



Monitoring der hitzebedingten Mortalität und Morbidität im Land Brandenburg

PD Dr. Holger Leerhoff 

7. Treffen des Zentralen Netzwerks Hitzeschutz: HAP Brandenburg

12.06.2026

Agenda

- 1. Meteorologische Daten**
- 2. Hitzebedingte Mortalität**
- 3. Hitzebedingte Morbidität**
- 4. Regionalisierbarkeit der Ergebnisse**

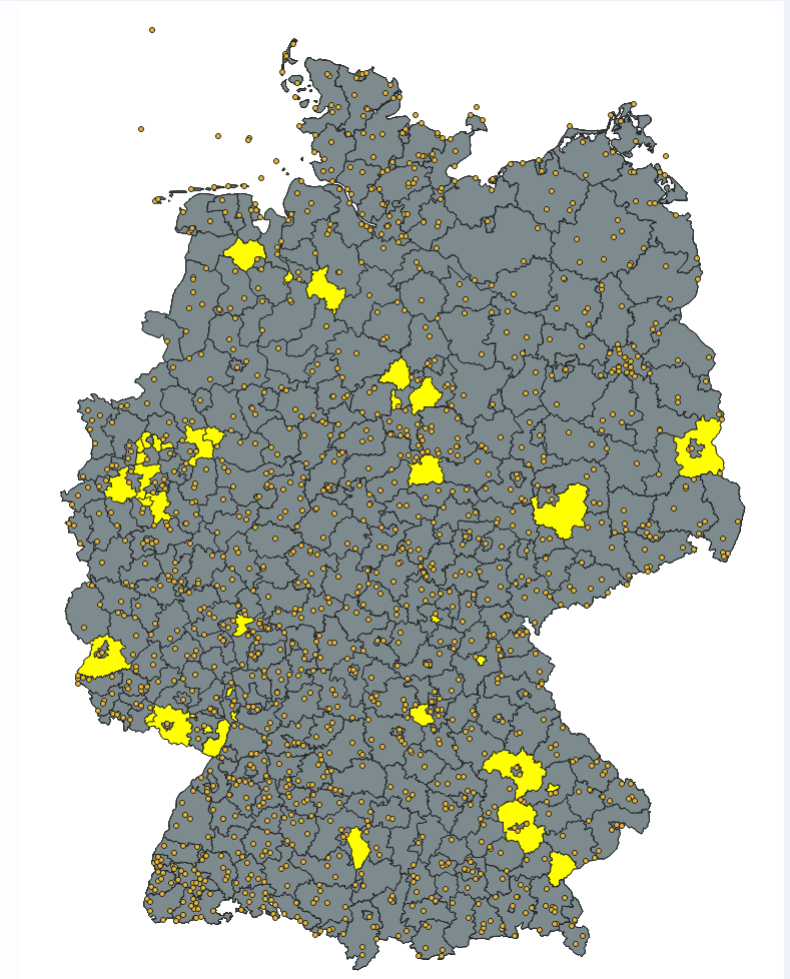
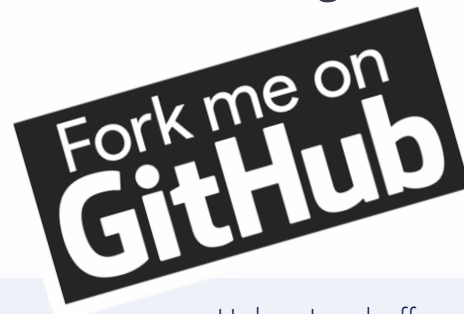


1

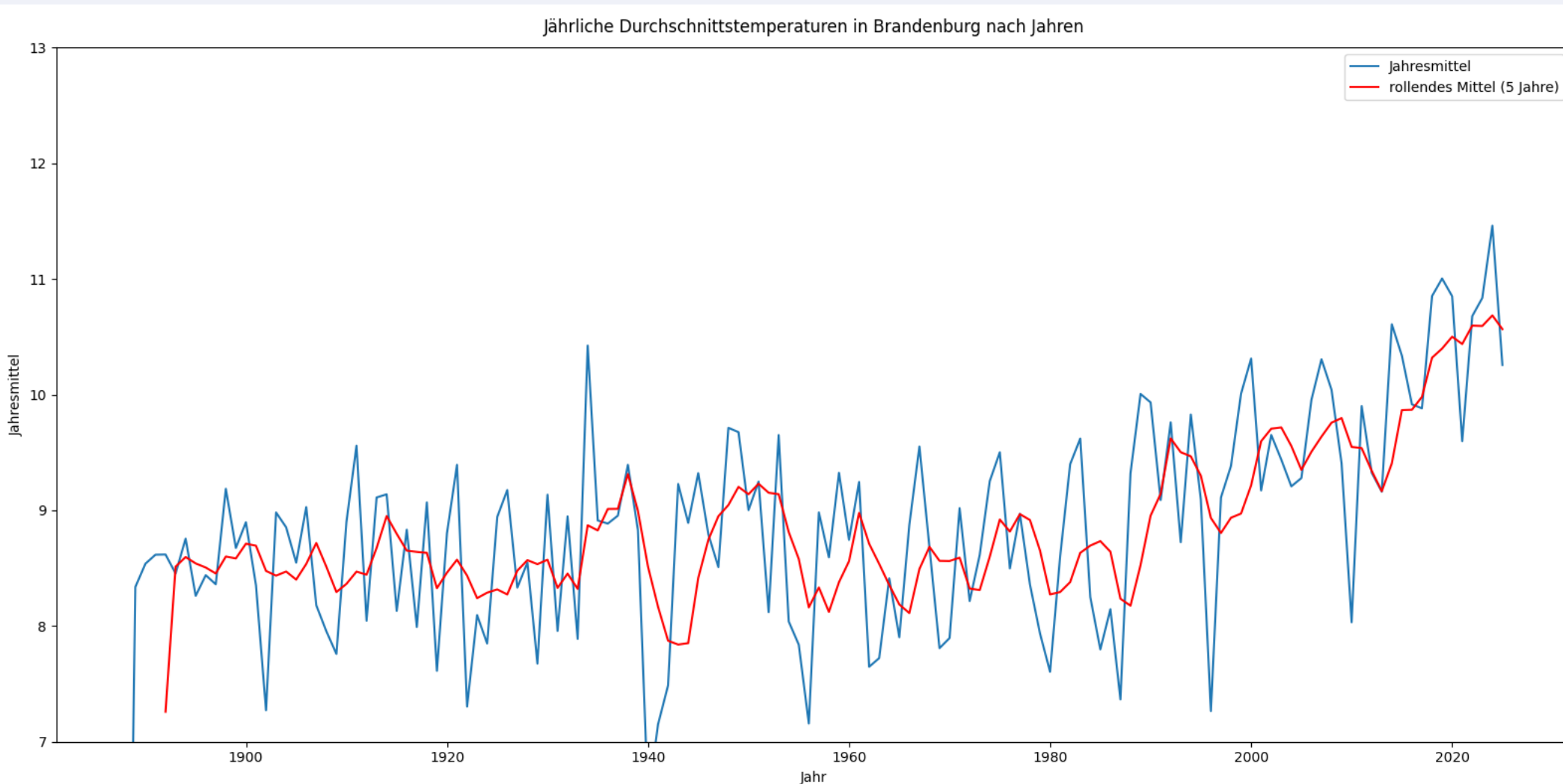
Meteorologische Daten

Bezug meteorologischer Daten

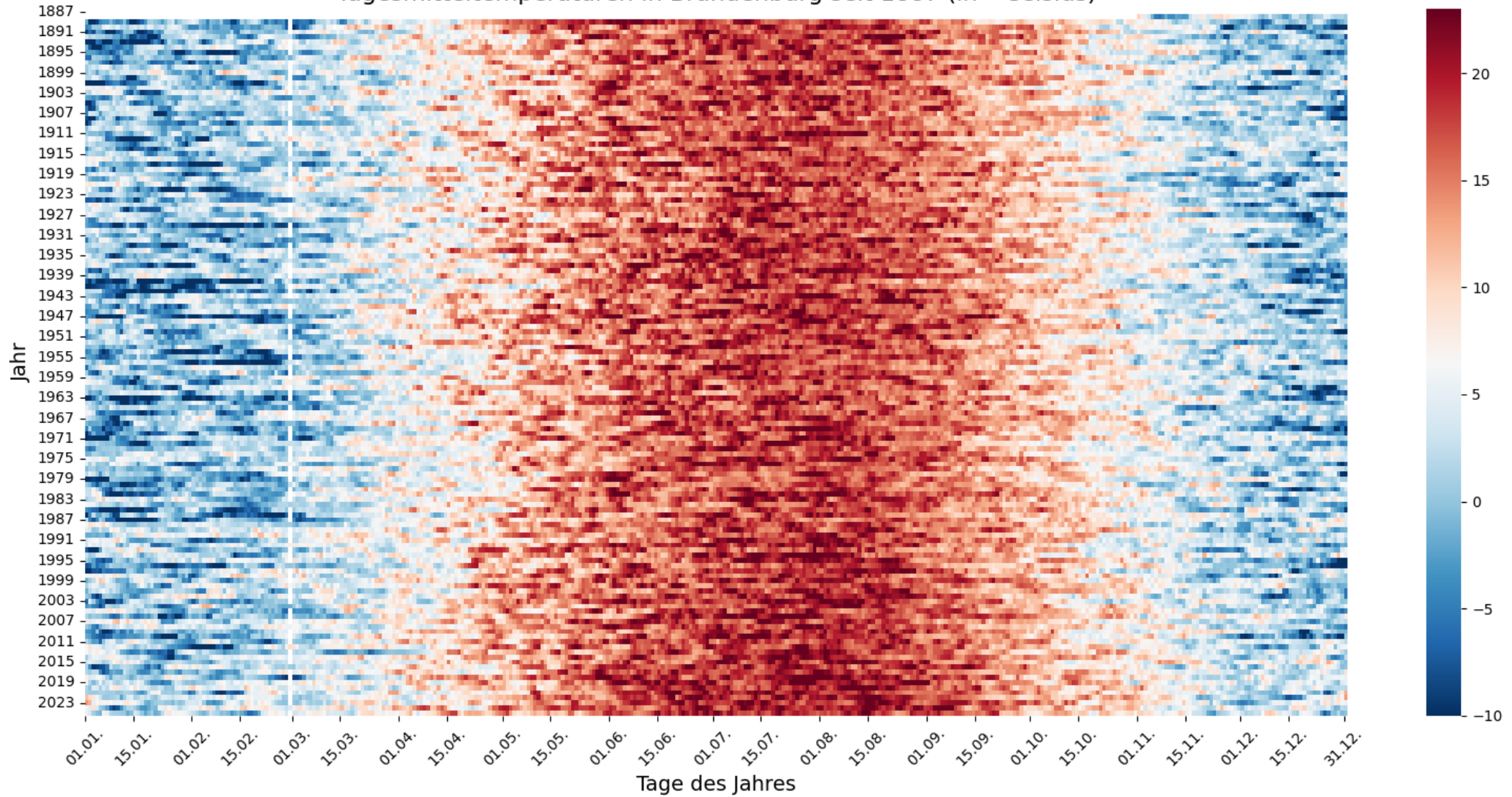
- ◆ **Der Deutsche Wetterdienst (DWD) unterhält ein umfangreiches Netz an Wetterstationen**
 - ◆ Vielfältige aktuelle und historische meteorologische Daten sind im Open Data-Angebot des DWD verfügbar
 - ◆ Python-Bibliothek **DWD_hist_weather** zum Scrapen und Aggregieren der regionalen Daten
 - ◆ Etwa: tägliche / ... / jährliche Durchschnittstemperaturen, Niederschlagsmengen, Sonnenscheindauer, Luftfeuchtigkeit, ... nach Kreis oder Bundesland
 - ◆ Einfach anzuwenden, anzupassen und in eigene Projekte zu integrieren
 - ◆ *R-Bibliothek in Planung*



