

Kaltluftströmungen in der Raumplanung - Modelle und Werkzeuge

Dr. rer. nat. Rowell Hagemann
Lohmeyer GmbH – NL Bochum

Auswirkungen von Kaltluftströmungen auf Siedlungsgebiete

- Belüftung und Abkühlung von thermisch belasteter Siedlungsräumen
 - Besonders relevant im Hinblick auf zukünftiges Klima
- Auch: Belüftung schadstoffbelasteter Gebiete (bei Kaltluft aus Reinluftgebieten)
 - Achtung: Kaltluft kann auch „verunreinigen“!

→ Große Bedeutung für städtebauliche Entwicklungen

- Klimawandel: zukünftige Entwicklung?

Übergeordnete Kaltluftdynamik in der Regel bekannt

- Landesweite Kaltluftsimulationen, z.B. LANUK, RVR, LfU Bayern, LUBW
 - Informationen zu sensiblen/schützenswerten Bereichen (z.B. Einwirkbereiche, Entstehungsflächen, Kaltluftleitbahnen, etc.)
- Oftmals eingeschränkte Anwendungsmöglichkeiten bei städtebaulichen Vorhaben
 - Landesweite Simulationen basieren auf relativ groben Raster
- **Detailliertere Auswirkungsanalysen erfordern weitergehende Untersuchungen**

„Flachwassermodele“

- **Vereinfachte Betrachtung der Atmosphäre**
 - KALM, KLAM_21
- **Gravitativ bedingte Kaltluftströme (Hangabwinde)**
- **Homogen gerichtete Strömungen**

