

StadtKlimaWandel in Bayreuth

Stadtratsitzung, Stadt Bayreuth

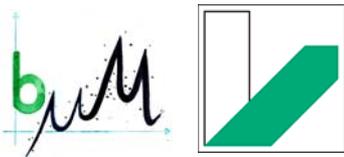
26.06.2019



Icons made by Freepik from www.faticon.com



CO₂



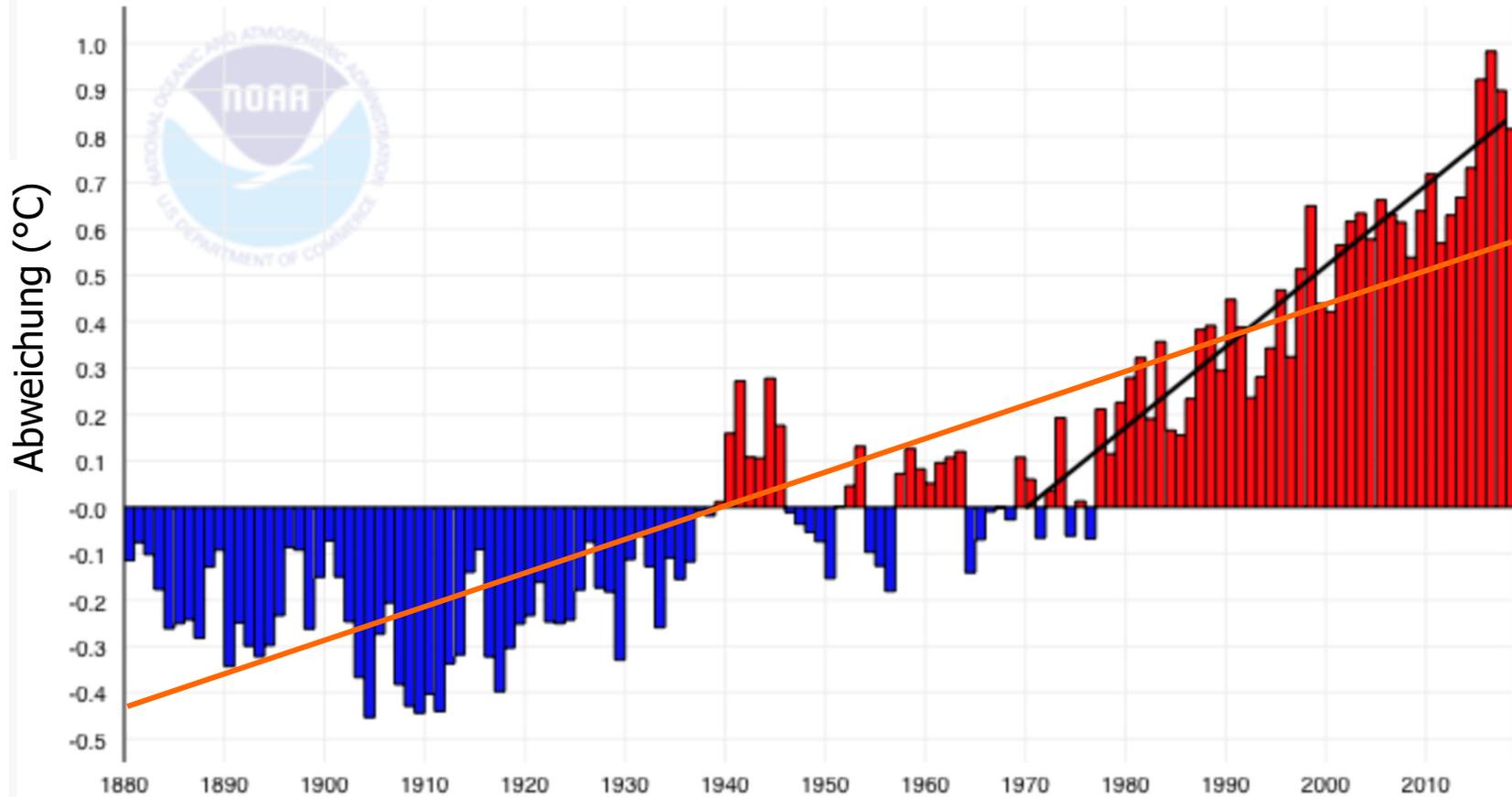
Prof. Dr. Christoph Thomas
Dr. habil. Johannes Lüers
Dr. Wolfgang Babel
Mikrometeorologie
Universität Bayreuth
christoph.thomas@uni-bayreuth.de



Klimaentwicklung Global über Land & Ozean - Temperatur

Trend 1880-2019: +0.7°C pro 100 Jahre

Trend 1970-2019: +1.7°C pro 100 Jahre



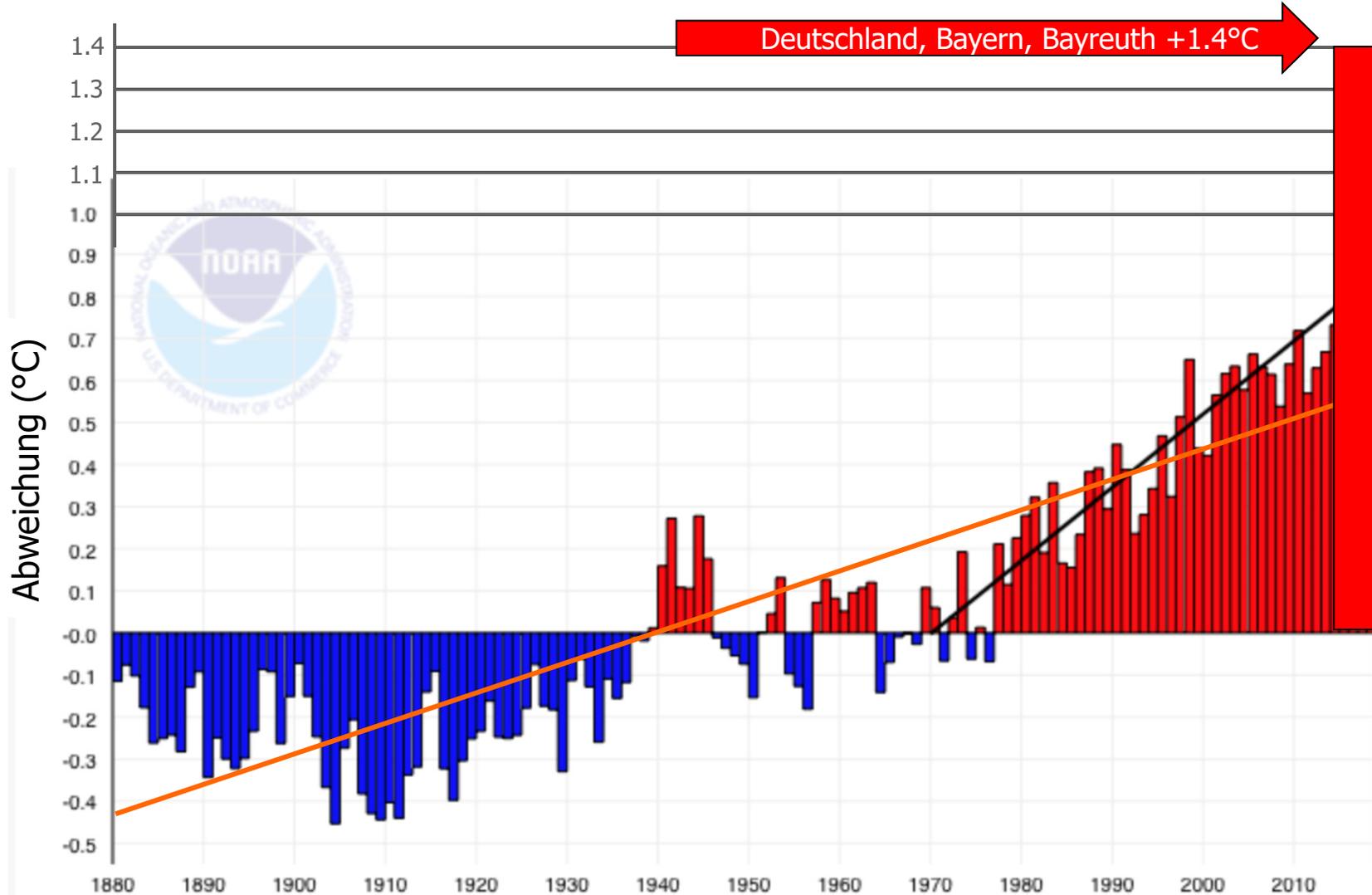
Referenz: Mittelwert über das 20. Jhd

https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land_ocean/ytd/12/1880-2019

