SGB 2 recipients live in the least expensive area
- 40% of new housing in the least expensive area reserved for SGB 2 recipients

Bio-klimatische Situation am Tag um 14 Uhr  
 Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET)  
 in PCI in 2m ü. Gr.

Bonn: RCP2,6  $\Delta +0.5$  | RCP8,5  $\Delta +2.0$

Flow over Irregular Terrain with  
 Natural and Anthropogenic Heat  
 Sources = FITNAH

Auftraggeber: Stadt Bonn

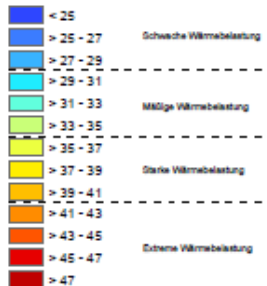
STADT  
 CITY  
 VILLE  
 BONN

Auftragnehmer: GEO-NET Umweltconsulting GmbH



Globe Platzstraße 1 a  
 30161 Hannover  
 Tel. (0511) 388 73 00  
 Email: info@gemet.de  
 Internet: www.gemet.de

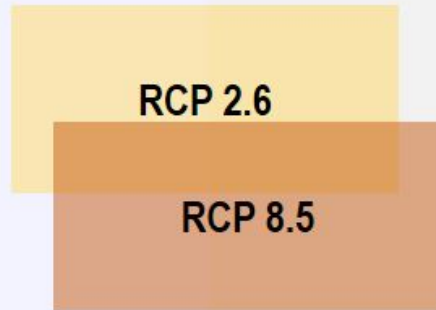
Hannover, November 2018



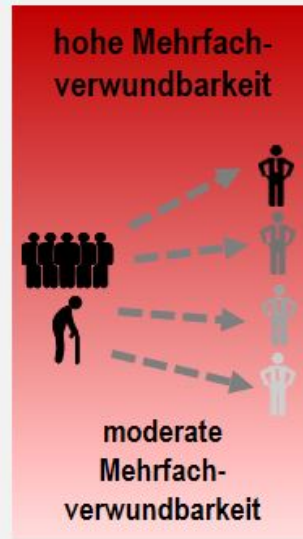
# Integration of future climate and socio-economic scenarios

Globaler Klimawandel

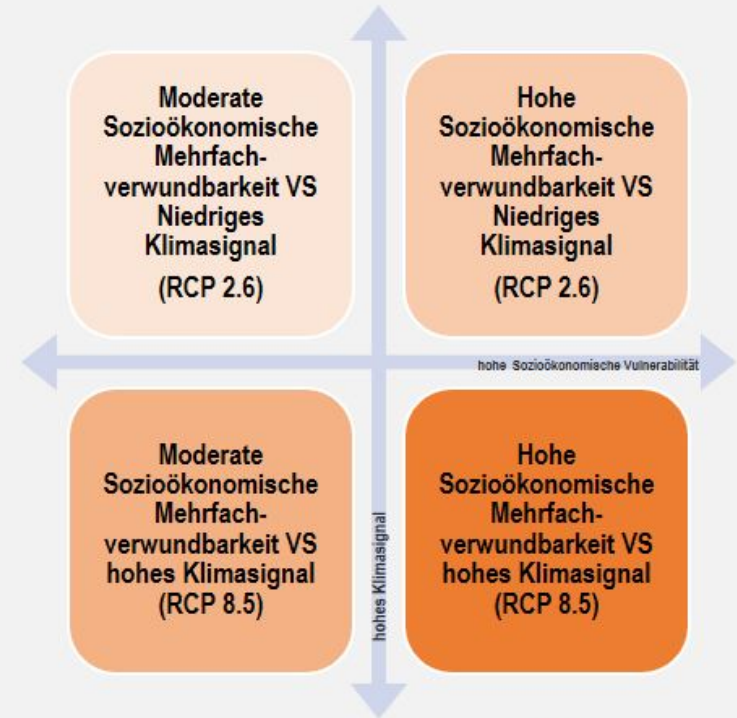
Stadtklima auf Ebene der statistischen Bezirke