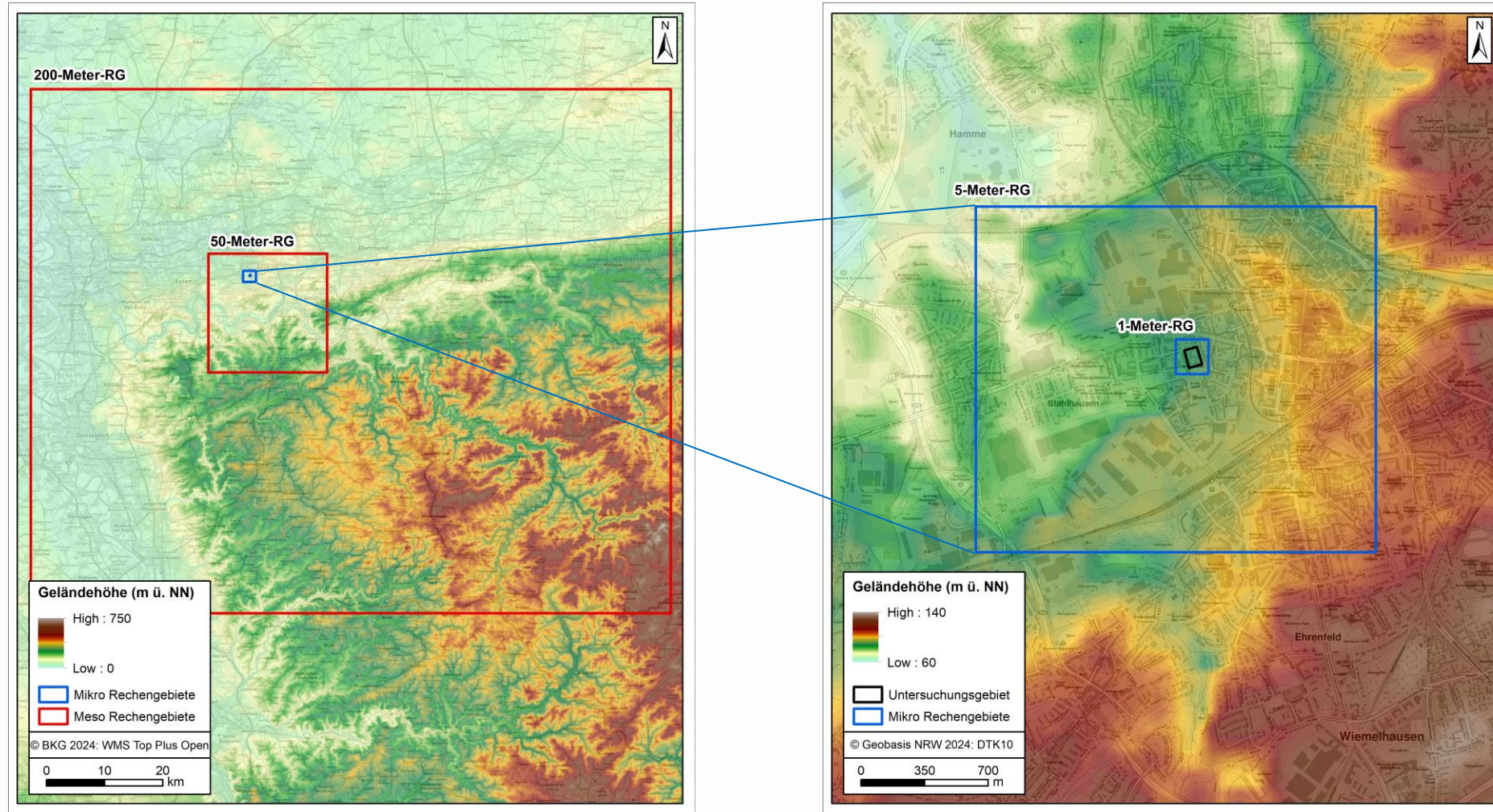
Grenzen von „Flachwassermodellen“

- **Thermisch bedingte Ausgleichströmungen (Flurwinde)**
- **„steiles“ Gelände**
- **„komplexe“ Kaltluftströmungen (höhenabhängige Windrichtungen)**
- **Strömungshindernisse (Gebäude)**

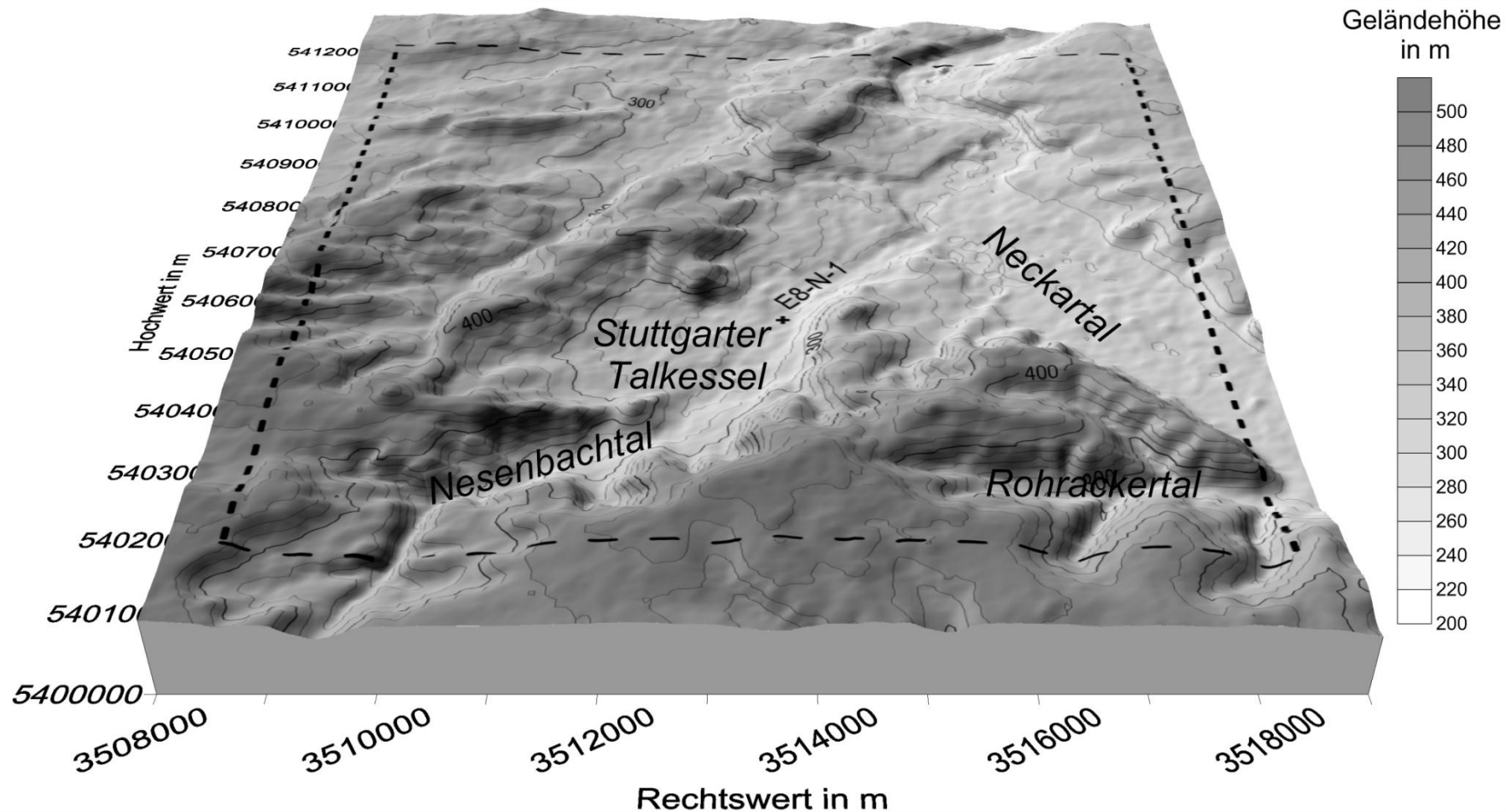
„Prognostische Modelle“

- **Detaillierte Betrachtung der Atmosphäre**
 - FITNAH, PROWIMO, ENVIMET, PALM-4U
- **Mesoskalige Modelle**
 - Relief, Landnutzung, keine detaillierte Berücksichtigung von Gebäuden
 - Umfassende Untersuchungsgebiete
- **Mikrokalige Modelle**
 - zusätzliche detaillierte Berücksichtigung von Gebäuden (und „hoher“ Vegetation)
 - Kleinräumige Untersuchungsgebiete