Klimaentwicklung Global über Land & Ozean - Temperatur

Trend 1880-2019: +0.7°C pro 100 Jahre

Trend 1970-2019: +1.7°C pro 100 Jahre

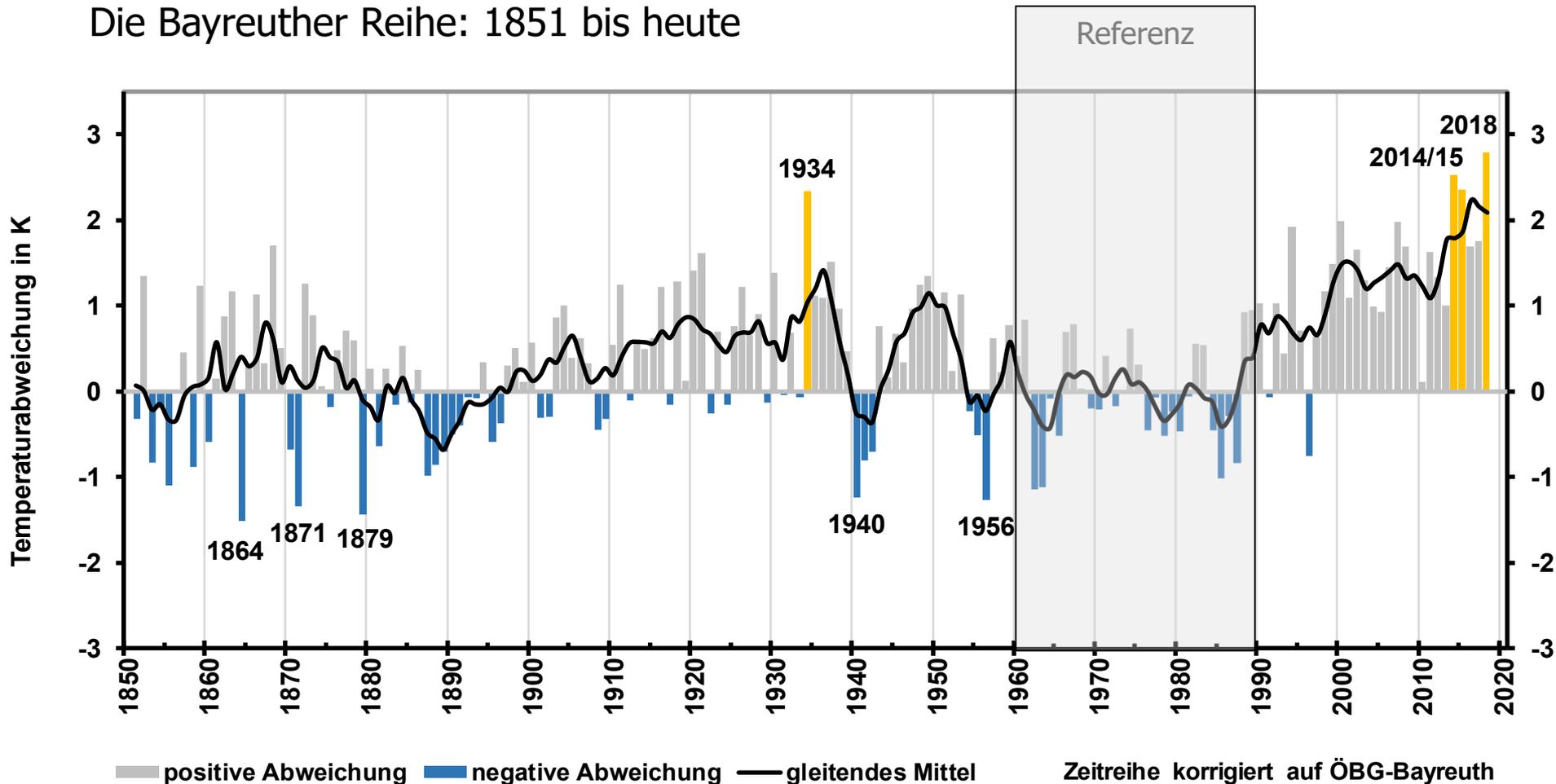


Referenz: Mittelwert über das 20. Jhd

https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land_ocean/ytd/12/1880-2019

Klimaentwicklung in Bayreuth - Lufttemperatur

Die Bayreuther Reihe: 1851 bis heute

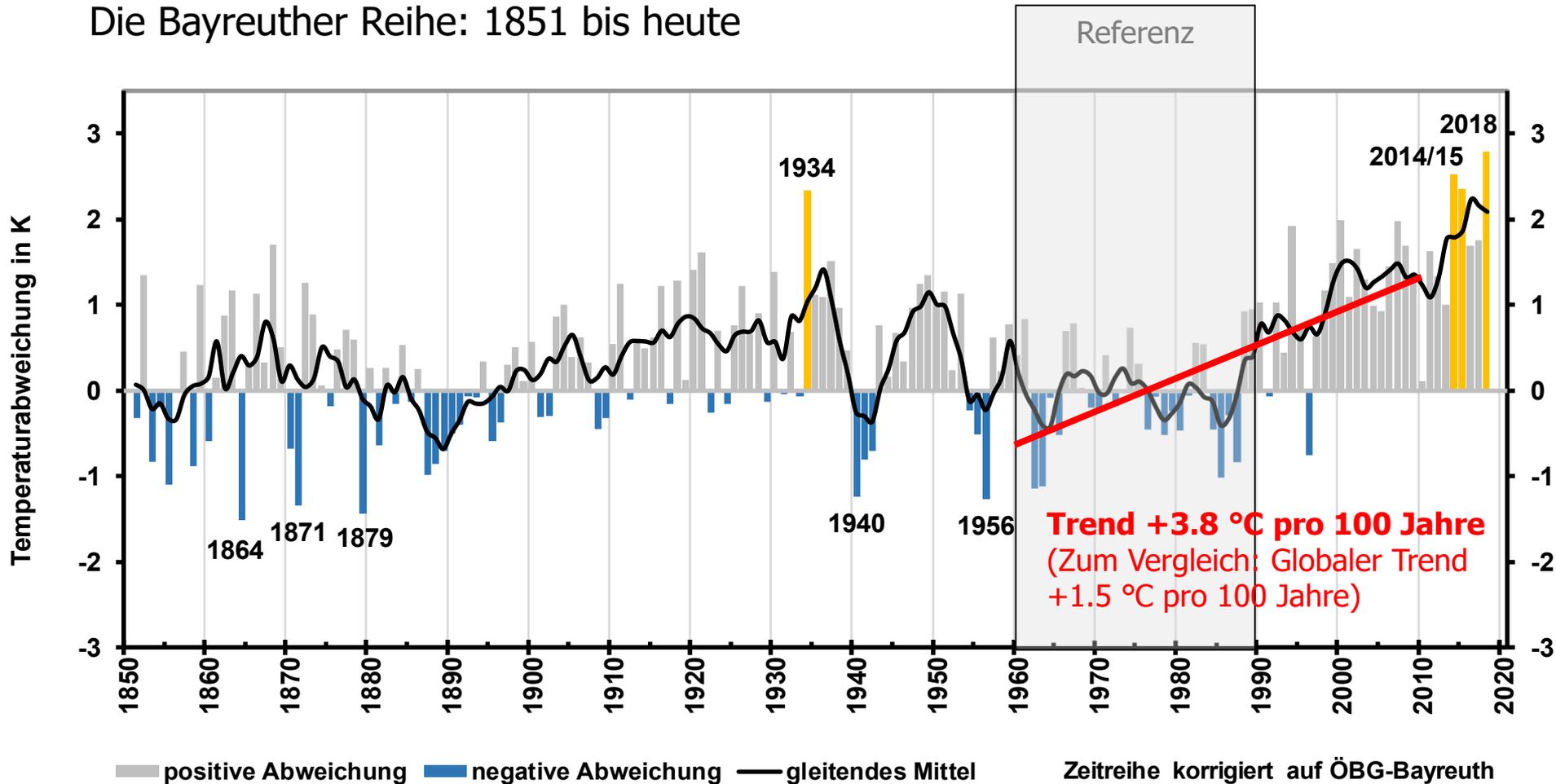


Homogenisierte Zeitreihe der Lufttemperatur in K, ÖBG Bayreuth, 1851 bis 2018.
Abweichung der jeweiligen Jahresmittel vom langjährigen Mittel 1961 bis 1990 (7.25 °C).
Markierte Jahre: Quantile 2.5% (kälteste) und 97.5% (wärmste).

[Lüers et al., 2014, Arbeitsergebnisse, Mikrometeorologie, Universität Bayreuth](#)

Klimaentwicklung in Bayreuth - Lufttemperatur

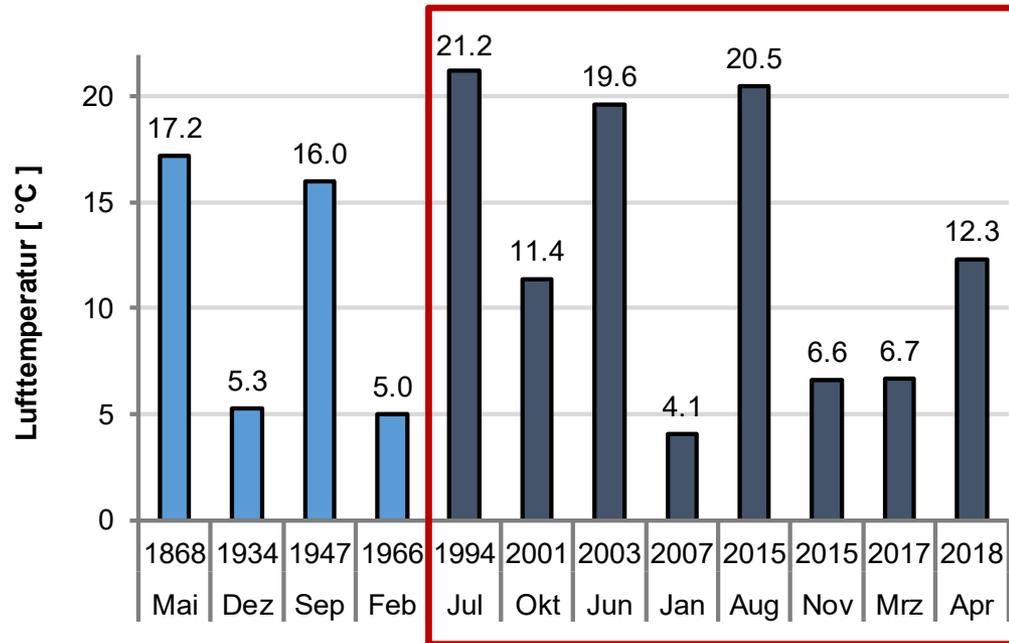
Die Bayreuther Reihe: 1851 bis heute



Homogenisierte Zeitreihe der Lufttemperatur in K, ÖBG Bayreuth, 1851 bis 2018.
Abweichung der jeweiligen Jahresmittel vom langjährigen Mittel 1961 bis 1990 (7.25 °C).
Markierte Jahre: Quantile 2.5% (kälteste) und 97.5% (wärmste).