Langfristige Temperaturentwicklung in Brandenburg



Tagesmitteltemperaturen in Brandenburg seit 1887 (in ° Celsius)



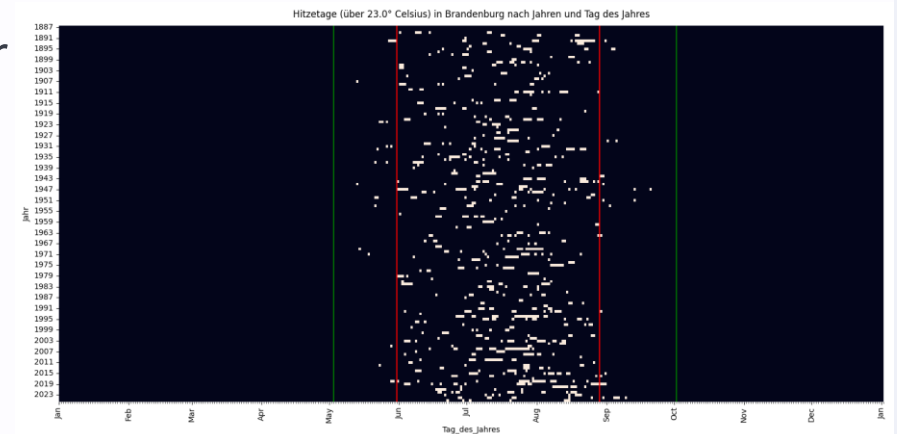


2

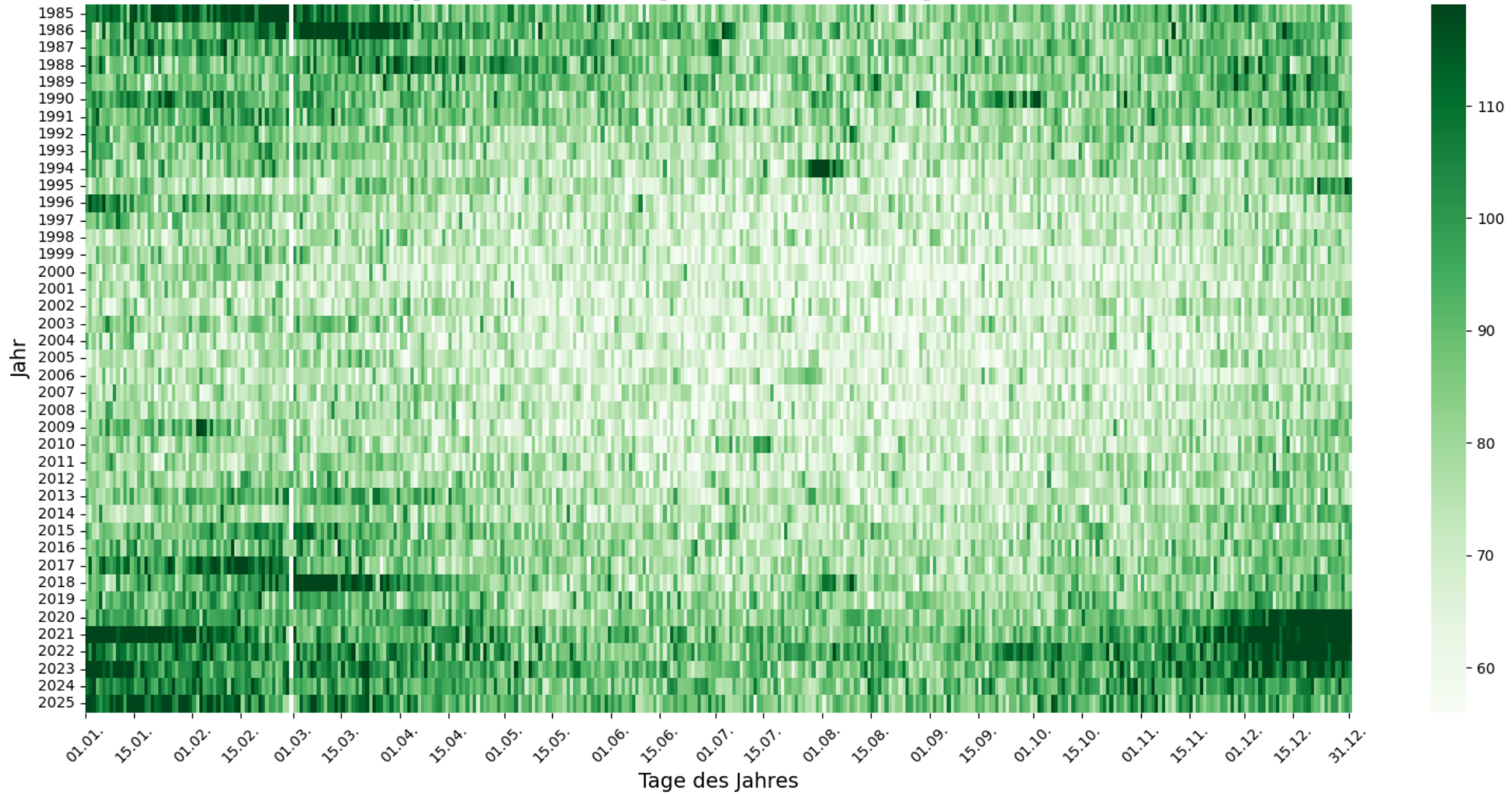
Hitzebedingte Mortalität

Geschichte des Projekts

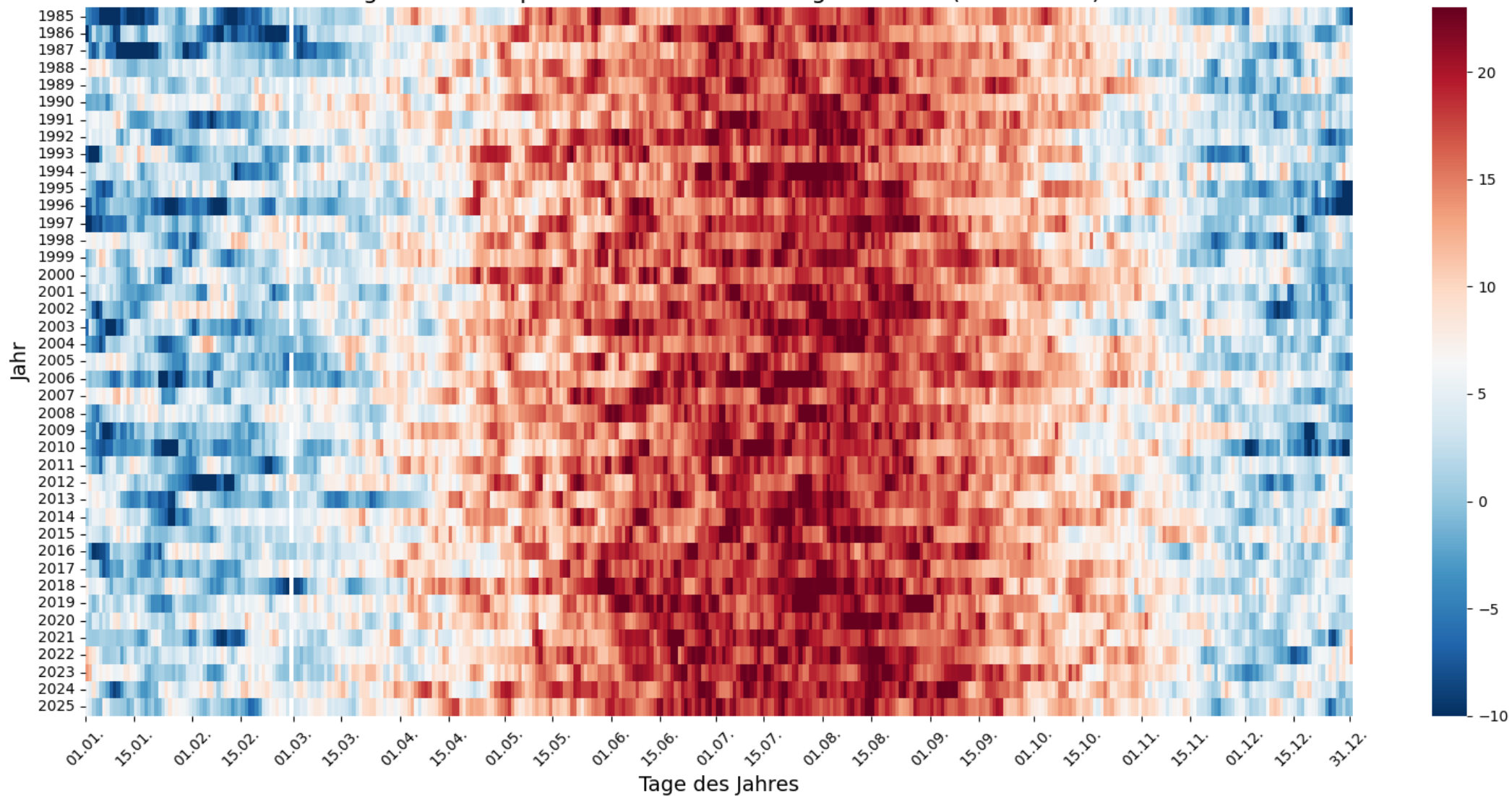
- ◆ Seit 2018 Analyse der hitzebedingten Übersterblichkeit („Hitzetote“) durch das AfS im Auftrag des MASGZ und SenMVKU
 - ◆ Übernahme der Analysemethode aus HEAT II (Hochschule Fulda, 2014–2017)
 - ◆ Analyse auf *täglicher Basis* und auf *Landesebene*
 - ◆ Hitzetage := Tage mit Durchschnittstemperatur über 23°C
- ◆ Überarbeitung 2020
 - ◆ Python-basierte, automatisierte Auswertung: weniger fehleranfällig, effizienter, Entlastung der Auftraggeber
 - ◆ Daten sämtlicher regionaler Wetterstationen
 - ◆ Keine Beschränkung auf Sommermonate
 - ◆ Nutzung vorläufiger Daten aus der Bevölkerungsstatistik für frühere Ergebnisbereitstellung