Nesting- bzw. Downscaling-Funktion des PALM-Modells

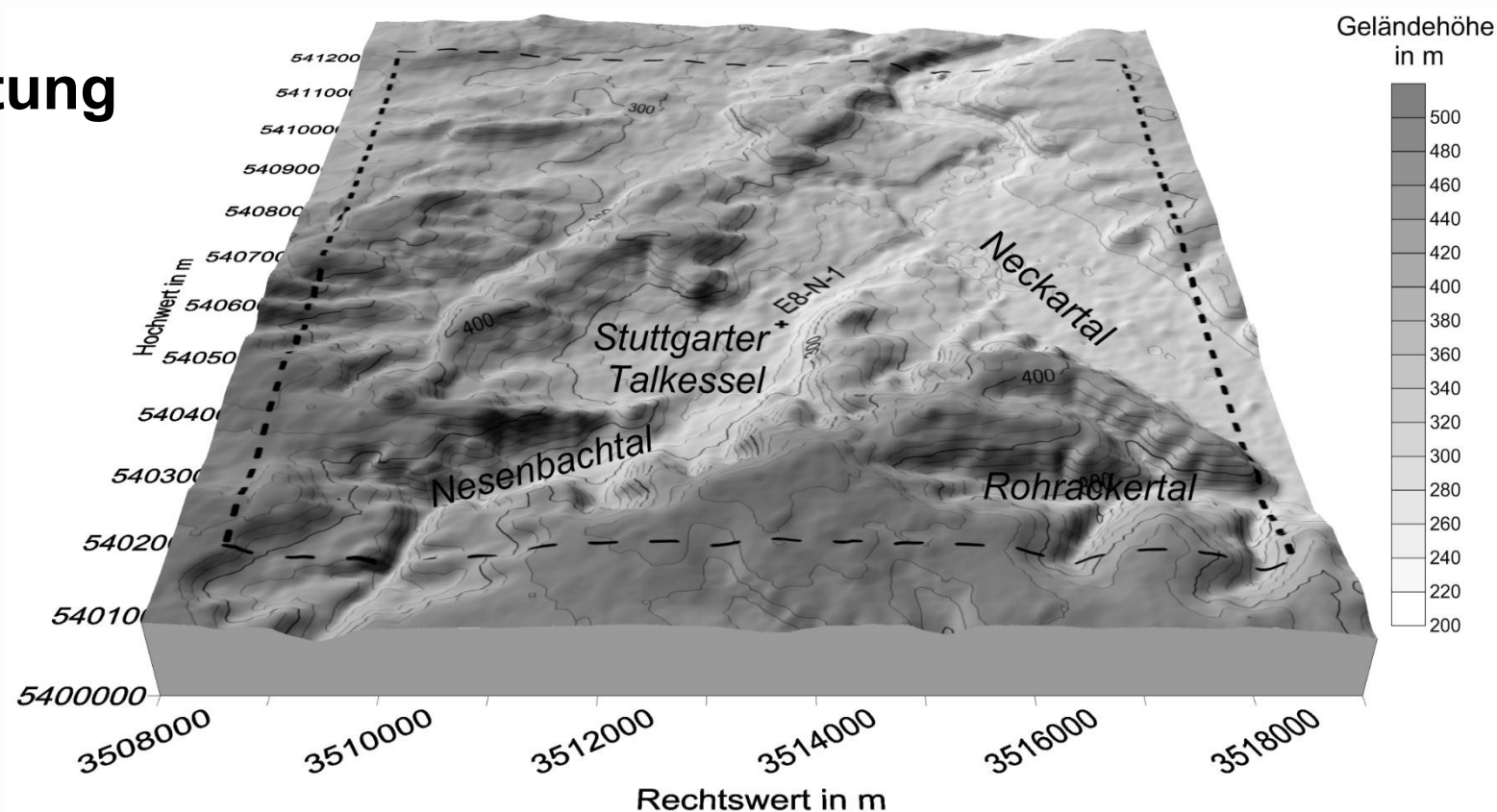


VDI 3783 Blatt 7 Testfall E8 „Stuttgarter Talkessel“



Fesselballon am Planetarium (E8-N-1) um 22 Uhr

- **Höhenabhängige Windrichtung**
- **0m-100m:**
Kaltluft aus südlichen bis südwestlichen Richtungen
- **>100m:**
übergeordneter Wind aus östlichen Richtungen