[Lüers et al., 2014, Arbeitsergebnisse, Mikrometeorologie, Universität Bayreuth](#)

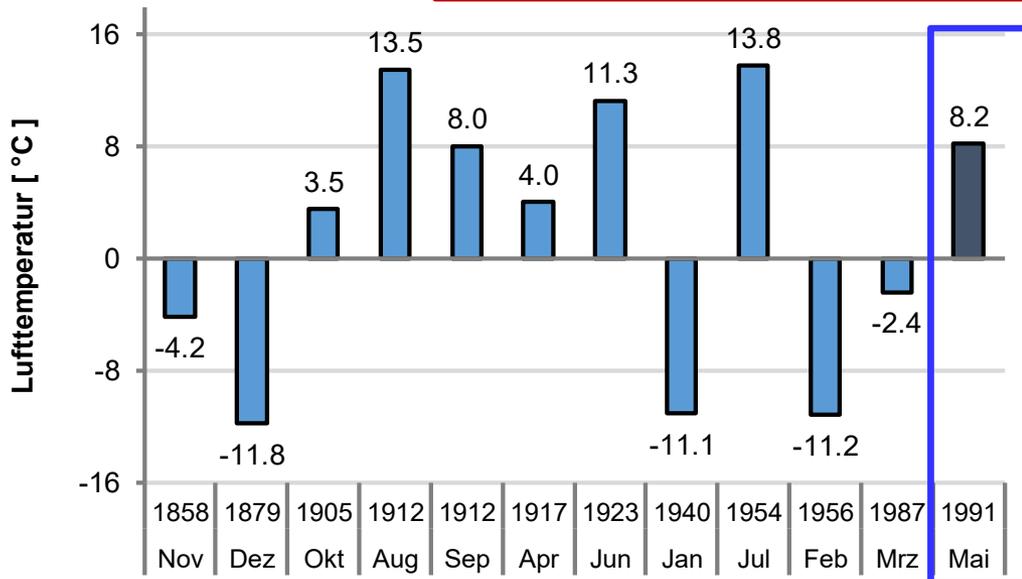
Lufttemperatur in Bayreuth – Extremwerte



Wärmster (oben) bzw. kältester (unten) Monatswert im Zeitraum 1851 bis 2018, aufsteigend nach Jahr, ÖBG Bayreuth.

- Wärmeextreme:

8 Rekordmonate **nach 1989**

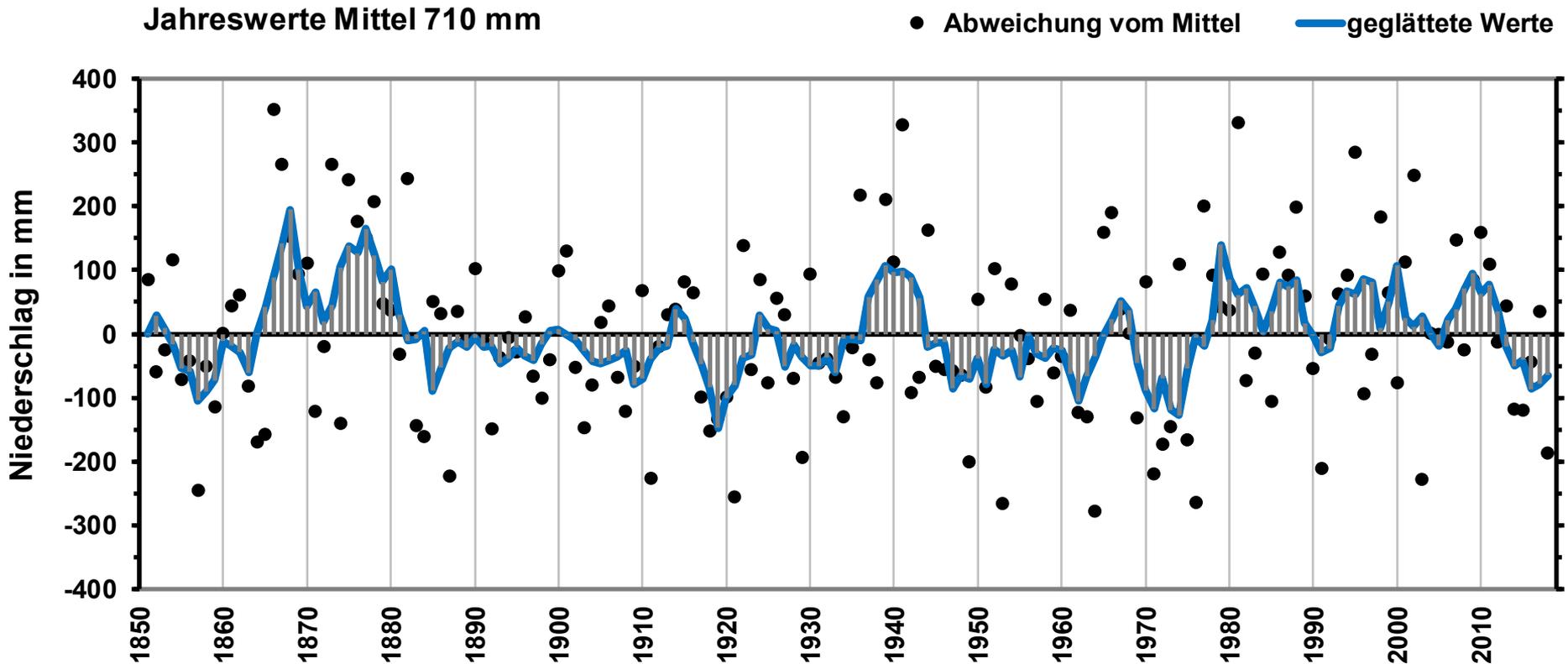


- Kälteextreme:

11 Rekordmonate **vor 1989**

Klimaentwicklung in Bayreuth - Niederschlag

Die Bayreuther Reihe: 1851 bis heute



Homogenisierte Zeitreihe der Niederschläge in mm, ÖBG Bayreuth, 1851 bis 2018. Abweichung der jeweiligen Jahressumme vom langjährigen Mittel 1961 bis 1990 (710 mm).

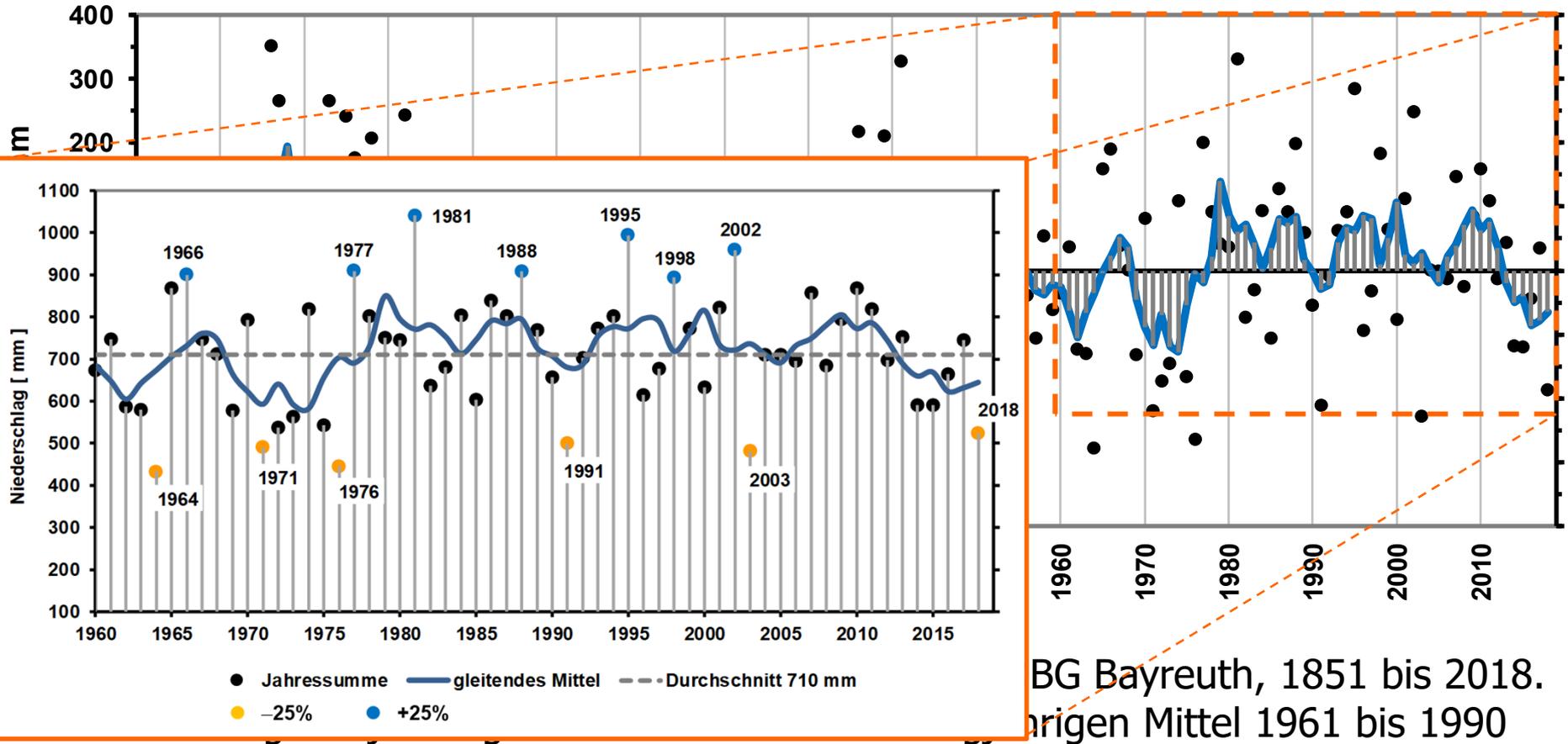
[Lüers et al., 2014, Arbeitsergebnisse, Mikrometeorologie, Universität Bayreuth](#)

Klimaentwicklung in Bayreuth - Niederschlag

Die Bayreuther Reihe: 1851 bis heute

Jahreswerte Mittel 710 mm

● Abweichung vom Mittel — geglättete Werte



(710 mm).