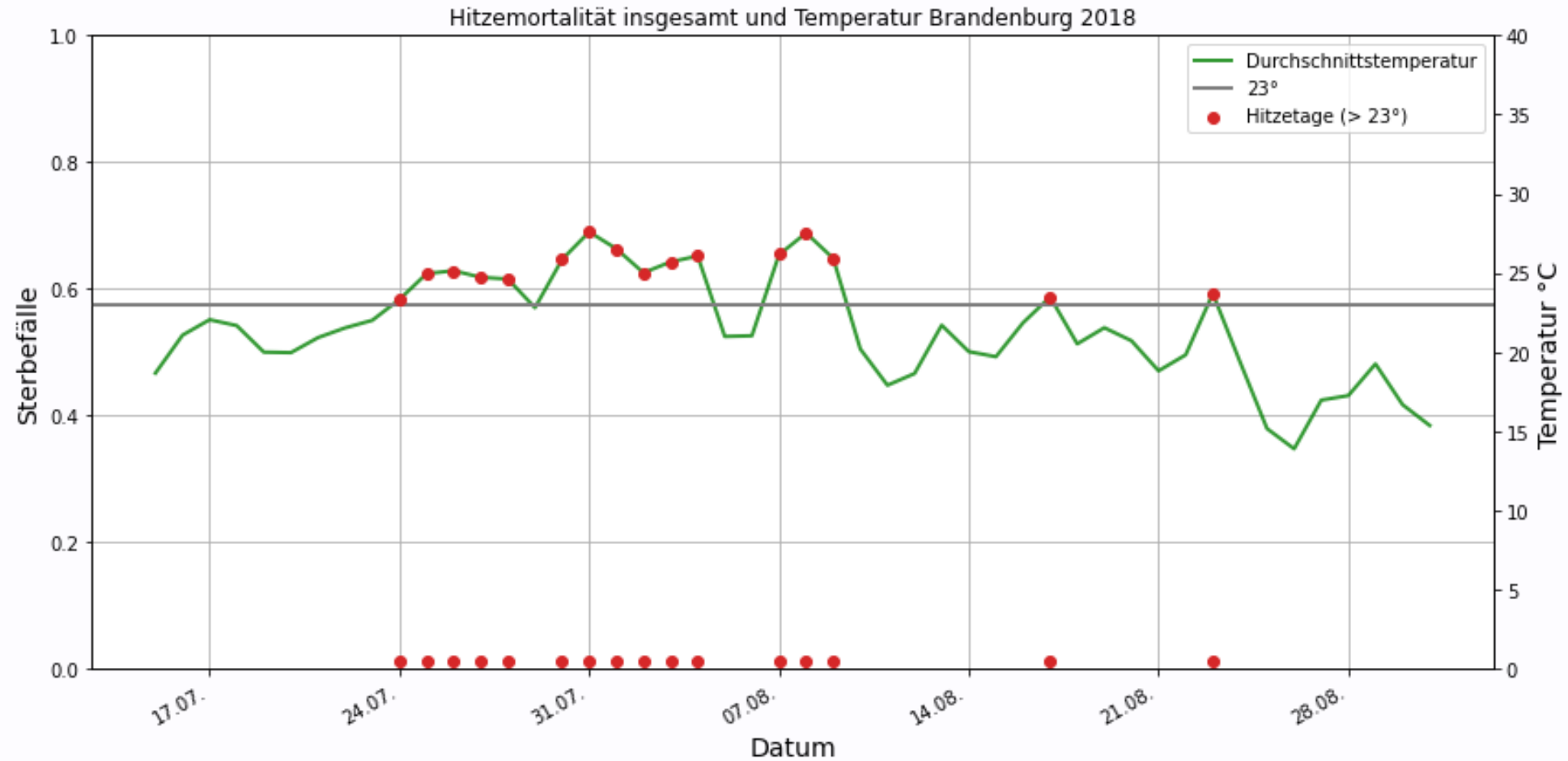
Tägliche Sterbefälle insgesamt in Brandenburg seit 1985



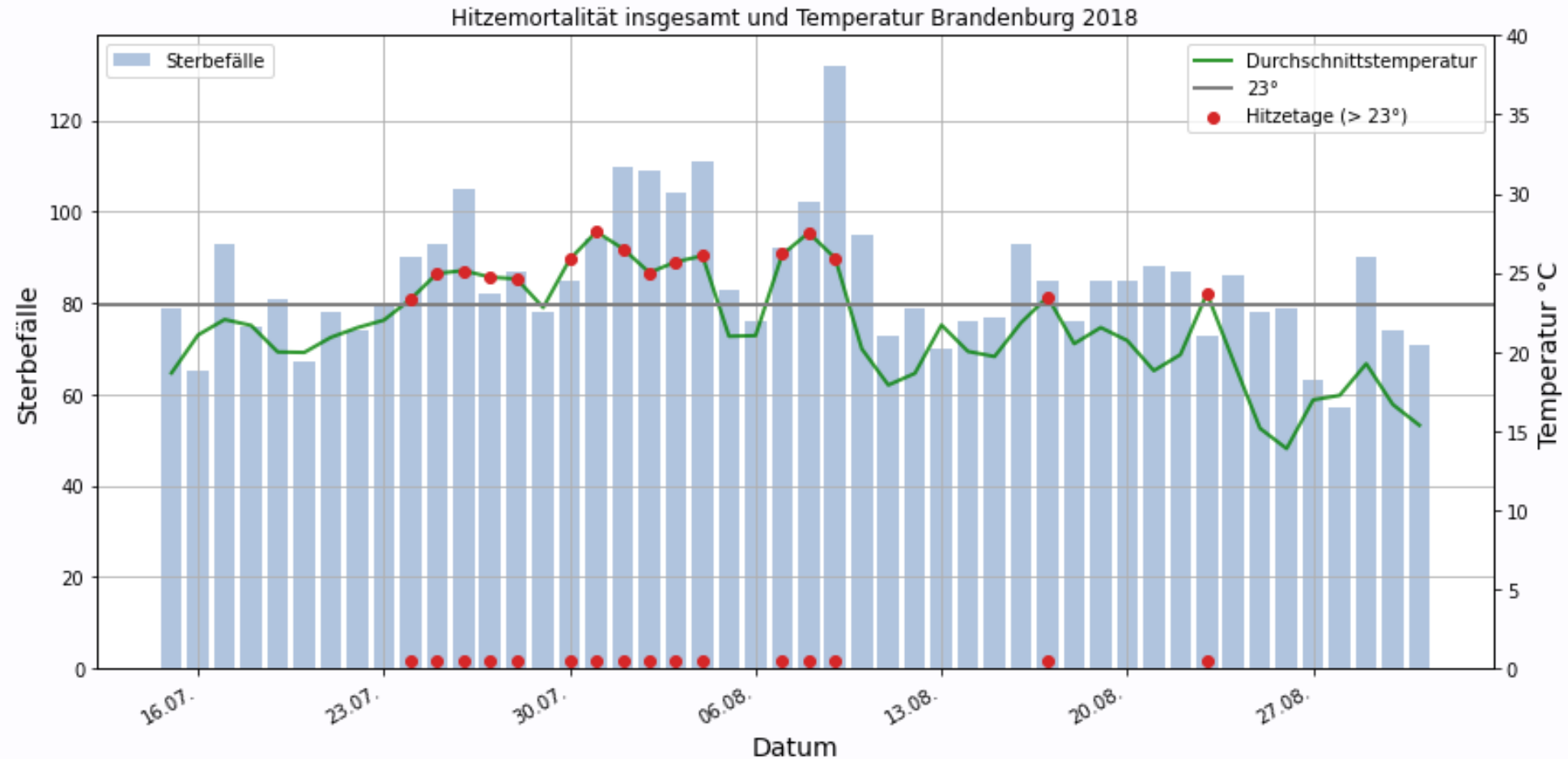
Tagesmitteltemperaturen in Brandenburg seit 1985 (in ° Celsius)



Verfahrensbeschreibung (1)



Verfahrensbeschreibung (2)



Verfahrensbeschreibung (3)

fancy black magic

1986	71	80	82	95	83	66
1987	113	97	93	86	87	93
1988	86	81	98	95	93	82
1989	85	87	87	70	83	99
1990	94	84	91	95	95	87
1991	88	78	101	83	85	94
1992	64	74	85			89

Basismortalität

Schritt 1: Hitzetage
 Sterbefallzahlen historischer Hitzetage werden ersetzt durch den Median der Sterbefallzahlen der jeweils vorangegangenen drei Jahre und jeweils umliegenden drei Tage

1986	71	80	82	95	83	66
1987	80	97	93	86	87	93
1988	86	81	98	95	93	82
1989	85	87	87	70	83	99
1990	94	84	91	95	87	87
1991	88	78	87	83	85	94
1992	64	74	85	75	90	89

Schritt 3

- Basismortalität ist arithmetisches Mittel der 25 Werte.

$$e_{j,t} = \frac{\sum_{i_j=1}^5 \sum_{i_t=1}^5 \bar{o}_{j-i_j, t+3-i_t}}{25}$$

- Exzessschwelle ist Basismortalität plus 2 Standardabweichungen.