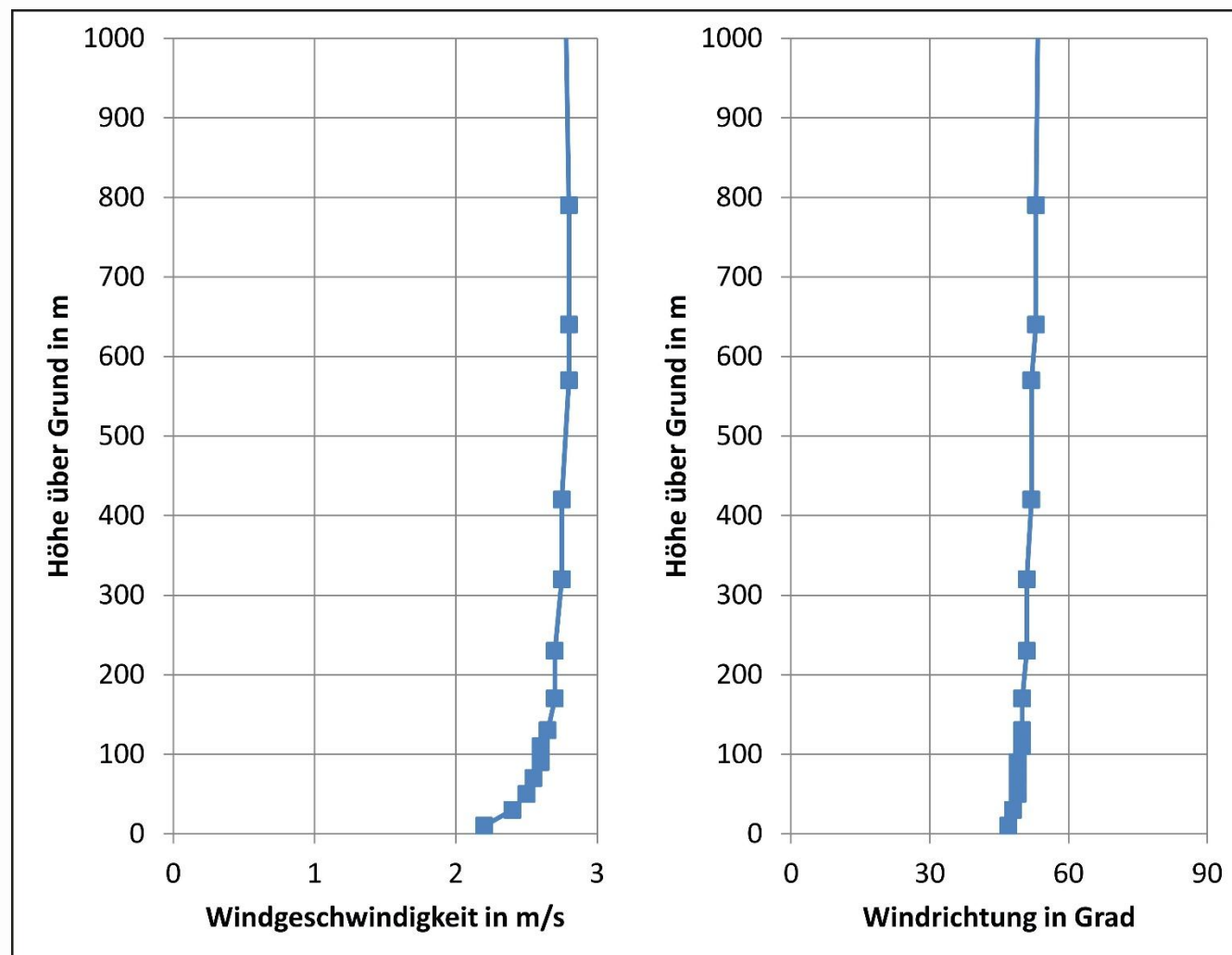


- **Nesting-Verfahren**

- 1. 40 km x 40 km
200 m horizontal
- 2. 20 km x 20 km
100 m horizontal
- Start: 17:30 Uhr
(2,5 h vor Sonnenuntergang)