BG Bayreuth, 1851 bis 2018.
origines Mittel 1961 bis 1990

[Lüers et al., 2014, Arbeitsergebnisse, Mikrometeorologie, Universität Bayreuth](#)



Klimawandel – Was bedeutet das in Bayreuth?



- Bayreuth wird im **Mittel erheblich wärmer**, in allen Monaten, **vor allem aber im Frühjahr und Sommer** (März bis August). Die Jahre 2014, 2015 und 2018 waren die wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn im Jahr 1850.
- Die Zunahme der **Erwärmung in Bayreuth ist mehr als doppelt so stark** im Vergleich zum globalen Mittel (+3.8 °C vs. +1.5 °C pro 100 Jahre).
- Die monatlichen **Wärmeextreme häufen sich** in den letzten 30 Jahren, **die Kälteextreme sind verschwunden**. Potenzial der Ausbreitung neuer, tropischer Krankheiten und Schädlinge.
- Der Jahresniederschlag in Bayreuth zeigt keinen Trend, aber der **April wird zunehmend trockener**. Sehr feuchte Jahre fehlen seit 2002.
- **Stark- und Stärkstregen nehmen zu**, vor allem in den Monaten Januar/Februar, Mai und September. Gefahr der Überflutung und Hochwasser.
- **Die zunehmende Besorgnis (FFF, S4F, ...) ist gerechtfertigt, es muss etwas geschehen!**



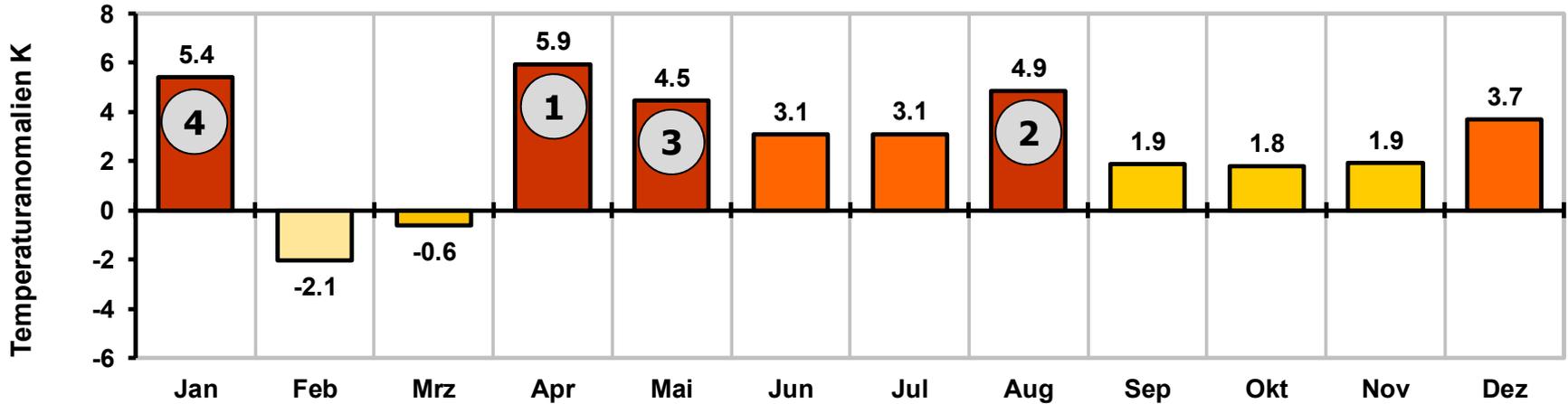
KlimaWandel in Bayreuth

Dürrejahr 2018

Dürrejahr 2018, ÖBG Bayreuth: bisher heißestes Jahr seit 1851, nur 12 Jahre waren trockener. Kreise: Rangliste seit 1851

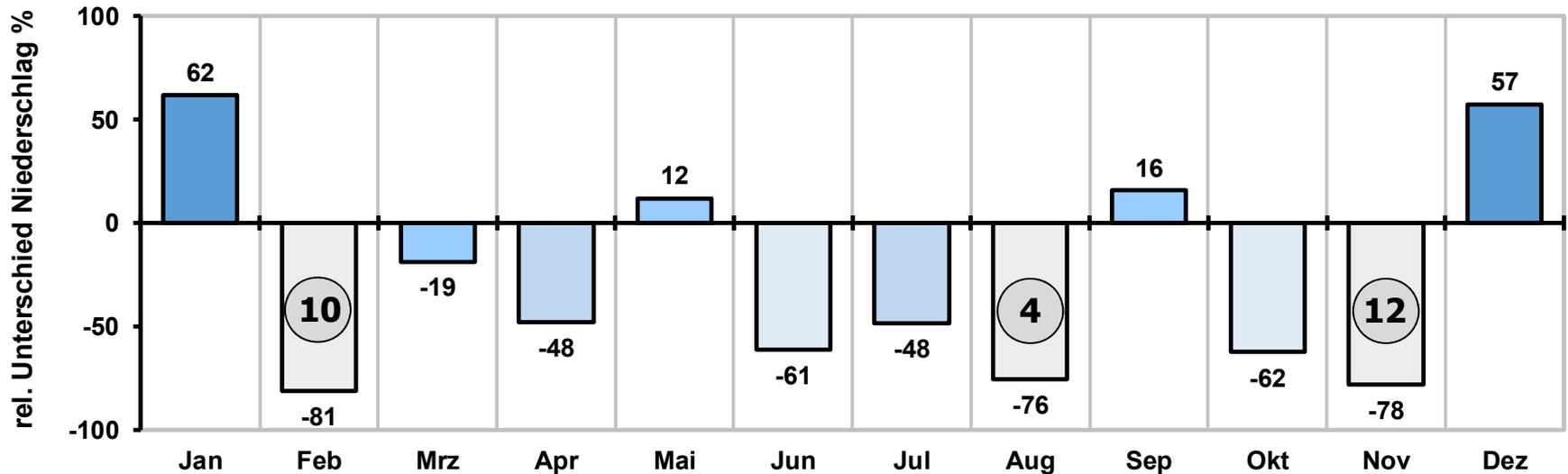
ÖBG Bayreuth: Differenz 2018 zum Mittel 1961-1990