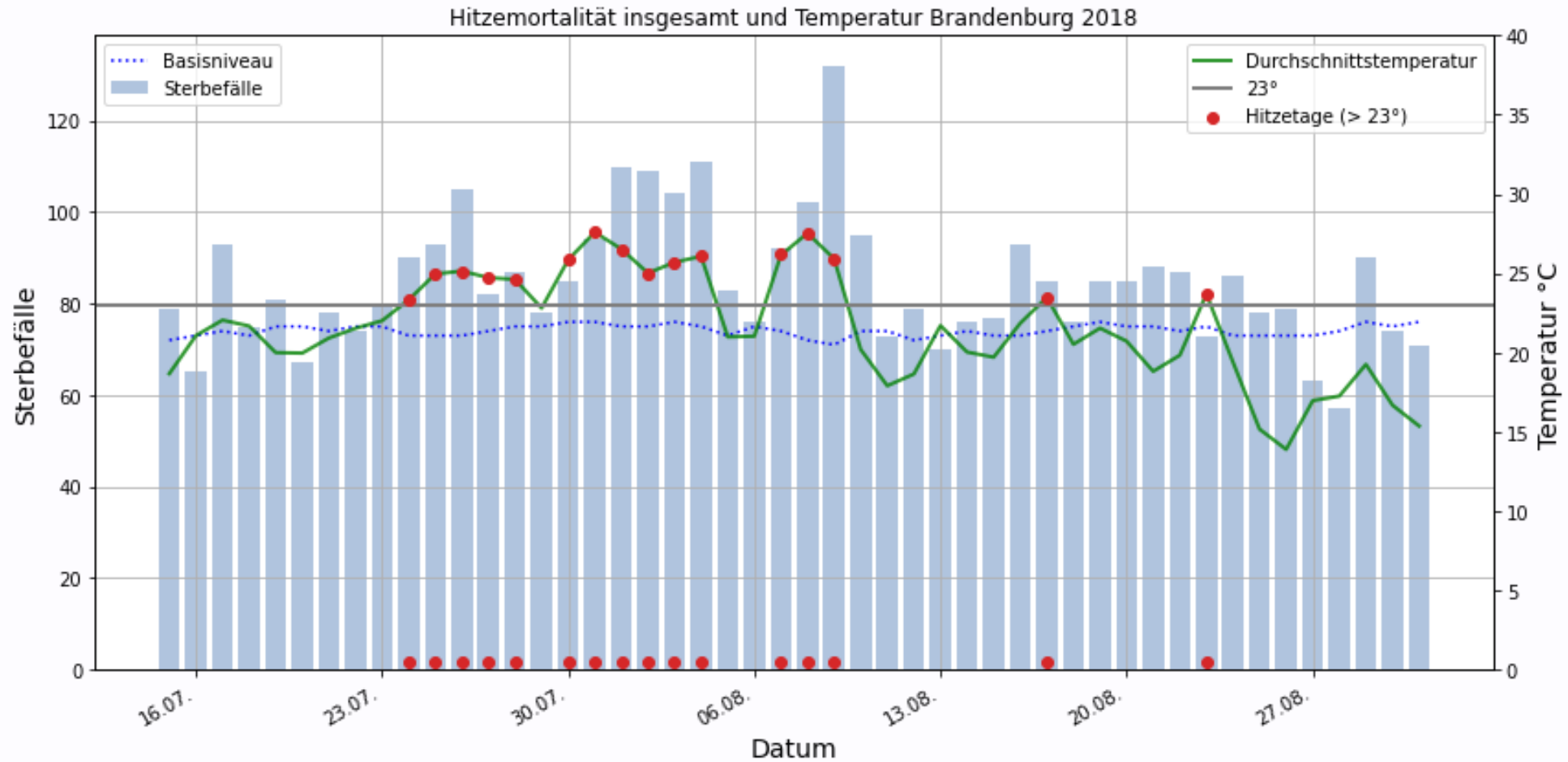
$$e_{j,t} + 2\sigma$$

Basismortalität

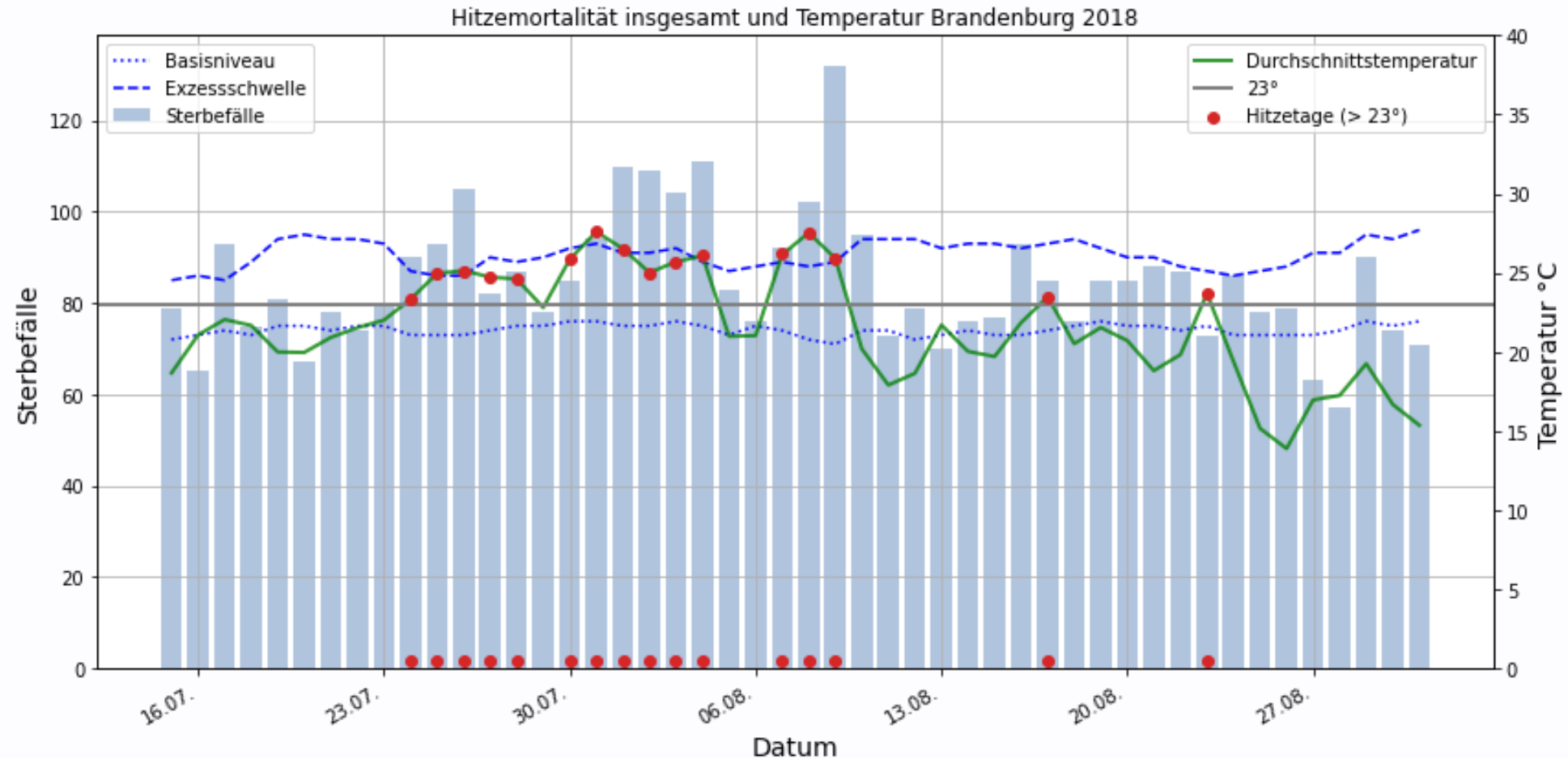
Schritt 2: Glättung

zu jedem Tag wird eine Matrix aus den Sterbefallzahlen (nach Ersetzung aus Schritt 1) der jeweils fünf vorangegangenen Jahre und der jeweils fünf umliegenden Tage gebildet

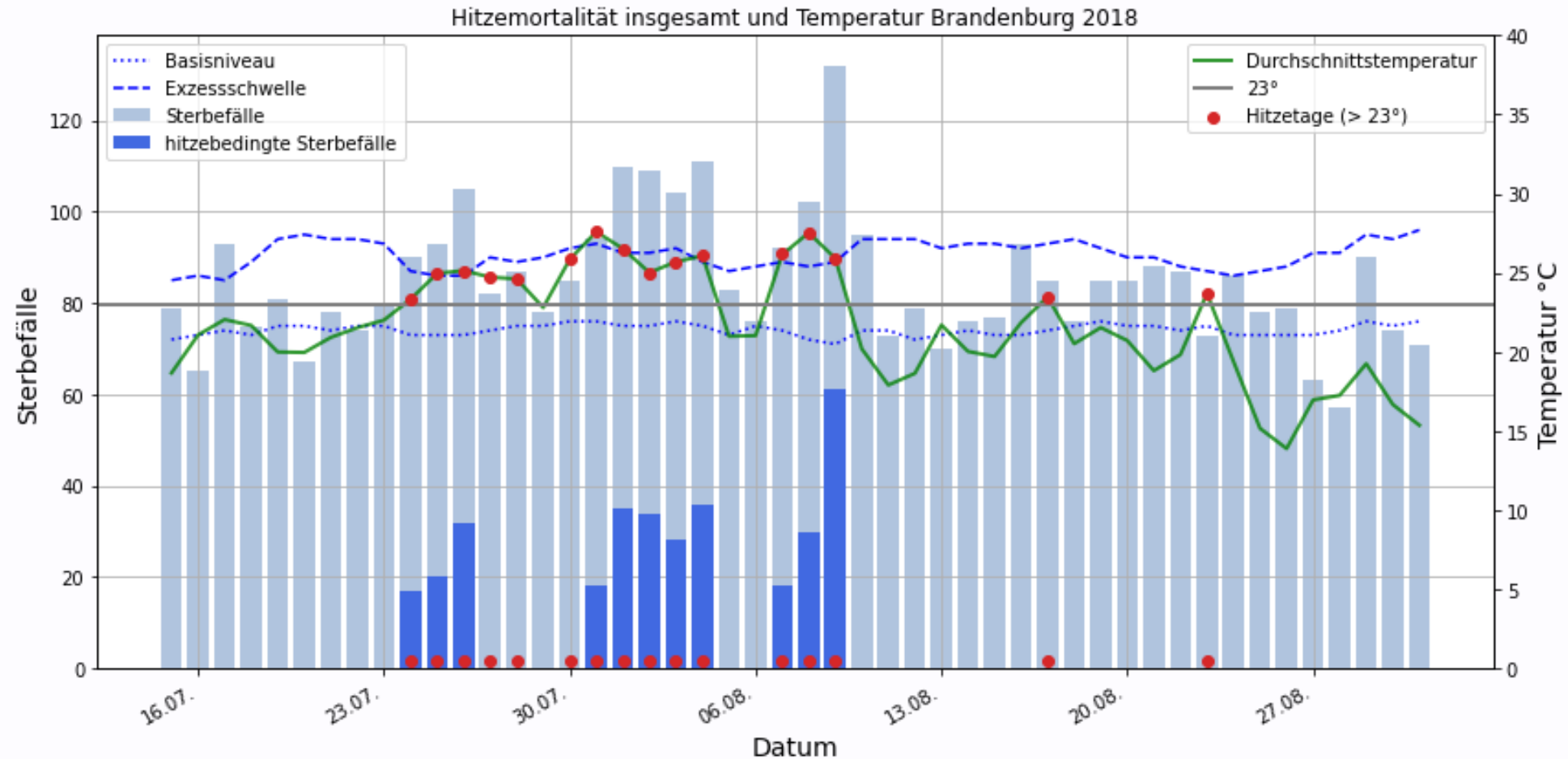
Verfahrensbeschreibung (4)