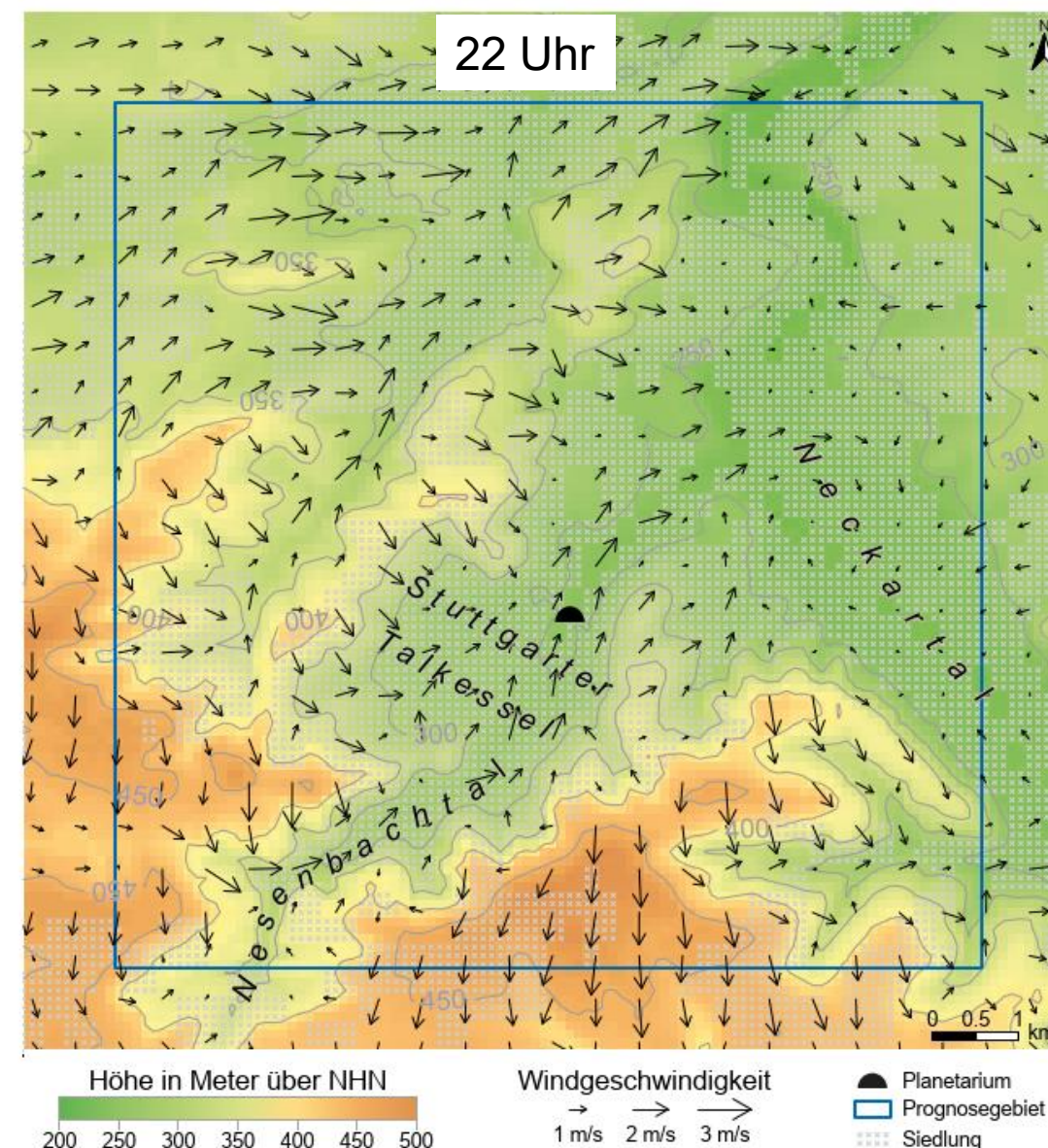
→ Vorgaben der Richtlinie

Anfangsbedingungen



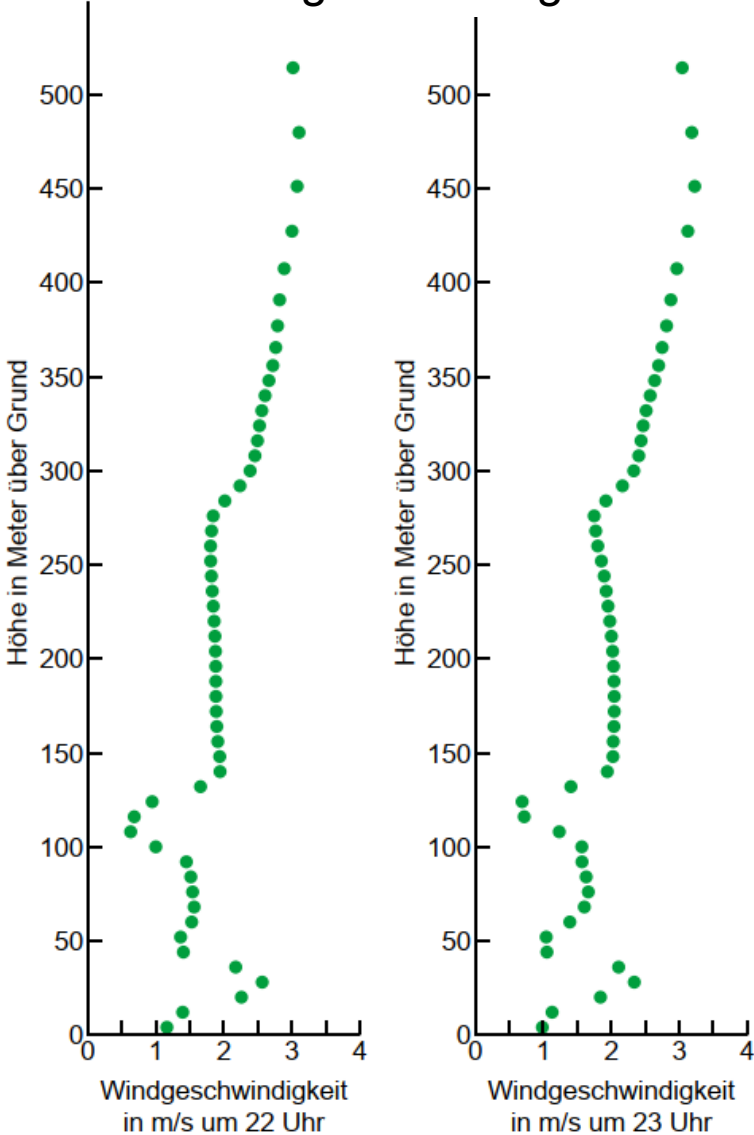
- **Nesting-Verfahren**
- 1. 40 km x 40 km
200 m horizontal
- 2. 20 km x 20 km
100 m horizontal
- Start: 17:30 Uhr
(2,5 h vor Sonnenuntergang)