Jahresmittel 2018: 10.04°C || Abw. vom Mittel (7.3°C) +2.8 K

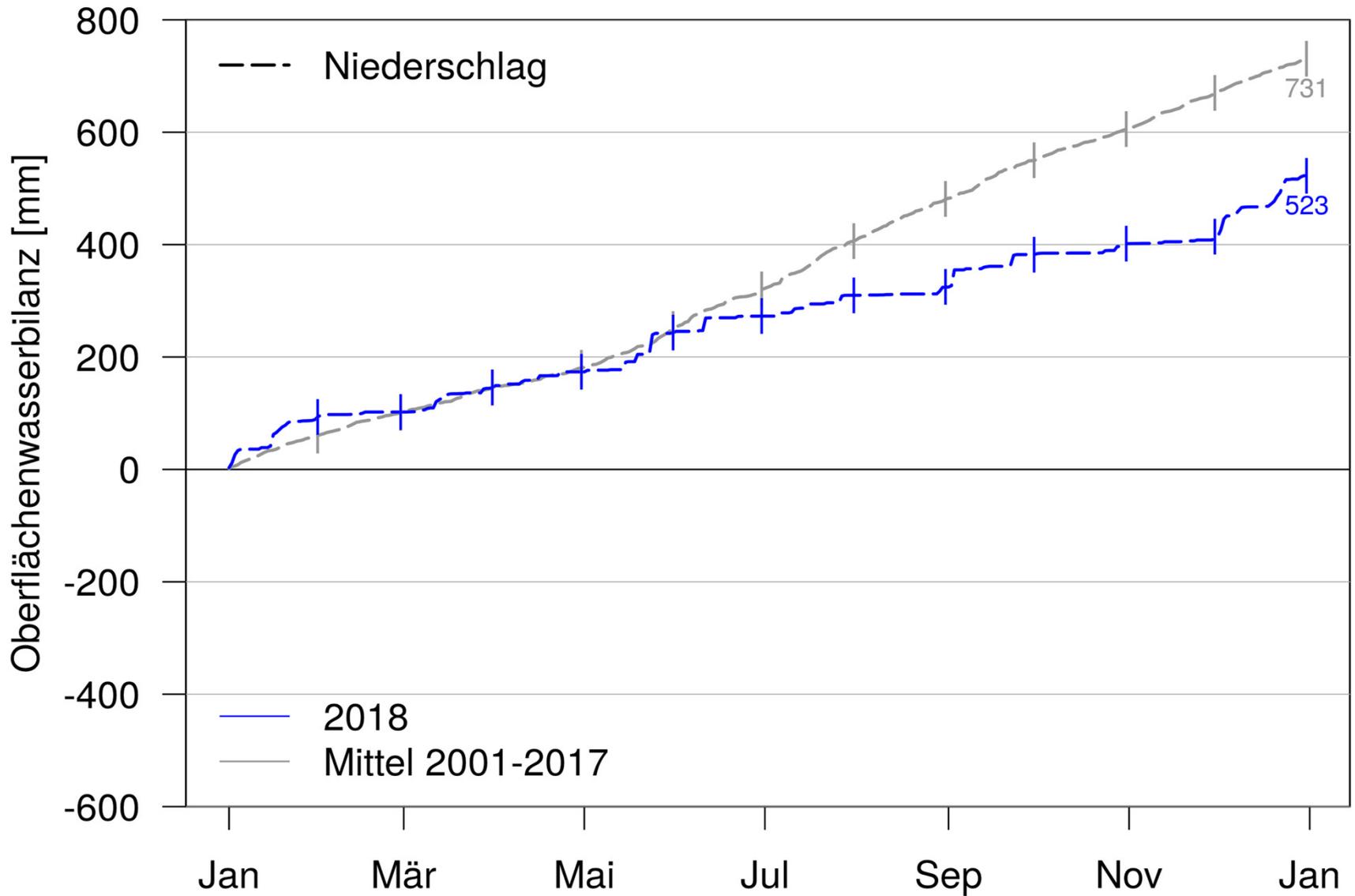


ÖBG Bayreuth: rel. Unterschied 2018 zum Mittel 1961-1990

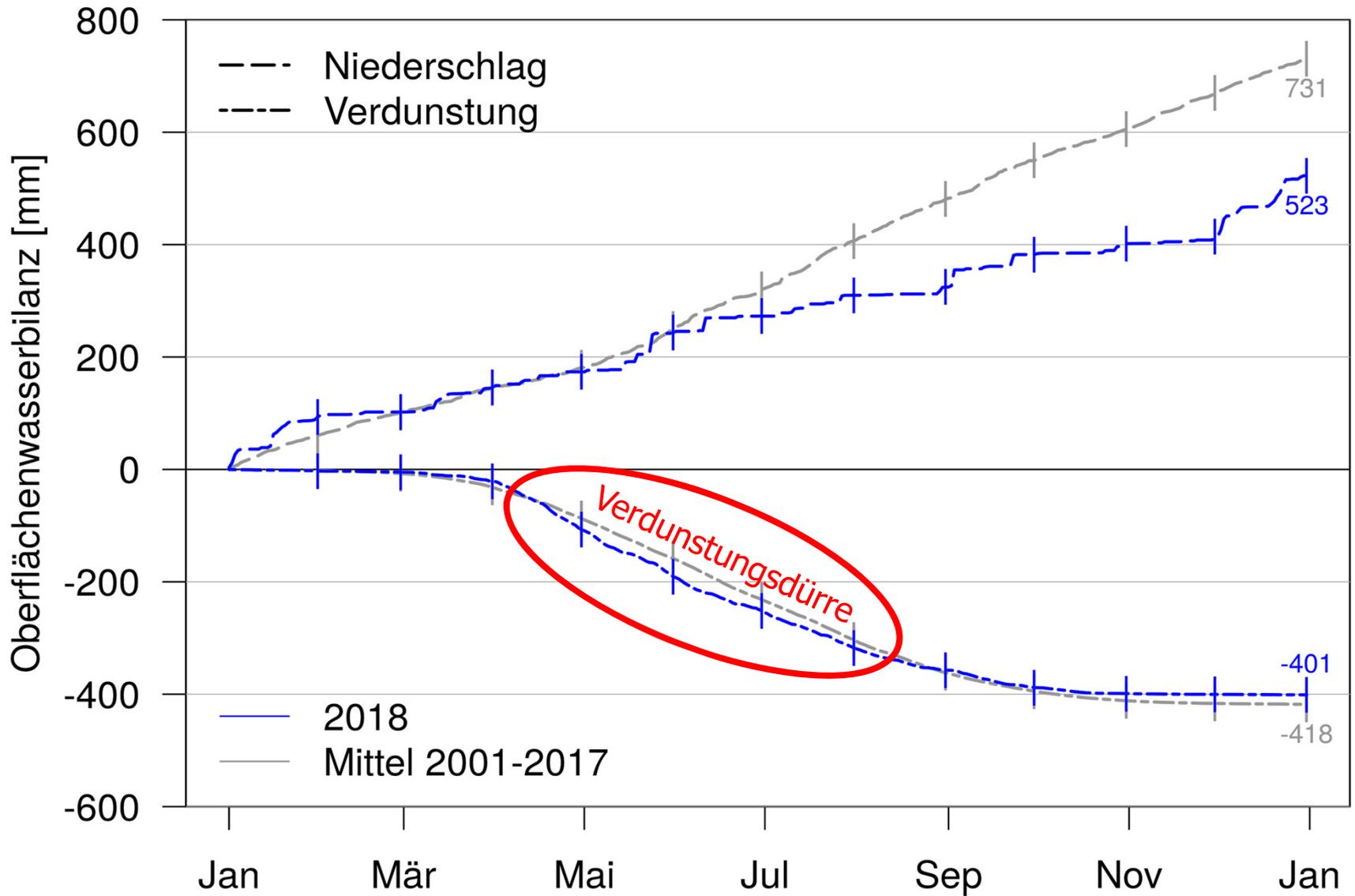
Jahressumme 2018: 523 mm || Abw. vom Mittel (710 mm) -26%



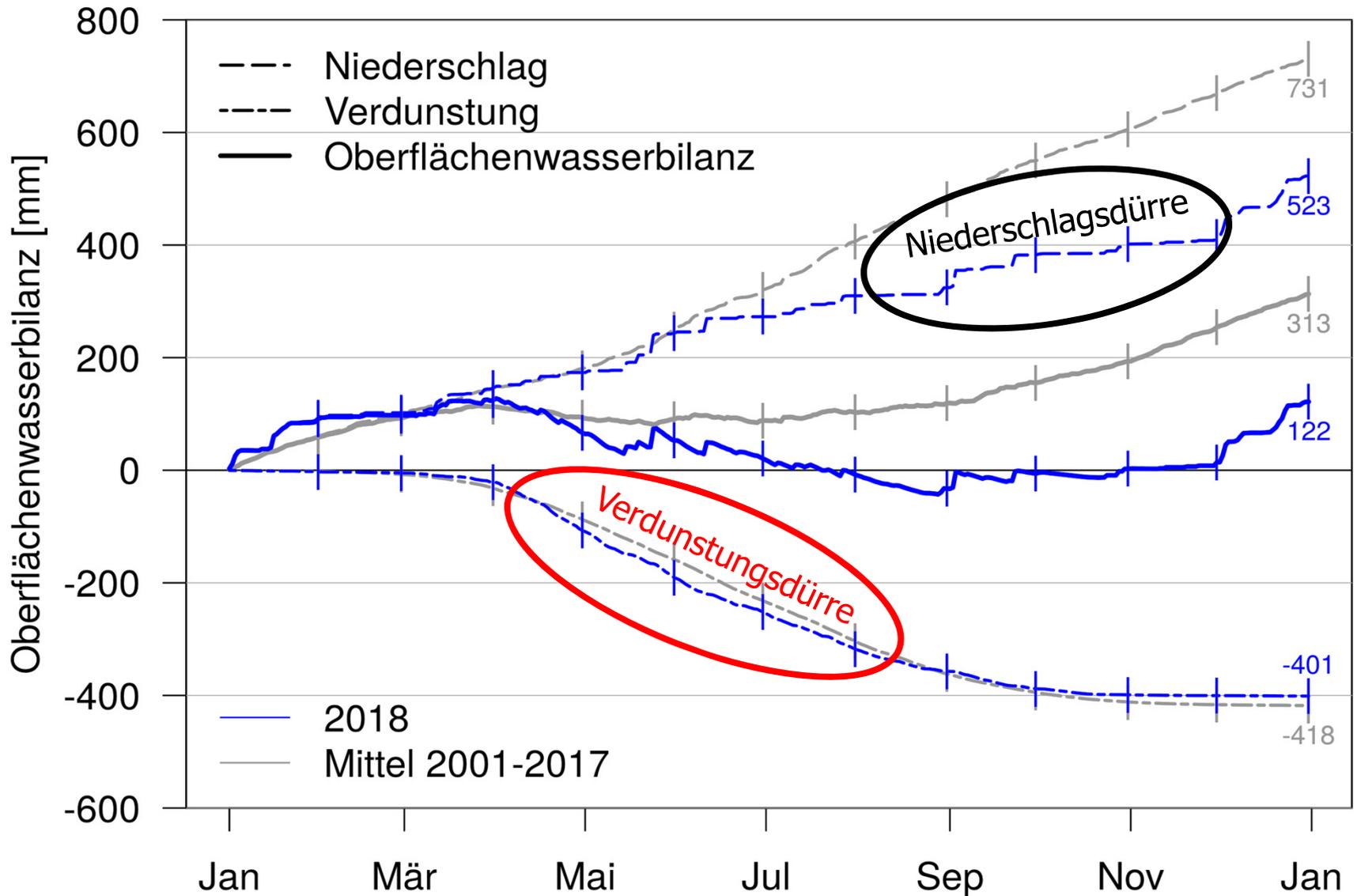
Oberflächenwasserbilanz für Bayreuth



Oberflächenwasserbilanz für Bayreuth



Oberflächenwasserbilanz für Bayreuth



Dürre 2018 – Was bedeutete das in Bayreuth?

- Die extrem warmen Monate April, Mai und August haben vor allem eine **Verdunstungsdürre** verursacht.
- Niedrige Niederschläge seit April führten erst im Spätsommer zu einer **Niederschlagsdürre**, als die Wasserbilanz negative wurde.
- **Dürre bedarf keinem geringeren Niederschlag, nur steigenden mittleren Temperaturen.** Diese sind eindeutig vorhanden.
- Das **Wasserdefizit** wurde erst im Dezember aufgehoben. **Übertragungseffekte** auf 2019 sind zu erwarten.
- Der Anteil von **Starkregen (53% → 82%)** und **Stärkstregen (27% → 56%)** im Mai & Juni 2018 war stark erhöht. Bodenerosion, Überflutung.
- Auch technisch **hoch entwickelte Länder sind sehr verletzlich gegenüber Dürre.** Die **Speicherung und Rückhalt von Wasser** in der Landschaft (Boden, Pflanzen), und zusätzlich in Zisternen muss gefördert werden.

Stadtklima in Bayreuth



Minimierung **Städtischer Klima-** und **OzonRisiken**

- Teil des Verbundprojekts Klimawandel und Gesundheit in Bayern
- Laufzeit 04/2018 bis 12/2020



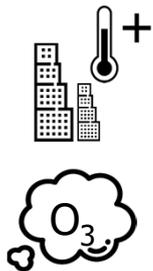
gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Gesundheit und Pflege



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Zentrale Fragestellung



Welche Veränderung des **urbanen Effekts**
(Überwärmung, Luftqualität Ozon, bioklimatische Stressoren)
ist in **mittelgroßen Städten Nordbayerns** durch den Klima- &
Gesellschaftswandel zu erwarten?