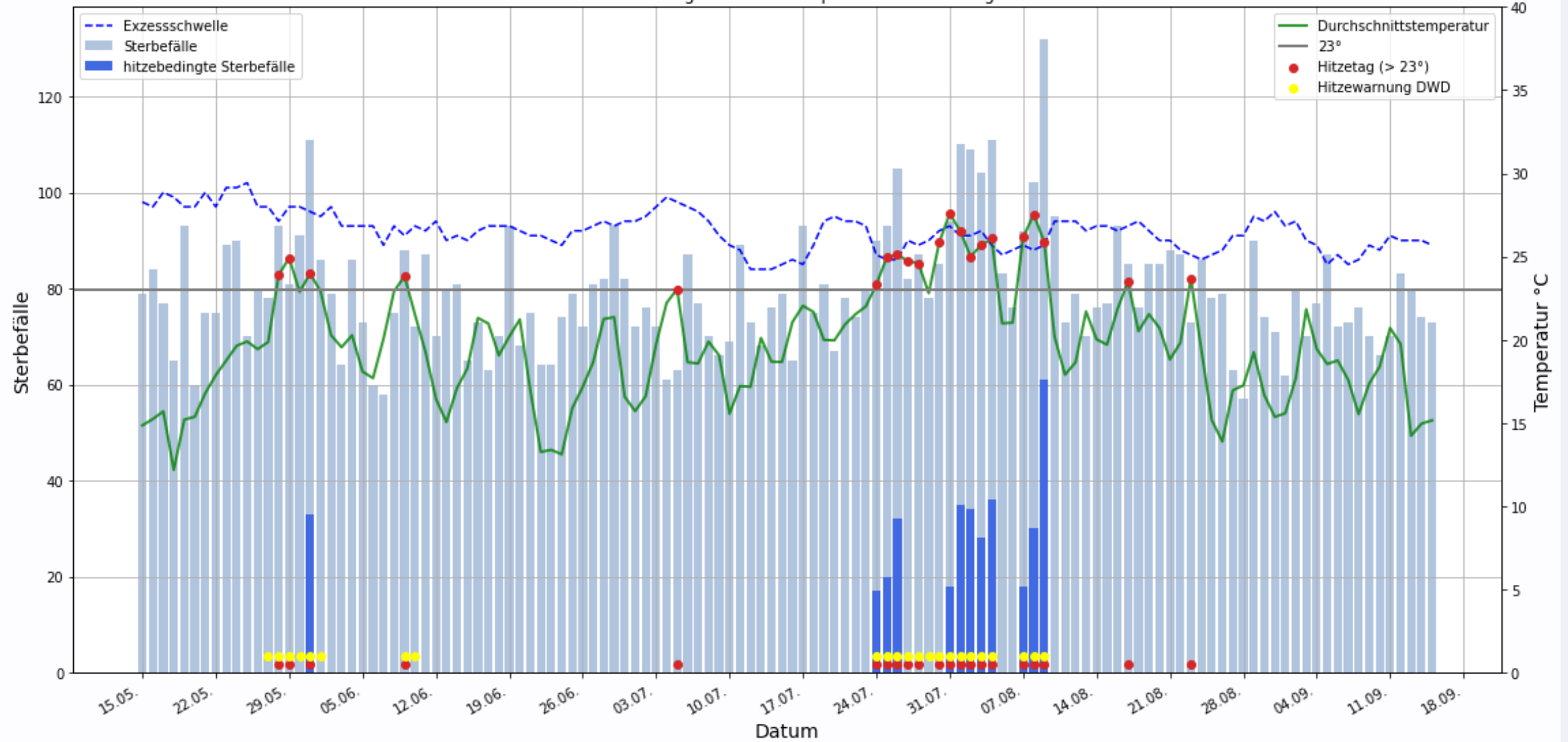
Verfahrensbeschreibung (5)



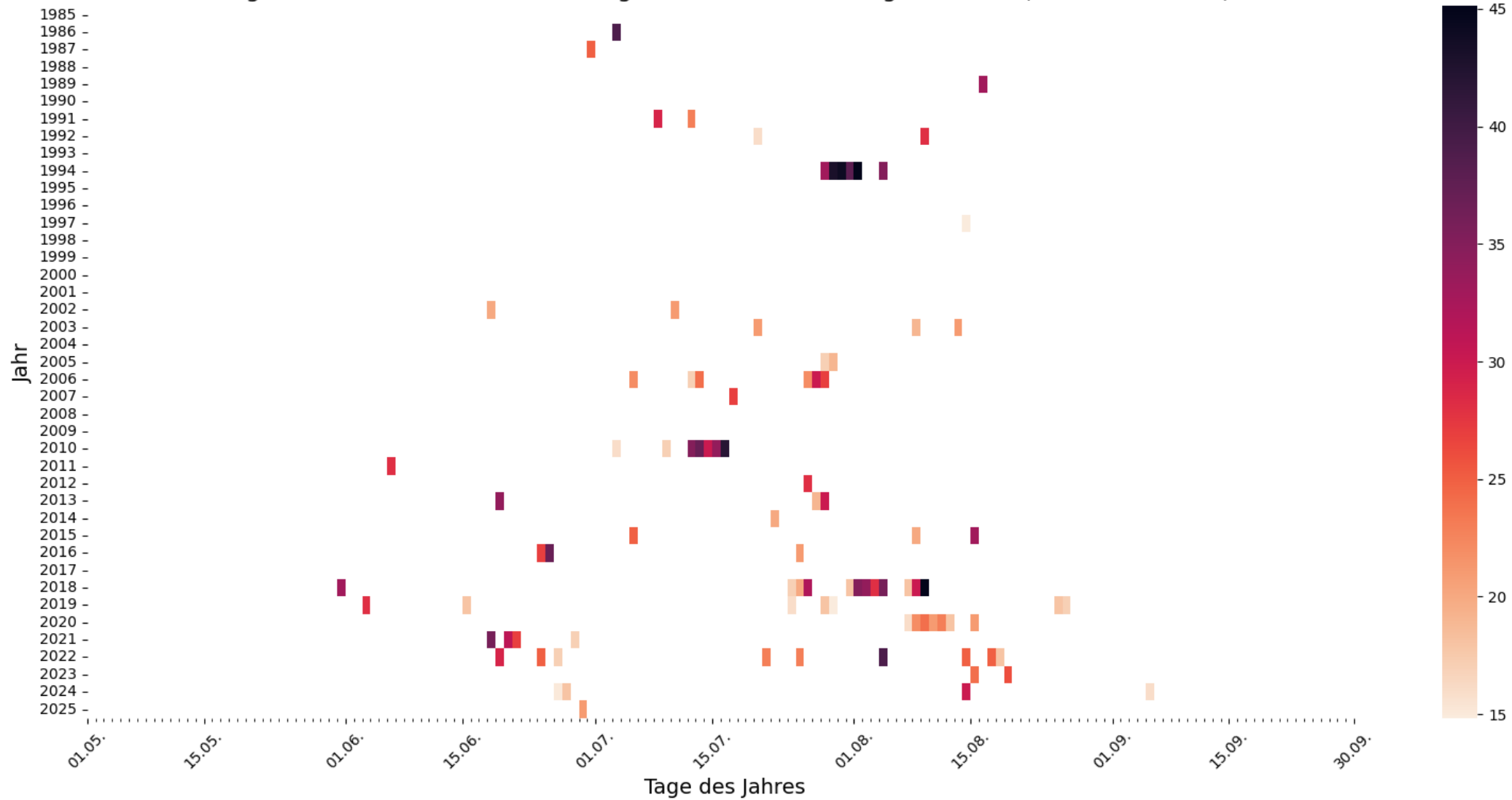
Verfahrensbeschreibung (6)



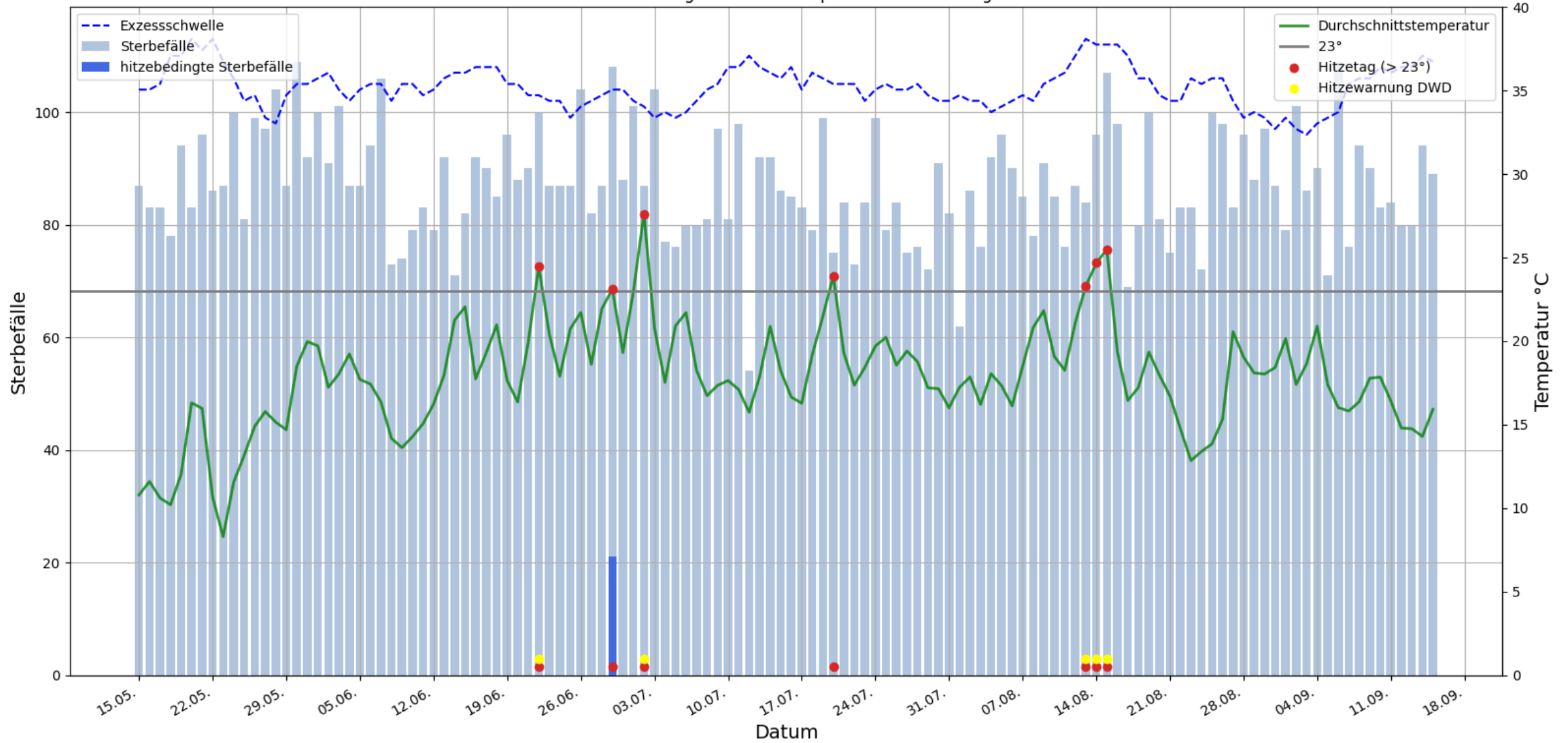
Hitzemortalität insgesamt und Temperatur Brandenburg 2018