→ Vorgaben der Richtlinie

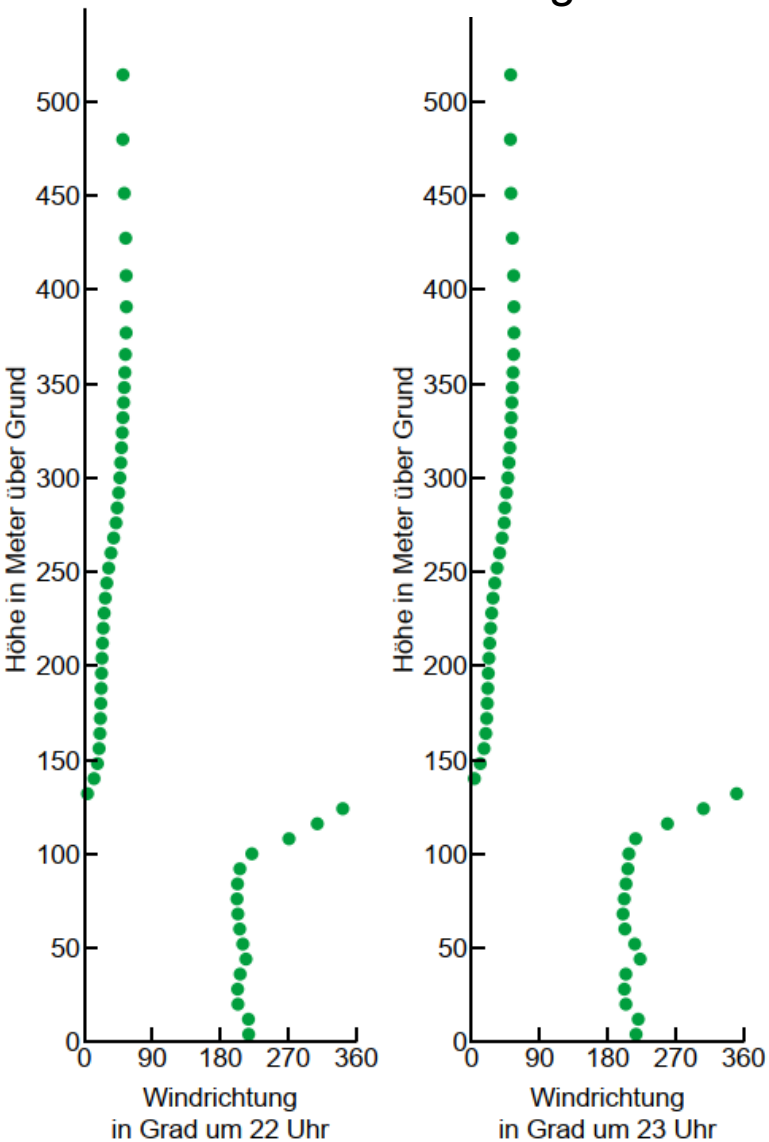




Windgeschwindigkeit



Windrichtung

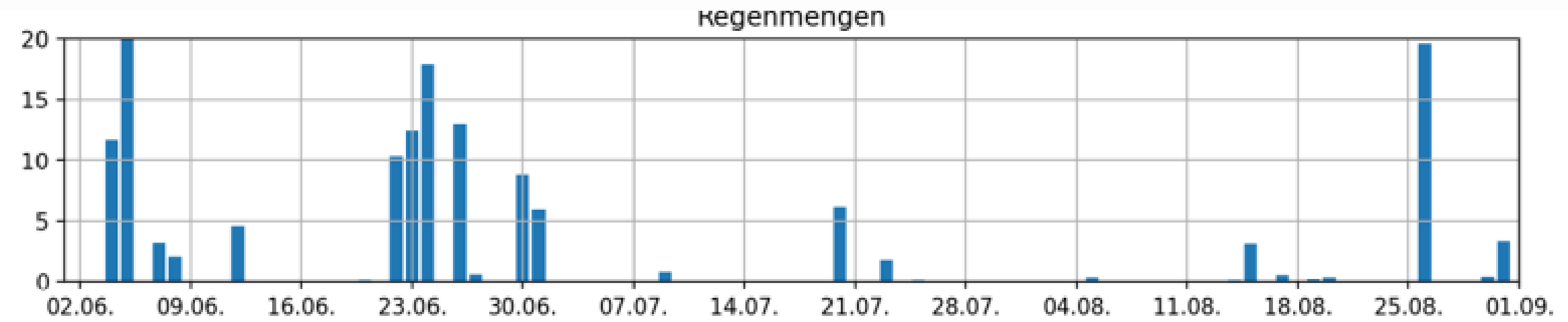


	Messung	Erlaubter Wertebereich	Simulation
Vertikale Mächtigkeit der Kaltluftschicht in m	95 bis 110	85 bis 160	112
Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3/(\text{m s})$	134 bis 176	90 bis 195	171
Richtung der Kaltluftströmung zwischen 25 m und 65 m in Grad		174 bis 221	207