Zentrales Ziel



Verminderung o. Vermeidung des Wärmeeffekts und des Schadriskos
durch Luftschadstoffe in mittelgroßen Städten

Erarbeitung von **Handlungsempfehlungen** basierend auf Messungen &
Modellen - Stadt Bayreuth als **Modellstadt für Nordbayern**

Icons made
by Freepik from
www.flaticon.com

Zentrale Maßnahmen



Betrieb eigenes Messnetz

- **Dauerhafte**, kontinuierliche, standardisierte Registrierung des Wetters und Ozons an ausgesuchte Standorte im Stadtgebiet Bayreuths. Zeitlich 5-Minuten.
- **Einzigartig** in Bayern: Momentan 12 Wetterstationen, 1 Ozonstation
- **Fortlaufende** statistische **Datenauswertung** eigener und vorhandener Datensätze aus anderen städtischen Regionen in Nordbayern v. a. bzgl. **Großwetterlagen**.



Zusätzliche kurzzeitige Prozessstudien

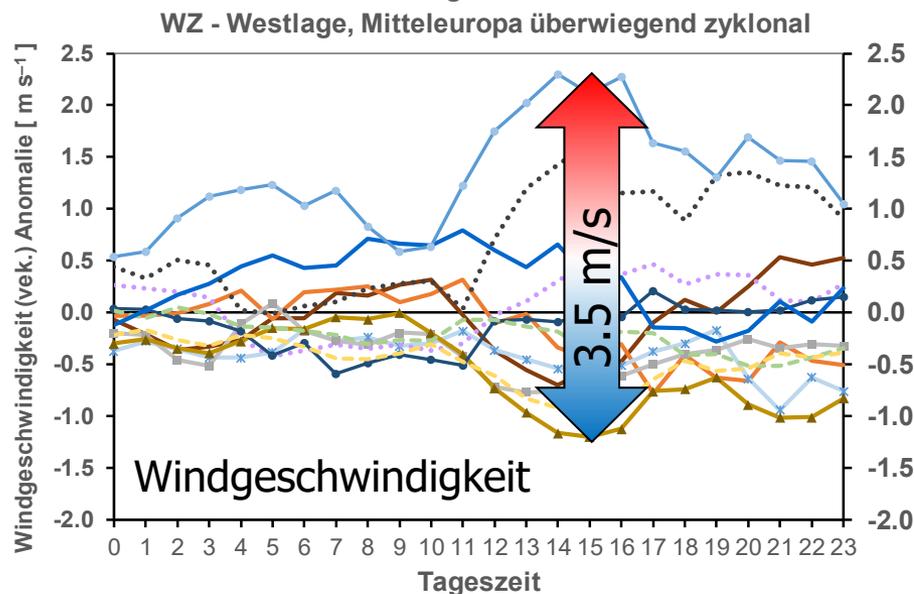
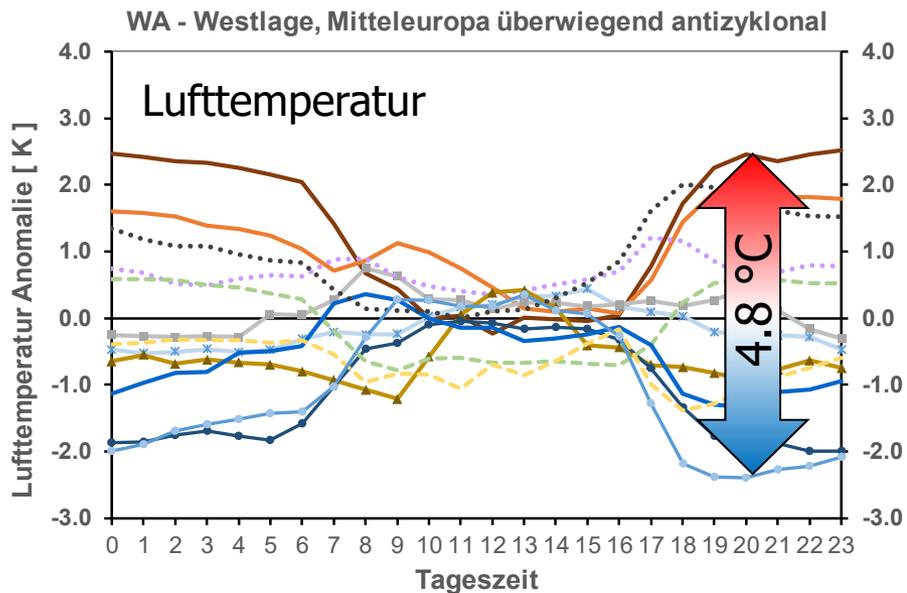
- verschiedene Interessensgebiete mit Hilfe fahrradgestützter mobile Messungen.
- Erfassung **biometeorologischer Elemente** (z.B. Strahlungstemperatur, Windströmung) und Ozon und Stickoxide entlang relevanter Routen im Stadtgebiet.



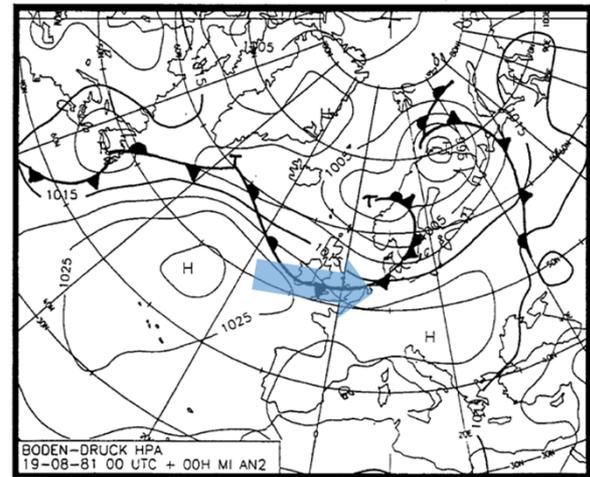
Icons
Webdings

Numerische Computermodellierung

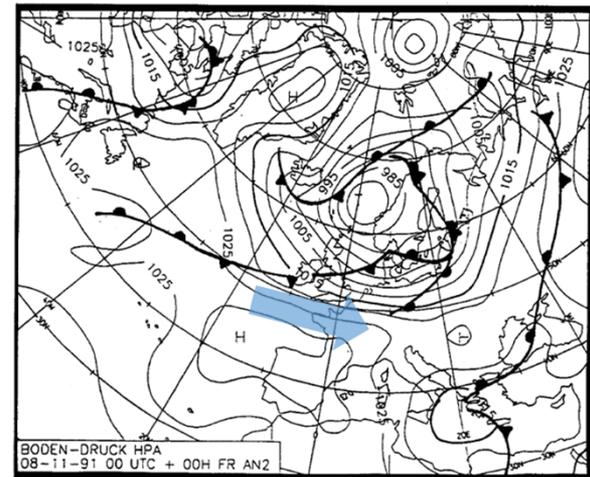
- gestützt auf biophysikalische Prozesse: thermisch/hygrische Stresseffekte, Ozonbildungspotential, **Straffaktoren** in urbanen Gebieten.
- Simulationen von möglichen Planungsvorhaben, Simulationen für bestimmte **Witterungslagen** und für mögliche künftige **Klimaszenarien (RCP)**.



- # 1 Markt
- # 2 Kämmerei
- # 3 St.Georgen
- # 4 Altstadt
- # 5 Birken
- # 6 Spinnerei
- # 7 Pegel
- # 8 Mistel
- # 9 Hofgarten
- # 10 Wilh.Aue
- # 11 Röhrensee
- # 12 Karstadt Dach
- ÖBG



WA



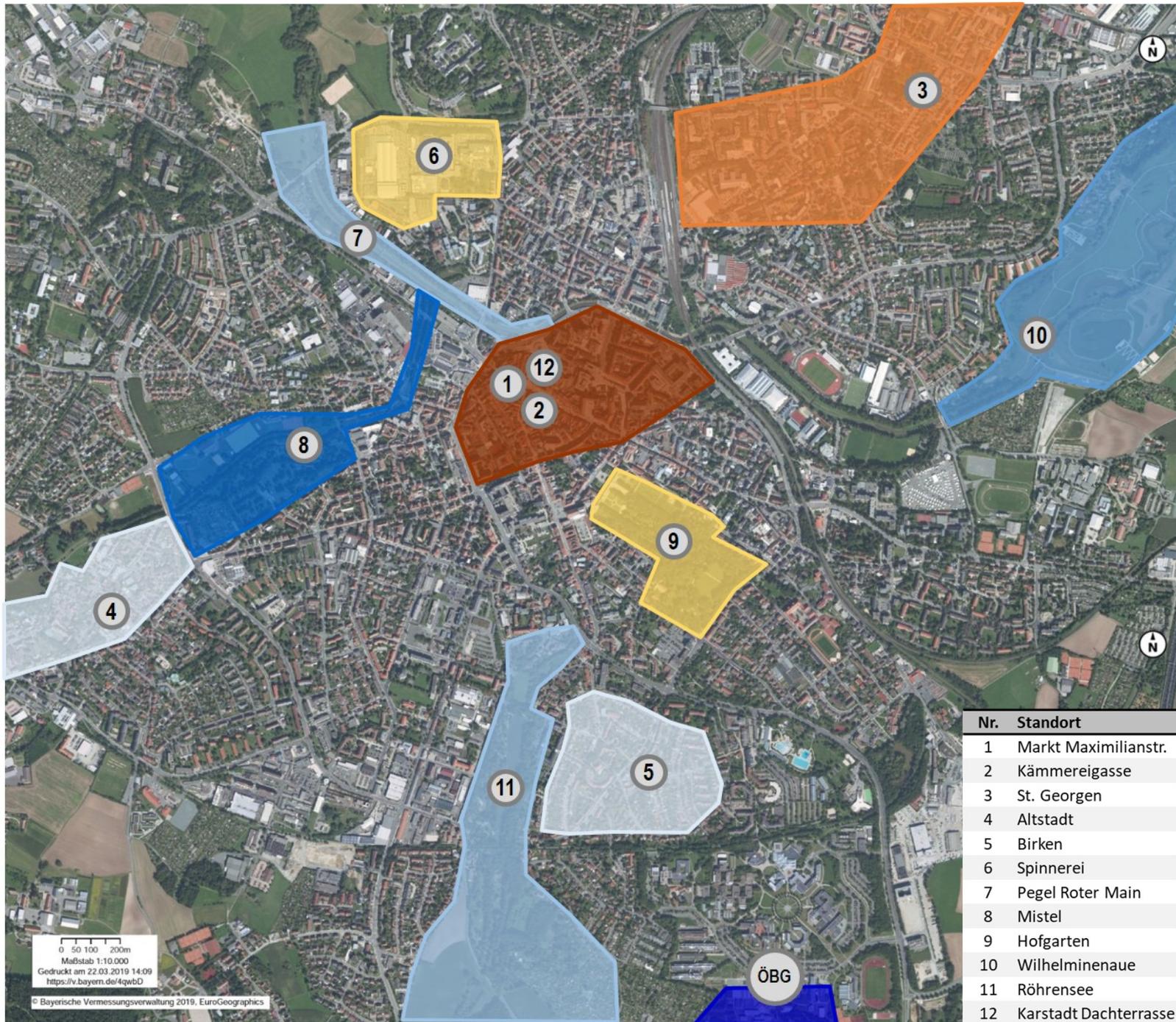
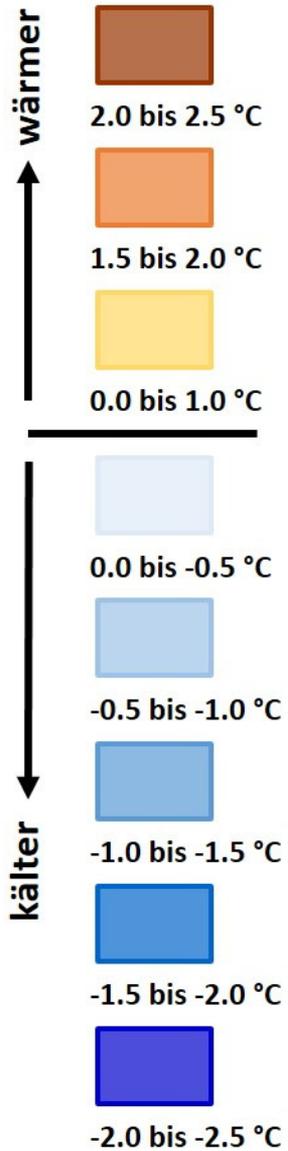
WZ