Klimaszenarien



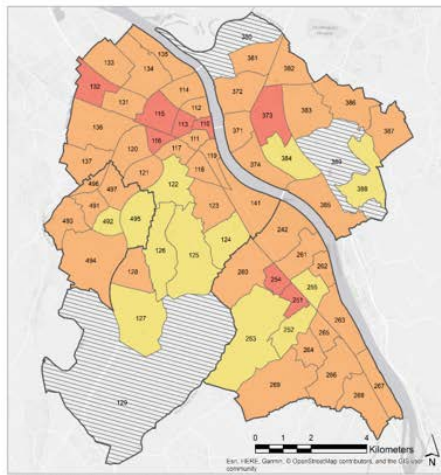
Kernindikatoren  
Sozioökonomische  
Szenarien



Szenarien Vulnerabilität  
gegenüber Hitze



# Integrated future socio-economic scenarios and climate scenarios of the city of Bonn

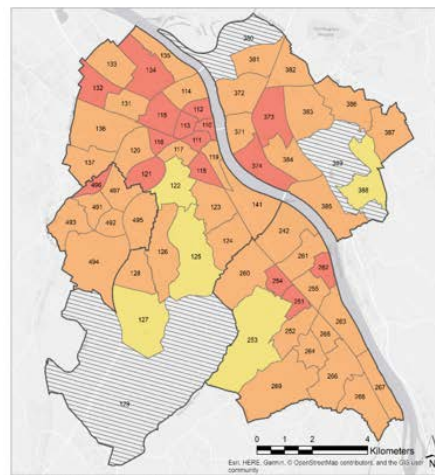


RCP 2.6 - Moderate Sozioökonomische

- gering
- mittel
- hoch
- ▨ aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 □ Stadtgebiet Bonn

- Moderate Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- Niedriges Klimasignal (RCP 2.6)



RCP 2.6 - Hohe Sozioökonomische

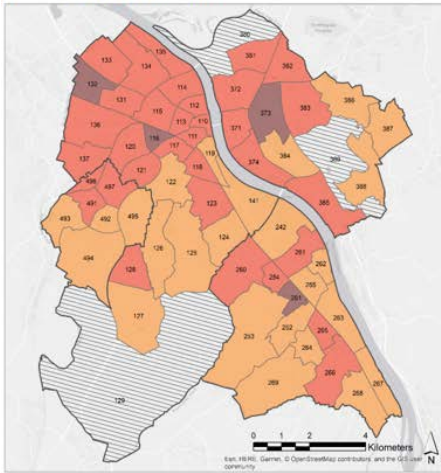
- gering
- mittel
- hoch
- ▨ aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 □ Stadtgebiet Bonn

- Hohe Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- Klimasignal (RCP 2.6)

## hohe Sozioökonomische Vulnerabilität

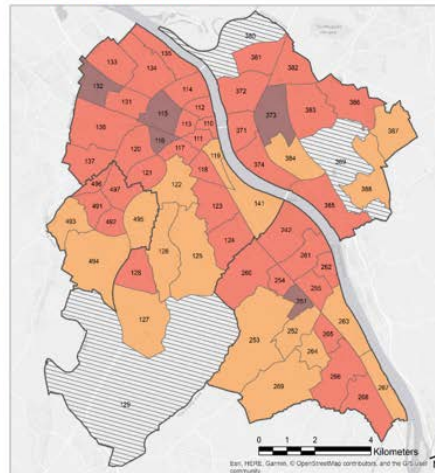
- Moderate Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- hohes Klimasignal (RCP 8.5)



RCP 8.5 - Moderate Sozioökonomische

- mittel
- hoch
- sehr hoch
- ▨ aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 □ Stadtgebiet Bonn



RCP 8.5 - Hohe Sozioökonomische

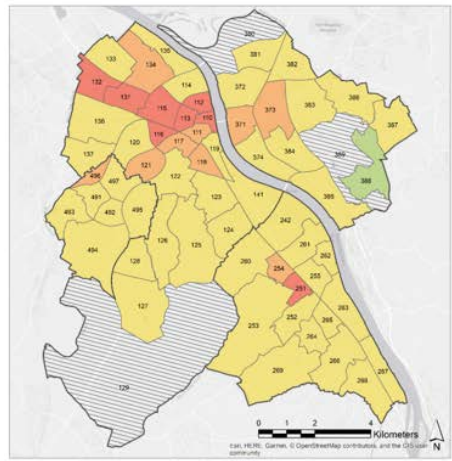
- mittel
- hoch
- sehr hoch
- ▨ aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 □ Stadtgebiet Bonn

hohes Klimasignal

Ellerviertel (nr.115),  
 Bonn-Gueterbahnhof (nr.116)  
 Neu-Tannenbusch (nr.132),  
 Godesberg-Zentrum (nr.251) and  
 Beuel-Ost (nr.373)