Vergl. PROWIMO

	Messung	Erlaubter Wertebereich	Simulation
Vertikale Mächtigkeit der Kaltluftschicht in m	95 bis 110	85 bis 160	133
Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3/(\text{m s})$	134 bis 176	90 bis 195	180
Richtung der Kaltluftströmung zwischen 25 m und 65 m in Grad		174 bis 221	208

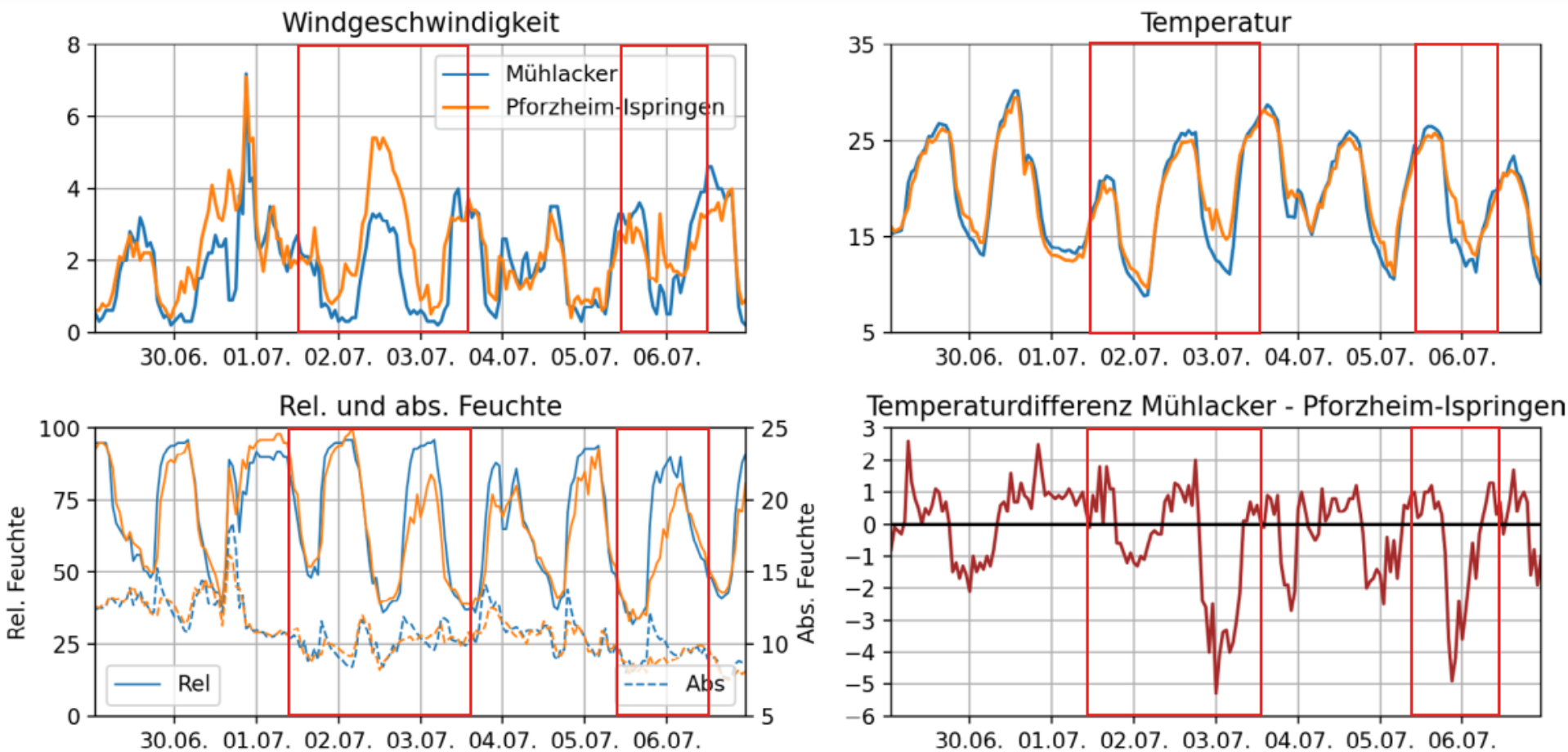
Klimawandel: häufigeres Auftreten von trockenen Hitzeperioden