verändert nach: Gerstengarbe und Werner, 2010. Katalog der Großwetterlagen Europas (1881–2009), PIK Report Nr. 119

Großwetterlagen: Beispiel starke Differenzierung

Biometeorologischer Elemente & entsprechende Großwetterlage, Herbst 2018. Abweichung jeder Einzelstation vom Durchschnitt über alle Stationen für Lufttemperatur & Windgeschwindigkeit (vektoriell gemittelt). Absolute Luftfeuchte als gemessene Werte.

Lufttemperatur

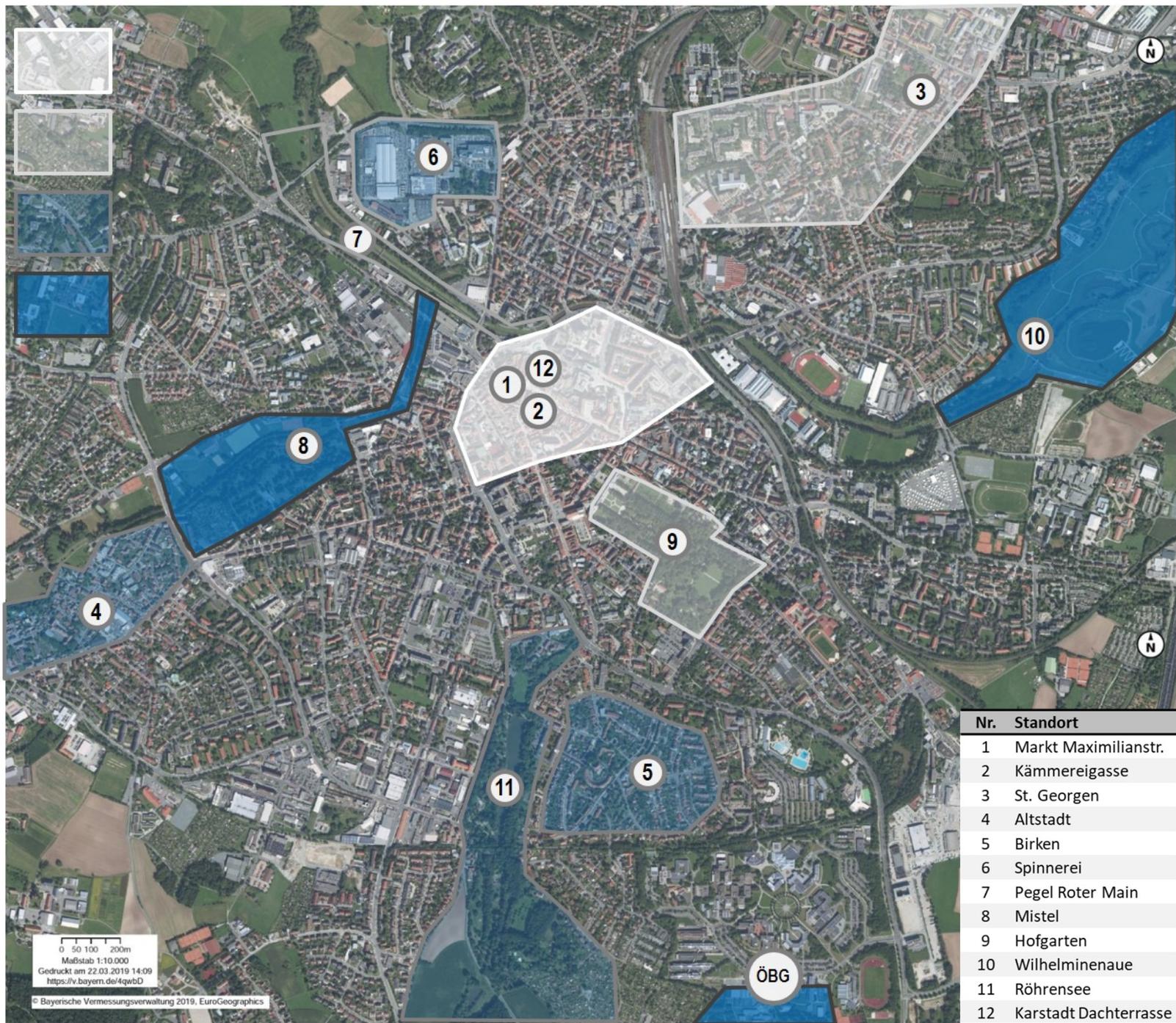


niedriger



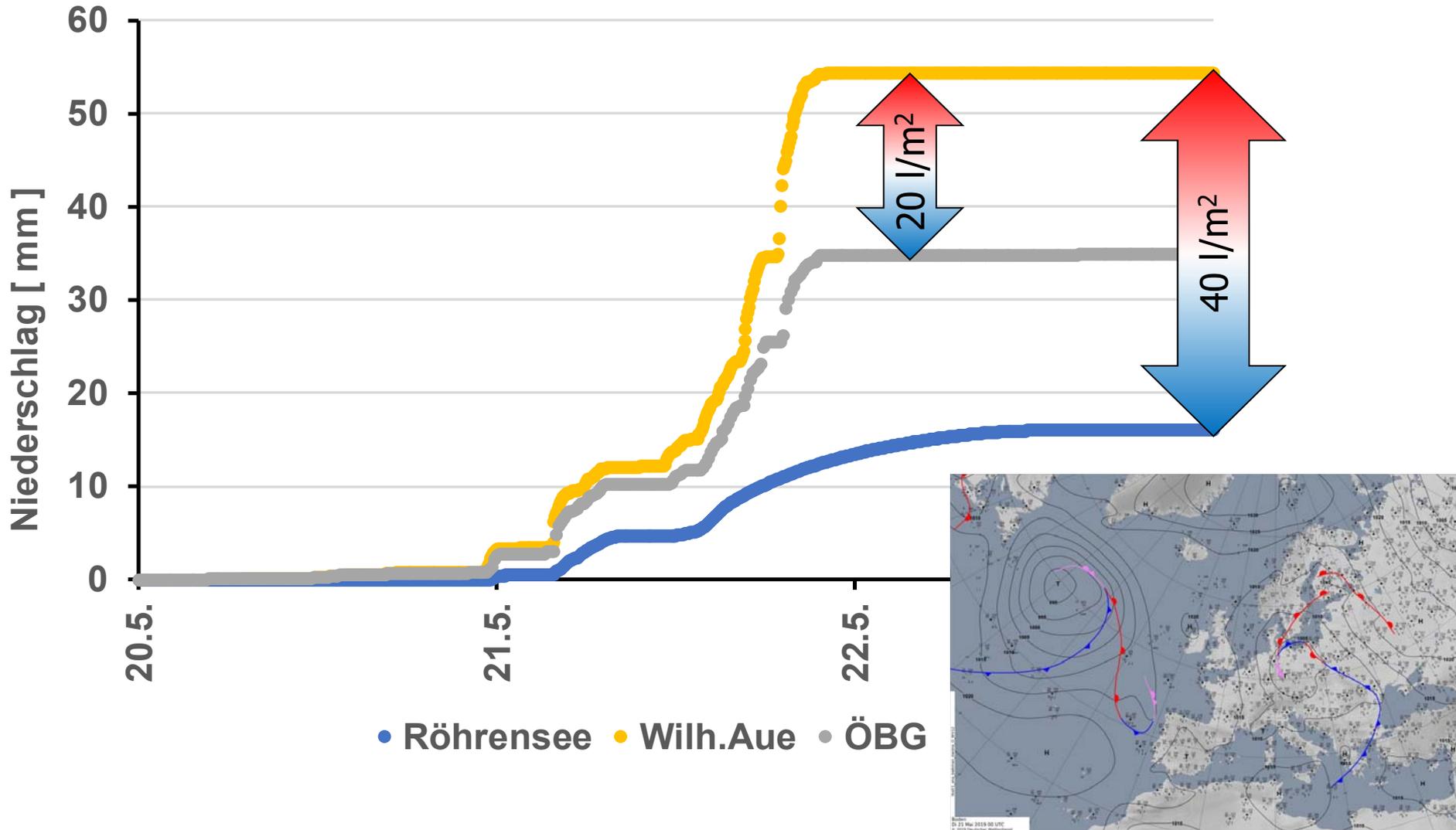
hoch

Ähnlichkeit
der
Mikro-
klimate
der Stadt



Starkniederschlag innerhalb der Stadt

Konvektiver Niederschlag, Hochdruck über Britische Inseln, Gewitter am 21. Mai 2019