\*\*\*Ueckesdorf (nr.128) is the area where has the biggest shifted from "very low" (present) to "high" (the worst case) in the future (due to Ü65&SGBII)

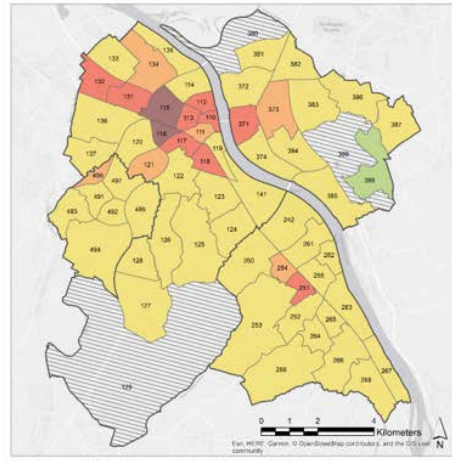


Bevölkerungsdichte und begrenzte finanzielle Kapazität (Cluster 5)  
 RCP 2.6 - Moderate Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit

sehr gering  
 gering  
 mittel  
 hoch  
 aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 Stadtgebiet Bonn

- Moderate Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- Niedriges Klimasignal (RCP 2.6)



Bevölkerungsdichte und begrenzte finanzielle Kapazität (Cluster 5)  
 RCP 2.6 - Hohe Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit

sehr gering  
 gering  
 mittel  
 hoch  
 sehr hoch  
 aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

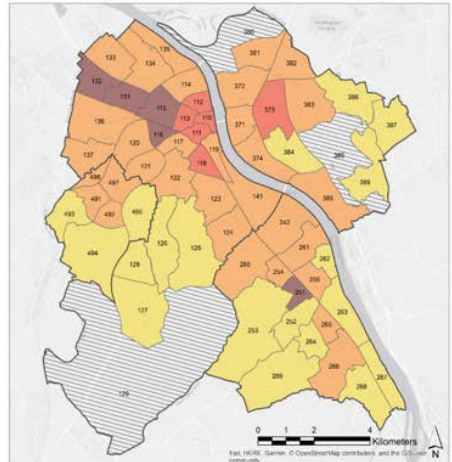
Sonstiges  
 Stadtgebiet Bonn

- Hohe Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- Klimasignal (RCP 2.6)

**hohe Sozioökonomische Vulnerabilität**

- Moderate Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- hohes Klimasignal (RCP 8.5)

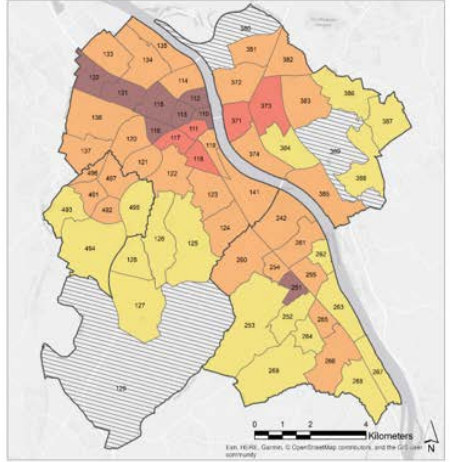
- Hohe Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit
- hohes Klimasignal (RCP 8.5)



Bevölkerungsdichte und begrenzte finanzielle Kapazität (Cluster 5)  
 RCP 8.5 - Moderate Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit

gering  
 mittel  
 hoch  
 sehr hoch  
 aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 Stadtgebiet Bonn



Bevölkerungsdichte und begrenzte finanzielle Kapazität (Cluster 5)  
 RCP 8.5 - Hohe Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit

gering  
 mittel  
 hoch  
 sehr hoch  
 aufgrund weniger Einwohner\*innen nicht in die Analyse einbezogen