(Mühlacker 2022, nördl. Schwarzwald, bei Pforzheim)

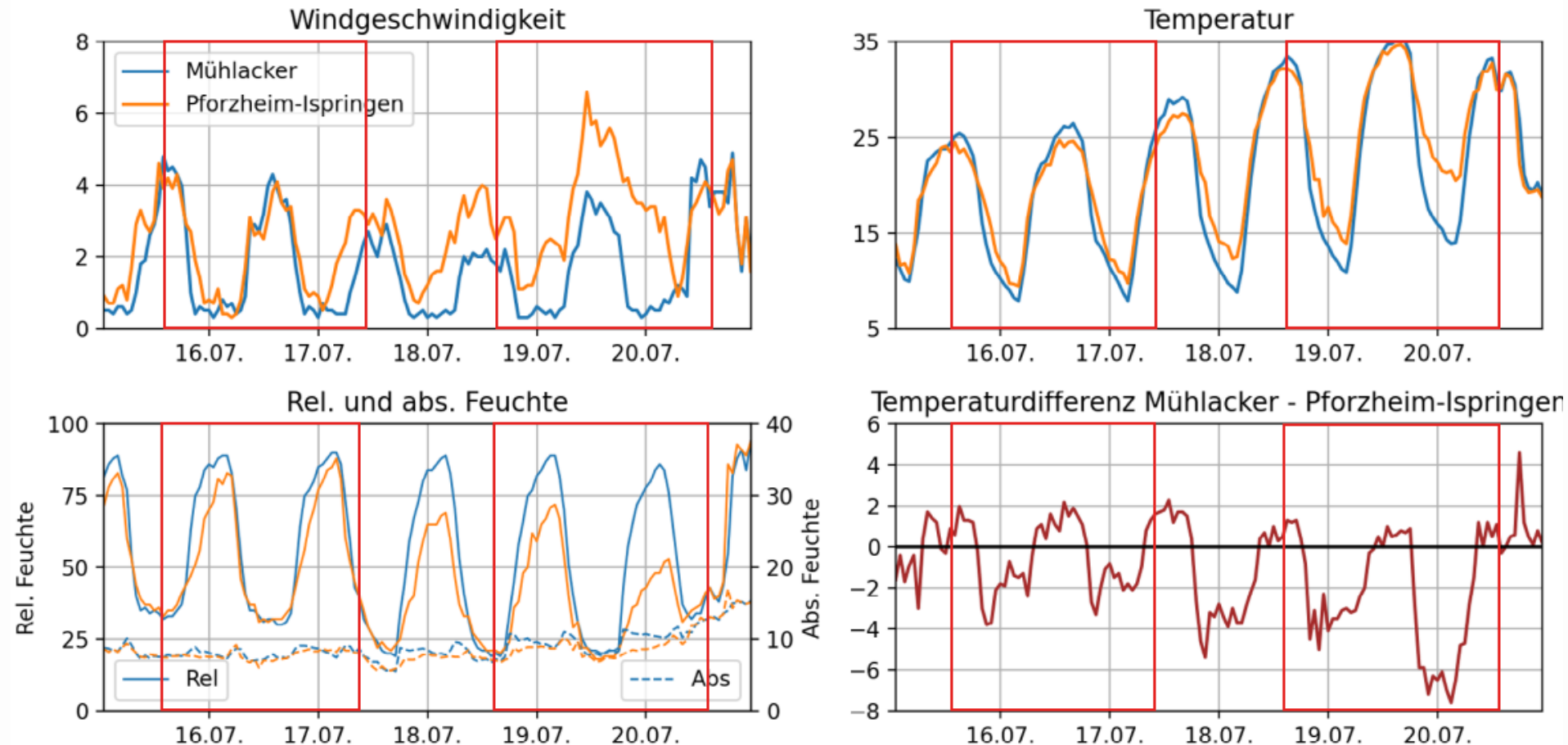
Beginn der Trockenperiode

Pforzheim-Ispringen: Kuppenlage
Mühlacker: Muldenlage



Nach 2 Wochen Trockenperiode

Pforzheim-Ispringen: Kuppenlage
Mühlacker: Muldenlage



- **PALM-4U ist ein geeignetes Werkzeug zur Modellierung von Kaltluftströmungen**
 - Erfolgreiche Validierung nach VDI 3783 Blatt 7
- **PALM-4U ist vielfältig bei städtebaulichen Fragestellung einsetzbar**
 - Mesoskala & Mikroskala
- **Kaltluftströmungen auch zukünftig relevant**
 - Oder sogar noch mehr?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. rer. nat. Rowell Hagemann
Lohmeyer GmbH, Niederlassung Bochum
Wasserstraße 223, 44799 Bochum

Tel.: + 49 (0)234 516685 12
E-Mail: rowell.hagemann@lohmeyer.de
Web: <https://www.lohmeyer.de>