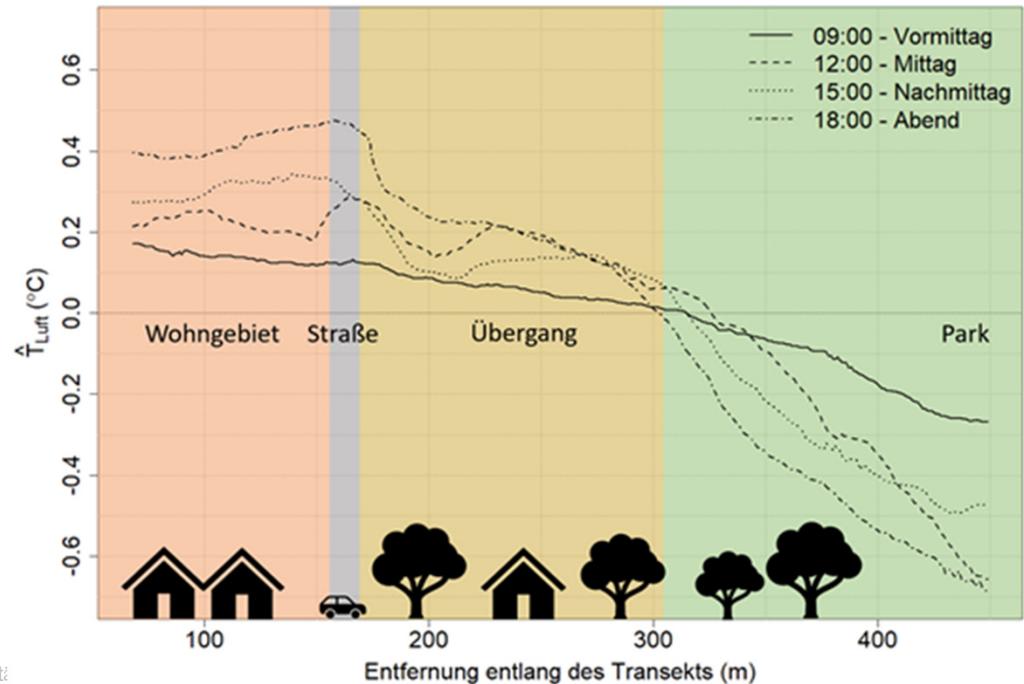
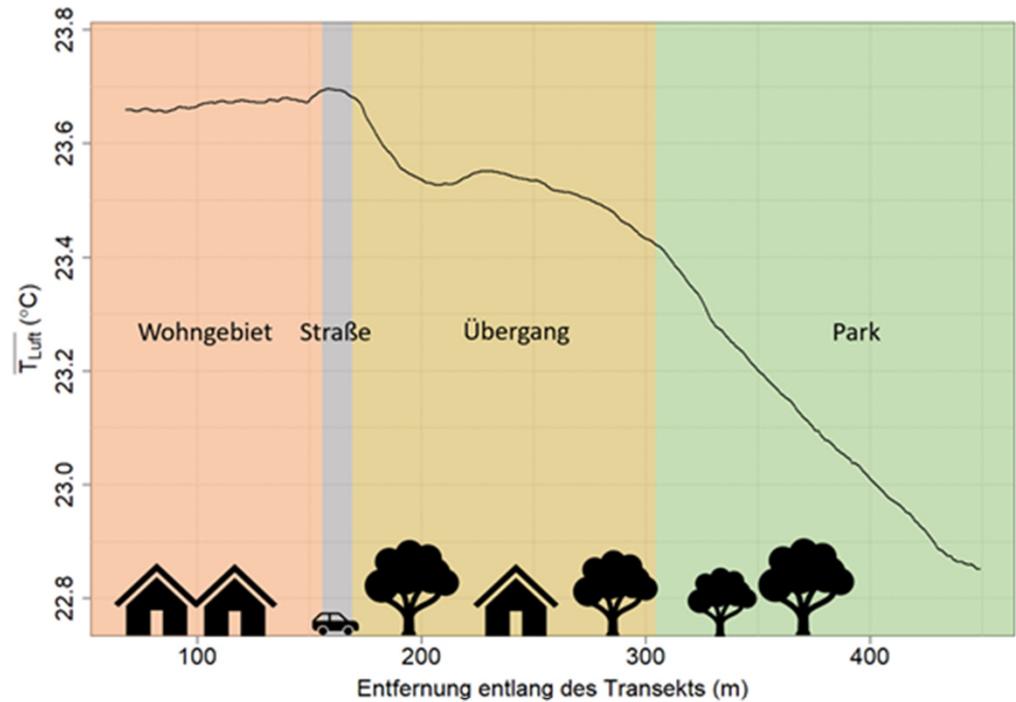


Räumlicher Verlauf der Lufttemperatur vom Startpunkt Wohngebiet (GMG) bis zum Parkzentrum Hofgarten, 500 m Messstrecke.

Mittel über 3 Beobachtungstage.

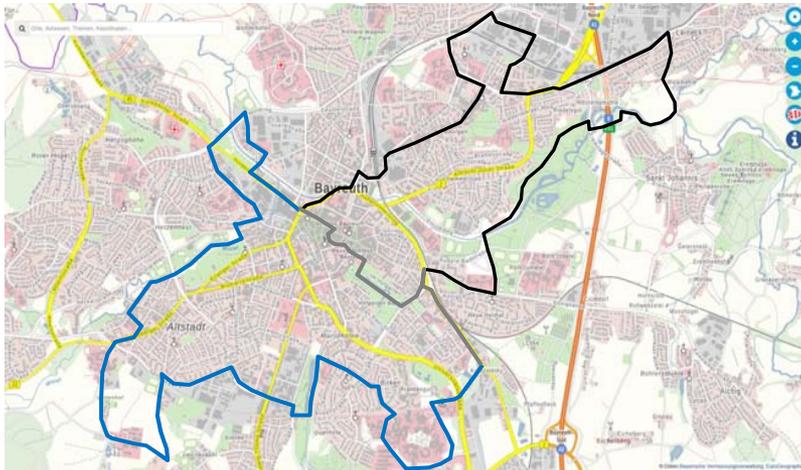


Vergleich der Lufttemperaturunterschiede zu verschiedenen Tageszeiten, Mittel über 3 Beobachtungstage.

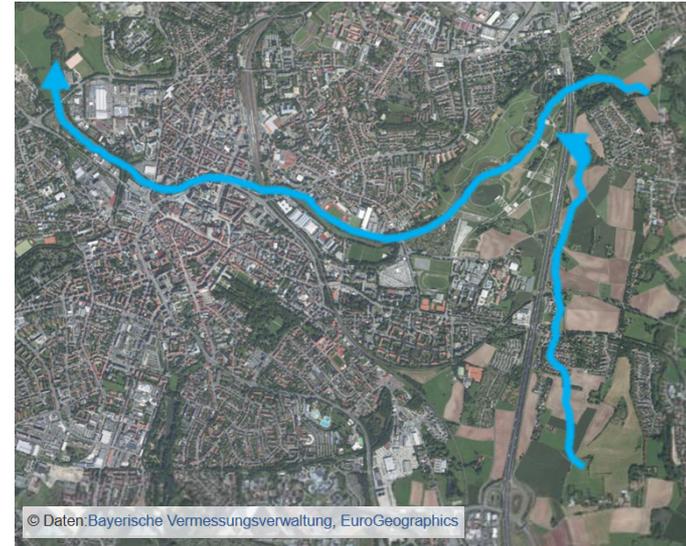


Nächste Schritte

Mobile Ozon- und Stickoxidmessungen



Prozessstudie **Stadtklimawirksamkeit** Roter Main und Eichelberg



Stadtluftsimulation mit PALM-4U



Institute of Meteorology and Climatology (IMUK),
Leibniz Universität Hannover, Germany

Echtzeitdatendisplay am Roten Häuschen



Foto: J. Lüers

MiSKOR – Erste Ergebnisse fürs Stadtklima in Bayreuth

- Die **urbane Wärmeinsel in Bayreuth ist genauso hoch wie in Großstädten**. Gründe sind deutliche Verdichtung und die Tallage. Die urbanen Effekte sind stark **wetterlagenabhängig**.
- Das Mikroklima in begrünten, wasserreichen Stadtteilen ist deutlich kühler und die relative Feuchte höher. Der **Mistelbach, Röhrensee und Ökologisch Botanischer Garten** sind die **kühlsten Finger** im Stadtgebiet. Diese müssen erhalten bleiben, wenn nachhaltig ein **innerstädtisches kühles Klima erhalten werden soll**.
- Der **Hofgarten ist aufgrund seiner Innenstadtlage keine nennenswerte Kälteinsel**. **St. Georgen ist** aufgrund der dichten Bebauung, der leicht erhöhten Lage und des dunklen Straßenpflasters **sehr warm**.
- **Innerstädtische Nachverdichtung in Birken, Altstadt ist problematisch**. Dichte Bebauung verhindert zudem Durchlüftung und Kaltluftzufuhr.
- **Jede versiegelte, dunkle Fläche erzeugt eine messbare Erwärmung**. **Bepflanzung bringt Kühlung, benötigt aber Wasser**.
- **Vorschlag eines Beratungsgremiums zur nachhaltigen Klimaentwicklung in der Stadt BT**