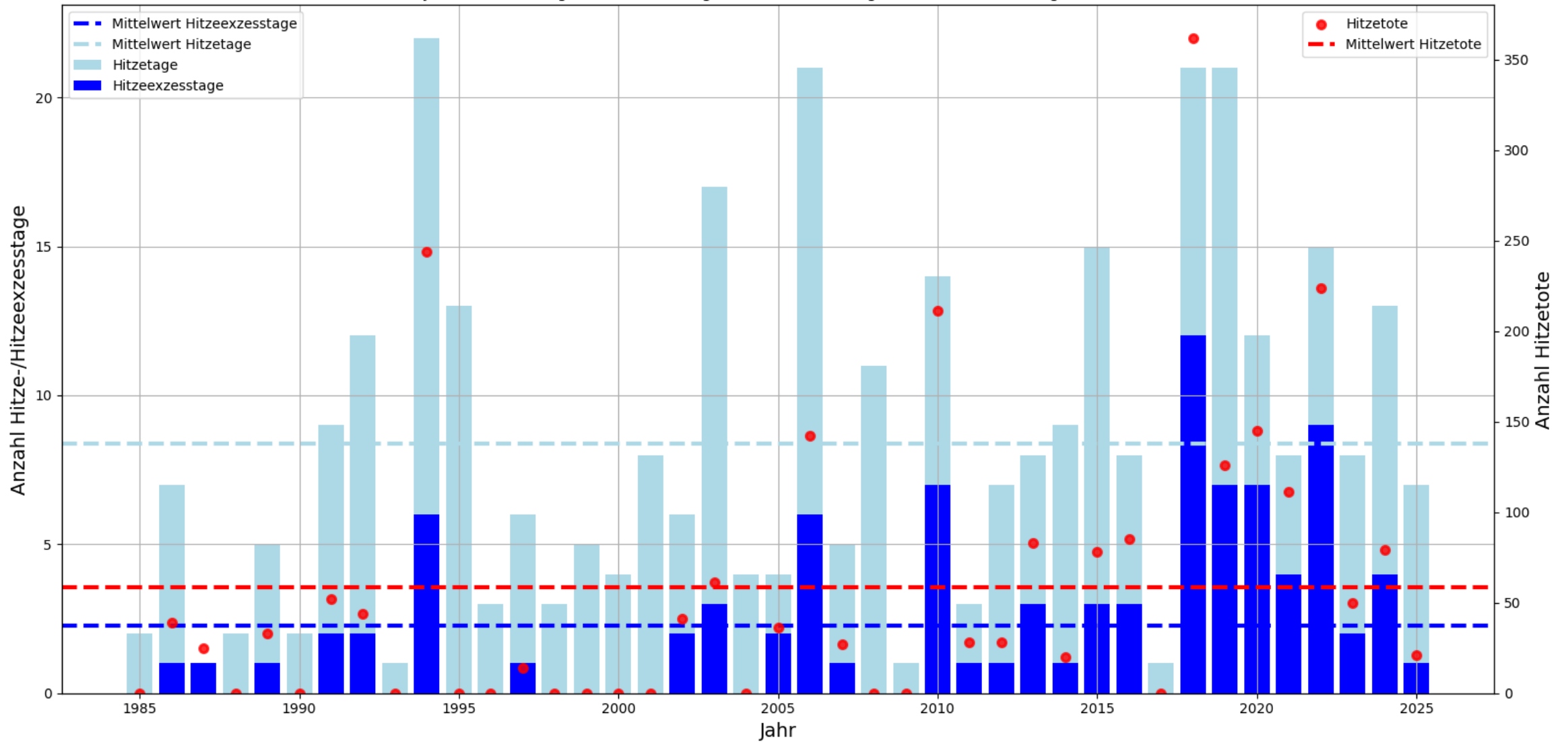
Tägliche Hitzexzesssterbefälle insgesamt in Brandenburg seit 1985 (Sommermonate)



Hitzemortalität insgesamt und Temperatur Brandenburg 2025



Jährliche Hitzetage, Hitzeexzesstage und Hitzetote insgesamt in Brandenburg ab 1985





3

**Hitzebedingte
Morbiditytät**

Monitoring: Studie und Proberechnung

- ◆ **Zeigen sich der Mortalität ähnliche Effekte bei Krankheiten?**
 - ◆ Insgesamt / nur bei bestimmten Diagnosen?
 - ◆ Welches Hitzekriterium ist für die Analyse am besten geeignet?
 - ◆ Luftschadstoffe?
- ◆ **Medizinische Begleitung durch eine Arbeitsgruppe der Charité**
- ◆ **Empfehlungen für ein Monitoring analog der hitzebedingten Mortalität**
 - ◆ Auf Landesebene, tagesscharf
 - ◆ Idealerweise mit einem gut kommunizierbaren Indikator *Exzessmorbidity*

Analysierte Hitzekriterien

- ❖ Tagesmitteltemperatur: linear, 20°–24°C in 1°-Schritten
- ❖ Tagesmaximaltemperatur: linear, 26°–30°C in 1°-Schritten
- ❖ Hitzeindex: linear, 21°–25°C in 1°-Schritten
- ❖ Tagesminimaltemperatur: linear, 14°–18°C in 1°-Schritten
- ❖ Hitzewarntage (DWD) als *Orientierungsgröße*

Datengrundlage: Diagnosestatistik

- ◆ Stationäre Aufnahmen aller Krankenhäuser in Berlin und Brandenburg
- ◆ Auswertung nach täglichen Fallzahlen der ICD-10-Dreisteller
 - ◆ *Die Diagnose, die laut Befund am Ende des **stationären Aufenthalts** als diejenige festgestellt wurde, die hauptsächlich für die Veranlassung des stationären Aufenthaltes verantwortlich war.*
 - ◆ Rund 1.500 unterschiedliche Diagnosen verzeichnet
- ◆ Beobachtungen im Zeitraum 2010–2020
 - ◆ Berlin: 9.078.650
 - ◆ Brandenburg: 6.064.281
- ◆ Für Analysen Beschränkung auf Monate Mai–September

Schwierige Gemengelage

❖ Hitzeexzesstage – analog Übersterblichkeitsanalyse – als Tage, an denen ...

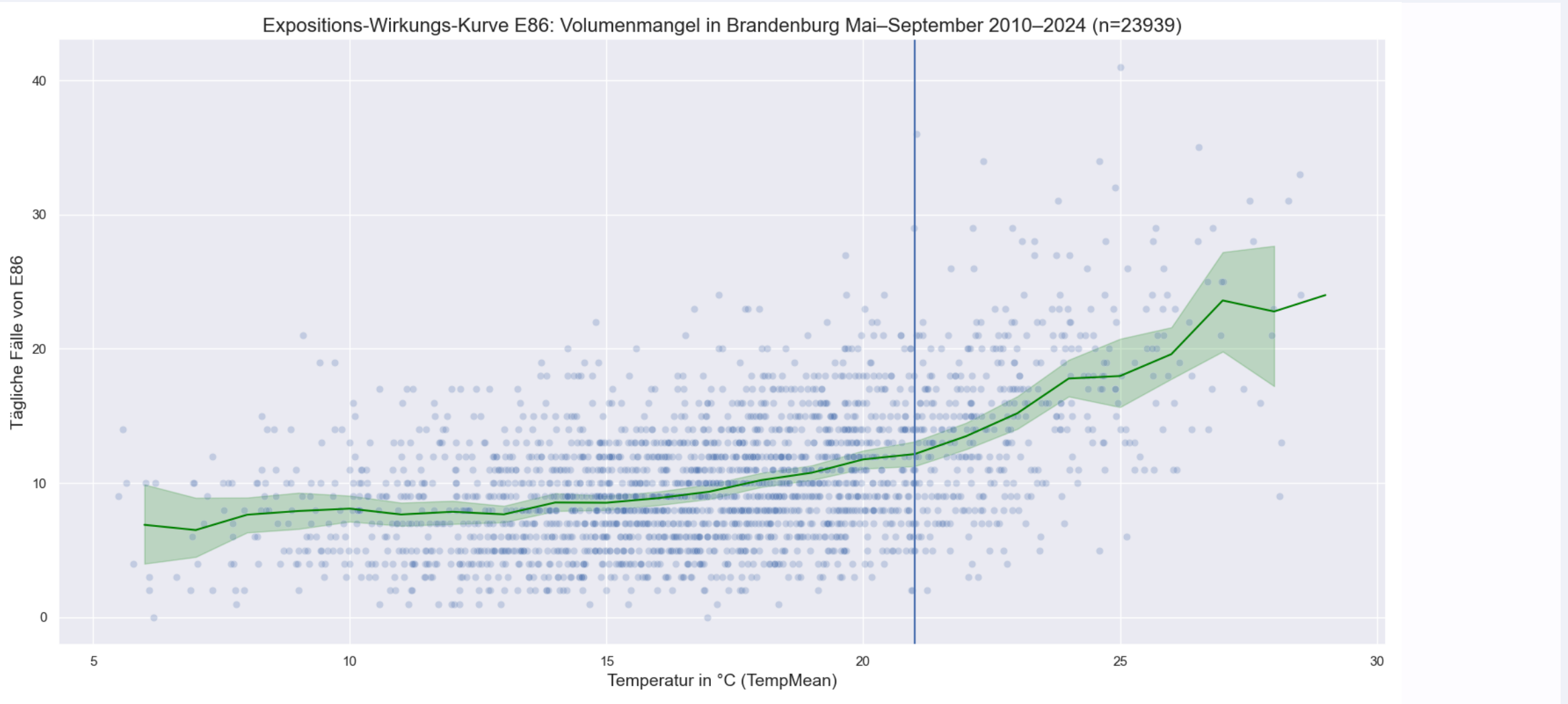
- ❖ die Temperatur einen bestimmten Schwellwert überschreitet *und*
- ❖ die Morbidität bestimmter Diagnosen (aus unterstellt klimatischen Gründen) „das übliche Maß“ überschreitet.
 - ❖ Zusätzlich mit Eintrittsverzögerungen (lag) um einen / zwei Tage

❖ Herausforderung: Hitzekriterium *und* Diagnosen sind variabel

❖ Vorgehen

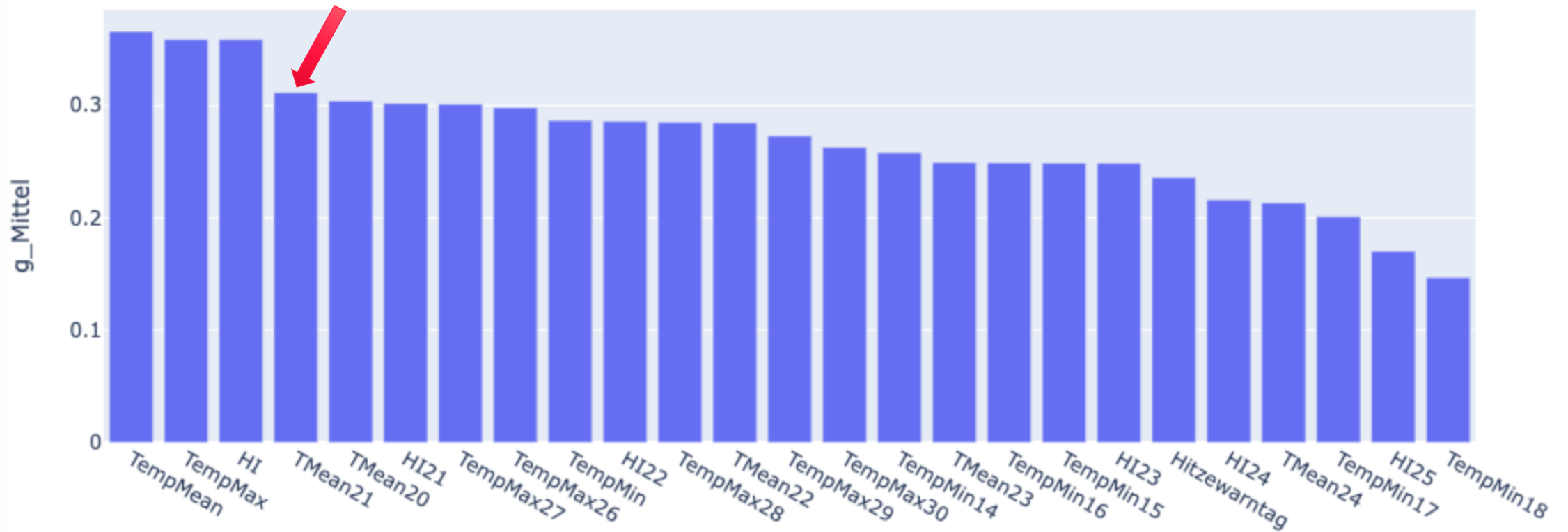
1. Ermittlung von und Einschränkung auf „robust hitzesensible Diagnosen“
2. Identifikation geeigneter Diagnosen für ein Monitoring (Korrelationsanalyse)
3. Ermitteln des im Lichte der gewichteten Diagnosen geeignetsten Hitzekriteriums

Beispiel: E86 nach Tagesmitteltemperatur



Wahl des Hitzekriteriums

Gewichtete Durchschnittskorrelation (Spearman/Fisher-Z) BB ['E86', 'N17', 'E87']



Auswahl Diagnosen für Monitoring

◆ Hohe, stabile Korrelationen und gut kommunizierbarer Zusammenhang bei ...