Sonstiges  
 Stadtgebiet Bonn

hohes Klimasignal

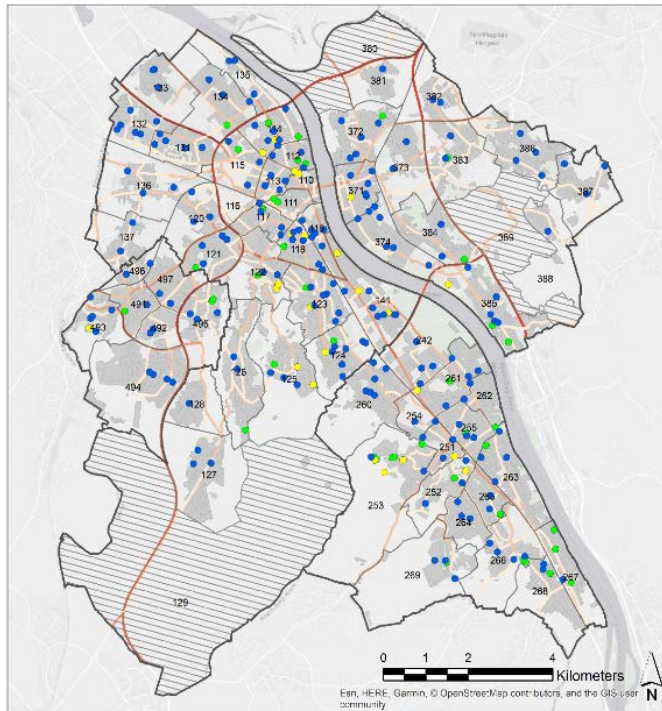
**Cluster-based approach**  
**High density with and limited financial capacity**  
**population group (Cluster 5)**

The strong influence of both population density and SGB 2 recipients core indicators:

- Zentrum-Rheinviertel (nr.110),
- Wichelshof (nr.112),
- Ellerviertel (nr.115),
- Bonn-Gueterbahnhof (nr.116),
- Alt-Tannenbusch (nr.131),**
- Neu-Tannenbusch (nr.132),**
- Godesberg-Zentrum (nr.251) and
- Beuel-Ost (nr.373)

**Integration with environmental justice issue**

# Air pollution



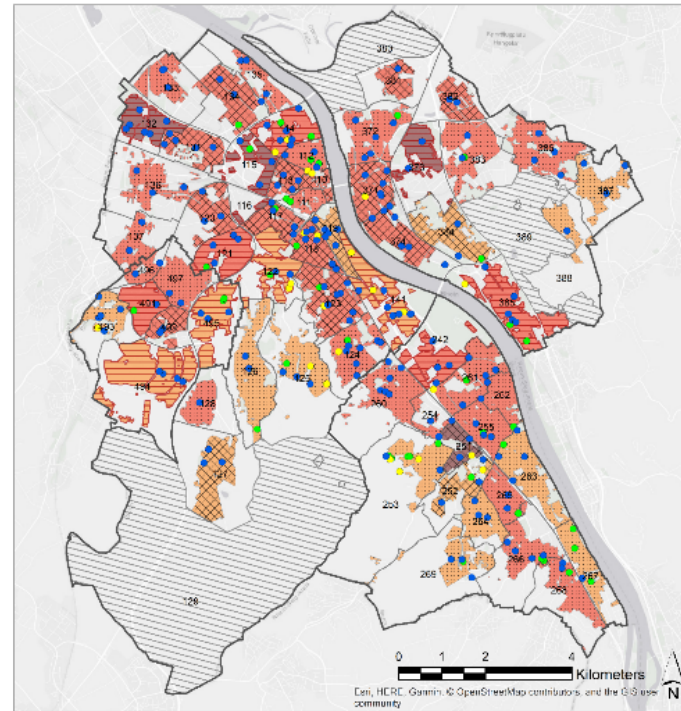
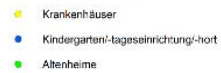
## NO2 Emission (kg/a\*km)



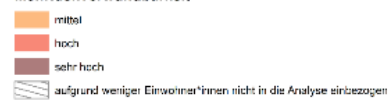
## Sonstiges



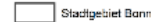
## Sensible Nutzungen



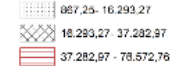
## RCP 8.5 - Hohe Sozioökonomische Mehrfachverwundbarkeit