◆ E86: Volumenmangel (auch mit zeitlicher Verzögerung)

◆ BB: N = 17.941, $\rho = ,39$

◆ BE: N = 16.305, $\rho = ,35$

◆ E87: Sonstige Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts

◆ BB: N = 6.227, $\rho = ,22$

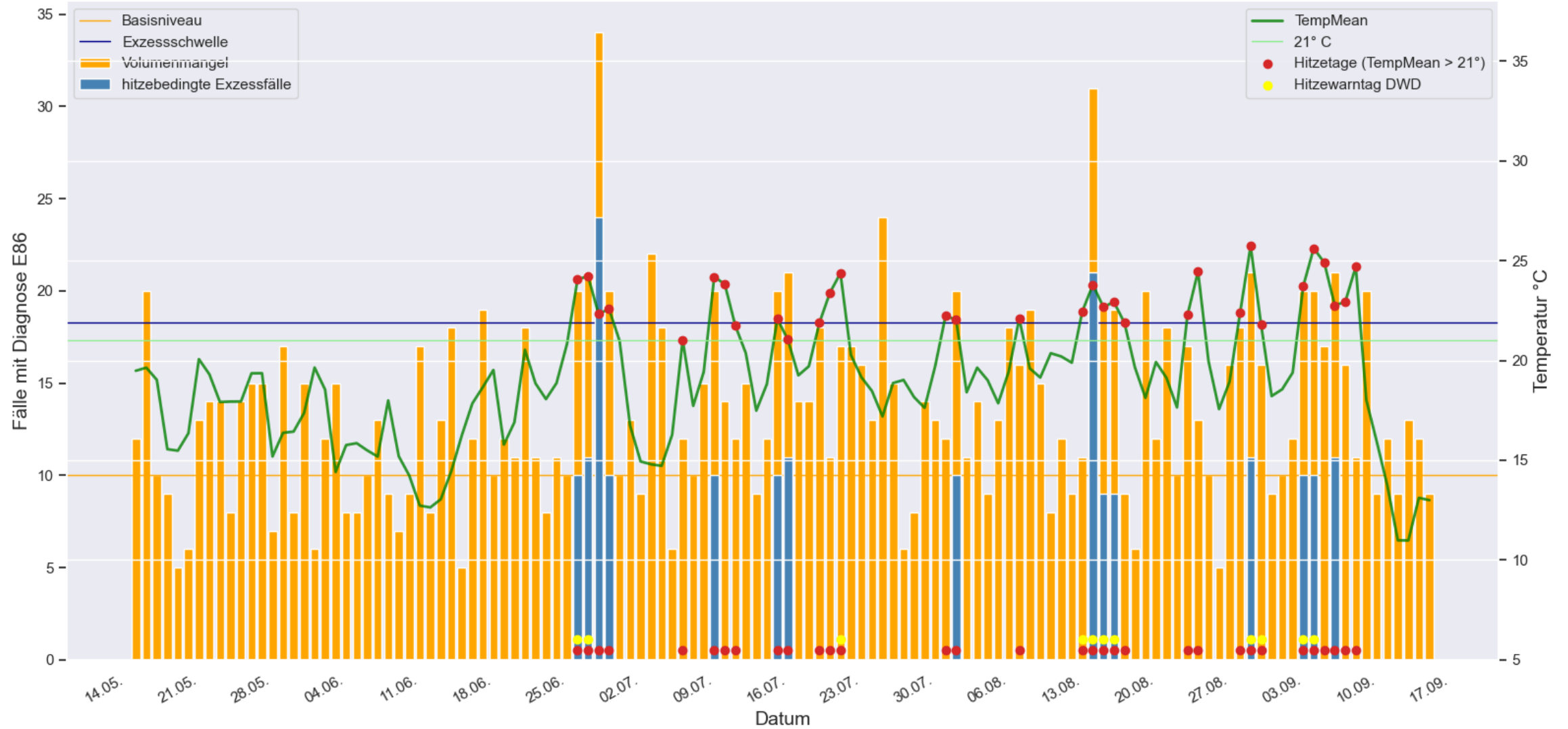
◆ BE: N = 11.182, $\rho = ,25$

◆ N17: Akutes Nierenversagen

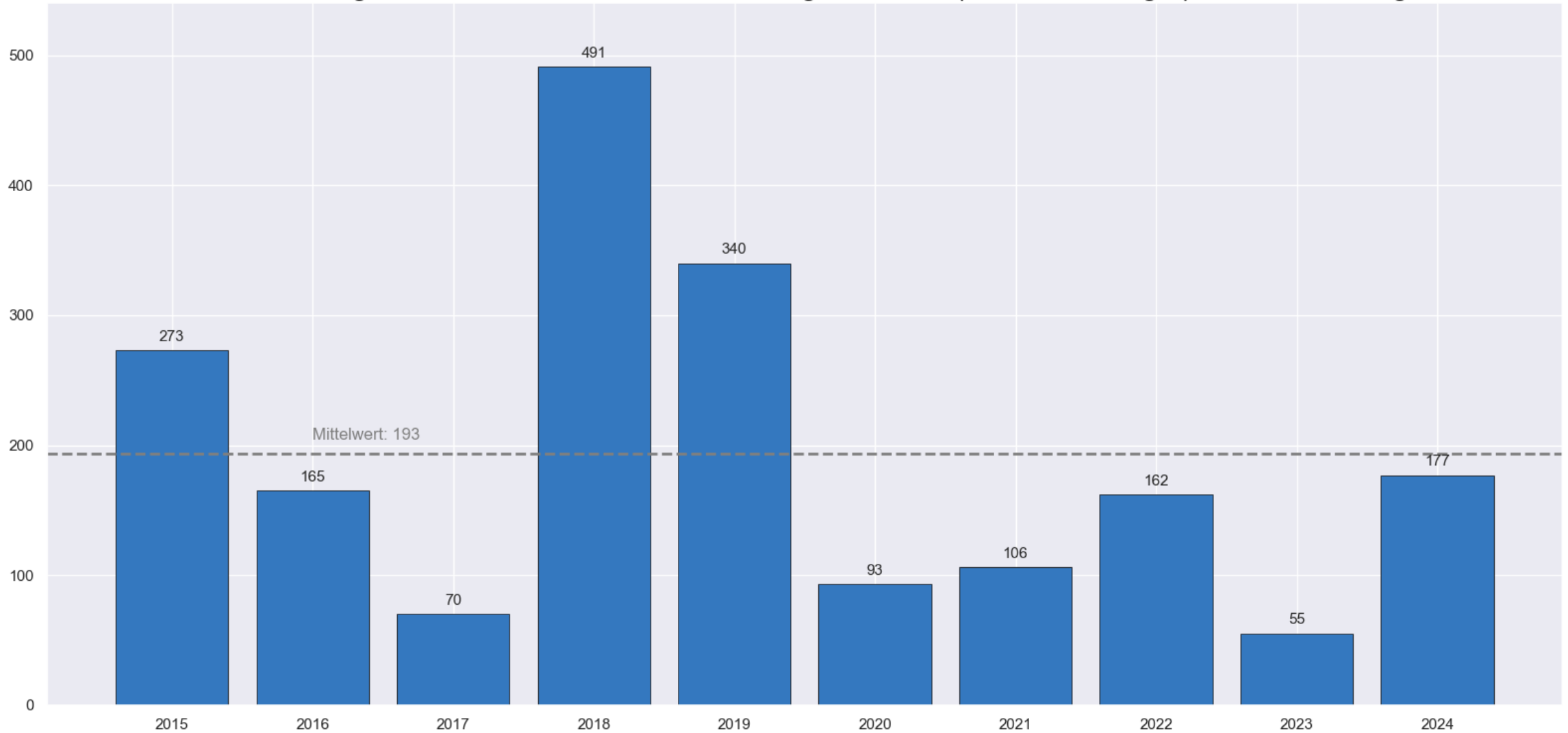
◆ BB: N = 12.499, $\rho = ,19$

◆ BE: N = 23.633, $\rho = ,13$

Temperatur und Morbidität E86 Brandenburg 2024



Jährliche hitzebedingte stationäre Aufnahmen mit Diagnose E86 (Volumenmangel) in Brandenburg ab 2015