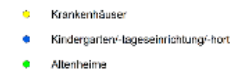
## Sonstiges



## NO2 emission (kg/a\*km)

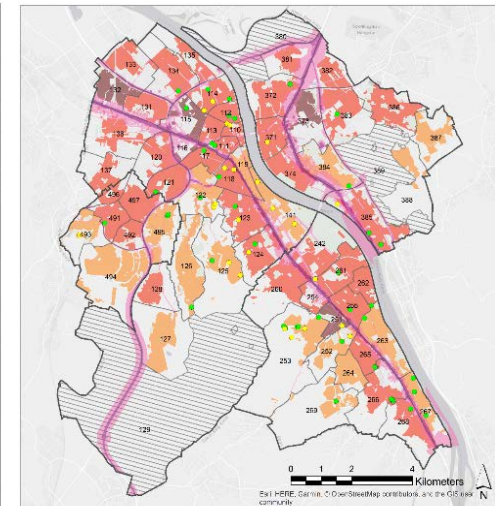
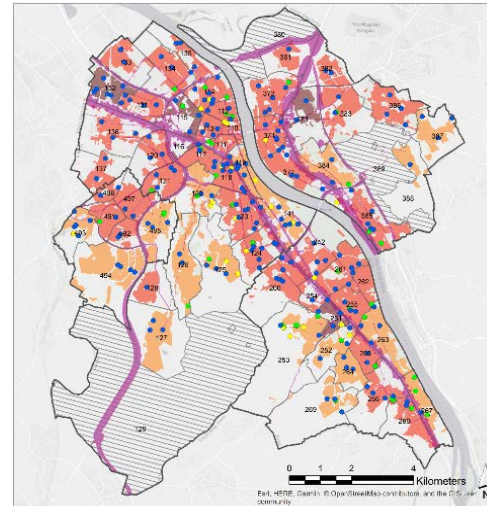
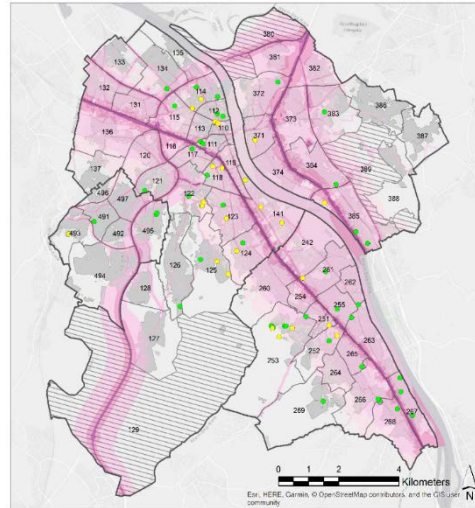
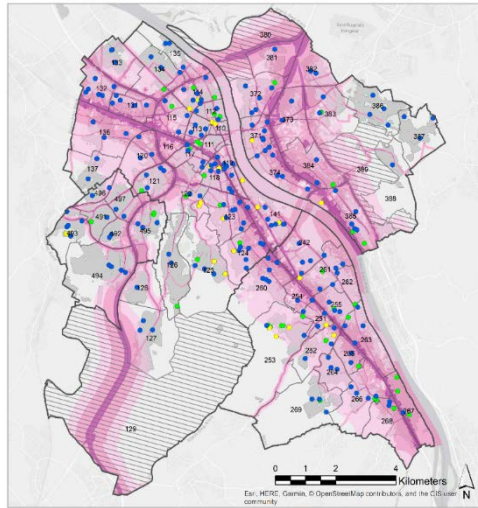


## Sensible Nutzungen



Hotspots: Ellerviertel (115), Bonn-Gueterbahnhof (nr.116), Neu-Tannenbusch (nr.132) and Beuel-Ost (nr.373).

# Noise pollution



## Hotspots (exposed social sensitive infrastructures):

- Bonn-Gueterbahnhof (nr.116),
- Godesberg-Zentrum (nr.251),
- Godesberg-Nord (nr.254) and
- Neu-Plittersdorf (nr.261)

Adapted from: <https://www.umgebungs-laerm-kartierung.nrw.de/>

# Conclusions:

## Key findings

- Application of parallel modelling approach in medium-sized city
- Hotspot identification (priority for actions)
- Capturing the dynamics of changes (over-time)
- Visualisation of policy impact
- Supporting urban development policy debate and promote risk-informed planning and investment

## Future work

- The utilization of smaller scale of the socio-economic dataset for more precisely hotspots identification (e.g. building block or household level)
- Collective behaviors of the inhabitants in correlation to heat vulnerability and environmental justice issue (night-day-time activities)



Photo by Pongsak Sarapukdee

**Thank you for your attention !**

**Wiriya Puntub**  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Institut für Raumplanung (IRPUD)  
Technische Universität Dortmund

E-Mail: [wiriya.puntub@tu-dortmund.de](mailto:wiriya.puntub@tu-dortmund.de)