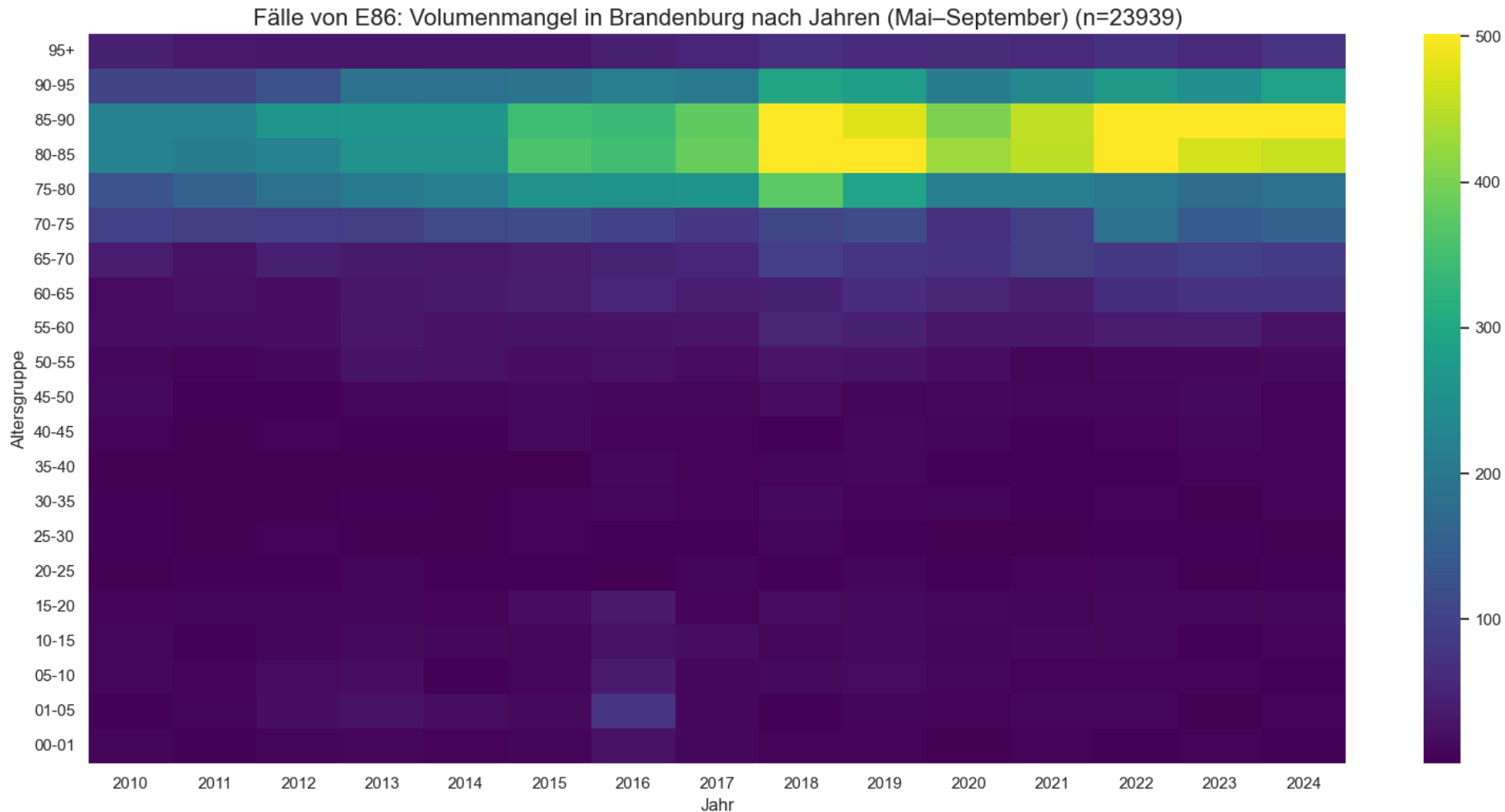


Abseits des Monitorings

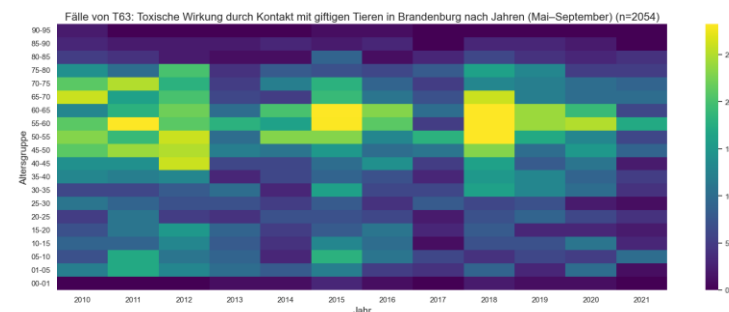
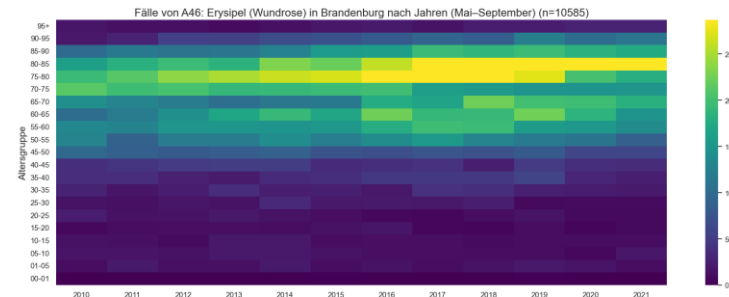
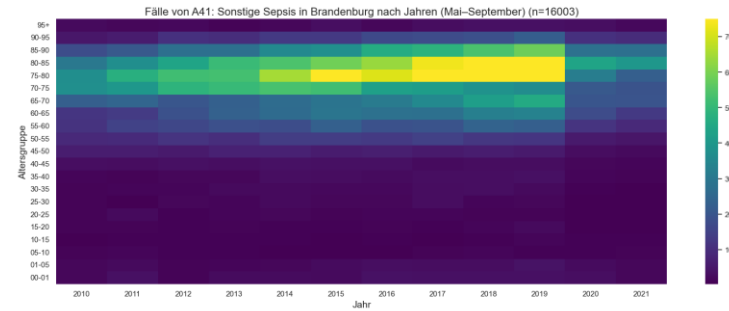
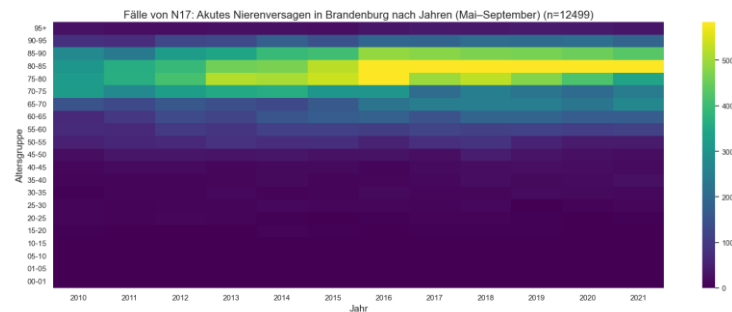
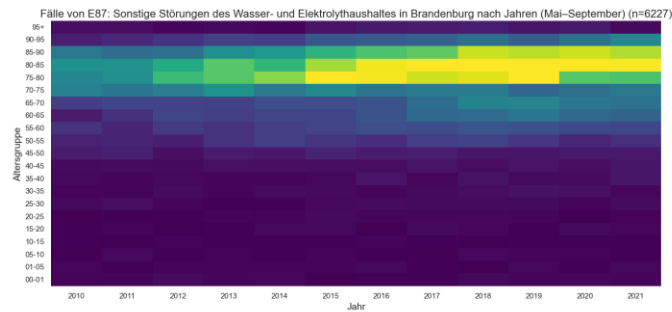
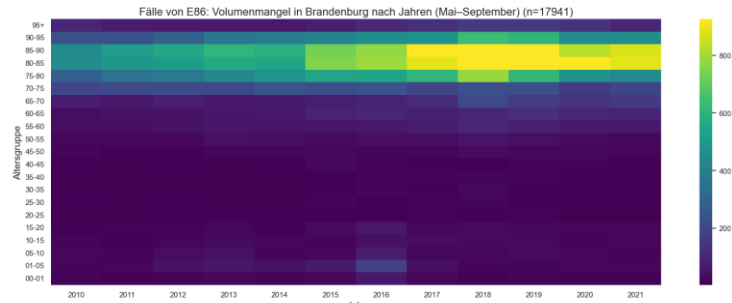
📖 Diagnosen Brandenburg, $\rho > ,14$, $N > 200$

- 📖 T67: Schäden durch Hitze und Sonnenlicht ($N = 598$, $\rho = ,49$; T+1, T+2: $\rho = ,21$)
- 📖 T63: Toxische Wirkung durch Kontakt mit giftigen Tieren ($N = 2.054$, $\rho = ,27$)
- 📖 *Vergleichsgröße*: Mortalität (mit 23°-Kriterium): $\rho = ,22$
- 📖 T78: Unerwünschte Nebenwirkungen ($N = 5.771$, $\rho = ,18$)
- 📖 A46: Wundrose ($N = 10.585$, $\rho = ,14$)
- 📖 A41: Sonstige Sepsis ($N = 16.003$, $\rho = ,14$)

Vulnerable Gruppen (1)



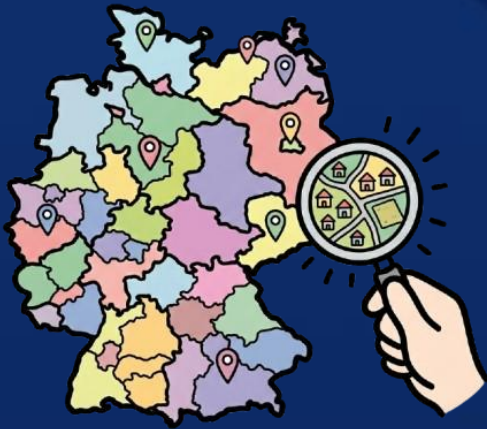
Vulnerable Gruppen (2)



Bei [E86, E87, N17] (für Monitoring) und [A41, A46] (Sepsis, Wundrose) Altersgruppe 75+ besonders betroffen



Demgegenüber bei T63 (Toxische Wirkung durch Tierkontakt) heterogene Altersverteilung (geringe Fallzahlen)



4

Regionalisierbarkeit

Proberechnungen für Städte in Brandenburg

- ◆ **Kann die hitzebedingte Mortalität auch unterhalb der Landesebene ausgewiesen werden?**
 - ◆ Prüfung im Auftrag des Ministeriums für Soziales, Gesundheit, Integration und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MSGIV) im März 2023
 - ◆ Städte Potsdam, Cottbus, Frankfurt (Oder) und Brandenburg an der Havel; als Vergleichsgrößen das Land insgesamt und der Kreis Ostprignitz-Ruppin
 - ◆ Etabliertes Verfahren zur Hitzemortalität, aber ...
 - ◆ Regionale Hitzetage
 - ◆ Regionale Sterbefälle
 - ◆ Beobachtungszeitraum: 2010–2020

Regionale Temperatur



- ❖ Auswertung der jeweiligen regionalen Wetterstationen
- ❖ Ermittlung regionaler Hitzetage

Proberechnungen für Städte in Brandenburg

Region	Einwohner (ca.)	Wetterstation(en)	Spearman ρ , Signifikanz
Land Brandenburg	2.500.000	alle aus DWD-Angebot für das Land	0,233***
Potsdam	180.000	03987	0,066***
Cottbus	100.000	00880	0,050**
Frankfurt (Oder)	58.000	01426, 03158, 03376, 03015	0,052**
Brandenburg an der Havel	72.000	06253, 06265	0,049**
Kreis Ostprignitz-Ruppin	99.000	03552, 00096, 02794, 05643	0,035*



Fazit

- ❖ **Das Ansteigen der jährlichen Durchschnittstemperaturen und die Zunahme von heißen Tagen sind gut zu erkennen**
- ❖ **An Hitzetagen sind deutlich mehr Todesfälle und Krankenhausaufnahmen mit bestimmten Diagnosen zu verzeichnen**
 - ❖ Exzessmortalität und -morbidity geben aus methodischen Gründen eher Größenordnungen wieder
 - ❖ Eine kleinräumige Analyse ist aus methodischen Gründen problembehaftet
- ❖ **Die Hitzewarnungen des DWD korrelieren stark mit Tagen erhöhter Exzessmortalität und -morbidity**

Axnick, Martin (2021): „Hitzebedingte Sterblichkeit in Berlin und Brandenburg“, *Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg* 1/2021, S. 34–39



PD Dr. Holger Leerhoff 

 holger.leerhoff@statistik-bbb.de

 0331 8173-3675

 www.statistik-bbb.de