



SACHSEN-ANHALT

Landesamt
für Verbraucherschutz

**Analyse von Herz-Kreislauf-bedingten
Sterbe- und Krankenhausfällen
in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2000-2019
im Hinblick auf eine mögliche Assoziation
mit Hitzedaten im gleichen Zeitraum**

Impressum

Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt (LAV)

Freiimfelder Straße 68, 06112 Halle (Saale)

Telefon: (0345) 52162-200, Fax: (0345) 52162-401

E-Mail: lav-poststelle@sachsen-anhalt.de

Homepage: verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de

Ansprechpartner:

Fachbereich Hygiene

Große Steinernetischstraße 4, 39104 Magdeburg

Telefon: (0391) 2564-0, Fax: (0391) 2564-192

E-Mail: lav-fb2@sachsen-anhalt.de

LAV 09/2023



Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren. Die Informationen, die in diesem Bericht vorgestellt werden, stellen den Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dar.

Dieser Text steht der Allgemeinheit zur Verfügung. Eine Verwertung in Publikationen, die über übliche Zitate hinausgeht, bedarf der ausdrücklichen Genehmigung der Verfasser.

Analyse von Herz-Kreislauf-bedingten Sterbe- und Krankenhausfällen in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2000 – 2019 im Hinblick auf eine mögliche Assoziation mit Hitzedaten im gleichen Zeitraum

Autoren: Dr. Goetz Wahl, Mathias Keitel, Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt (LAV)

1. Einleitung/Hintergrund

Aktuell herrscht weitgehender wissenschaftlicher Konsens, dass ein größtenteils menschengemachter Klimawandel auf unserem Planeten stattfindet und dieser Klimawandel überwiegend negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen hat und zunehmend haben wird^{1,2,3}. Bezüglich der negativen gesundheitlichen Auswirkungen für den Menschen unterscheidet man zwischen direkten Auswirkungen (zunehmende thermische Belastung, Extremwetterereignisse und UV-Strahlung) und indirekten Auswirkungen (zunehmende Allergen- und Luftschadstoffexposition, steigendes Infektionsrisiko durch Lebensmittel- und Trinkwasserkeime und durch sich ausbreitende Krankheitsüberträger, zunehmender Lebensmittel- und Trinkwassermangel und/oder Verlust von Lebensraum durch steigende Meeresspiegel in bestimmten Regionen der Erde).

Aufgrund der inzwischen erdrückenden Datenlage zu den negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit² und einer Häufung von Indizien des Klimawandels auch in Sachsen-Anhalt hat das Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Gleichstellung des Landes Sachsen-Anhalt die 9. Landesgesundheitskonferenz am 21.09.2023 unter das Thema „Klima und Gesundheit in Sachsen-Anhalt“ gestellt. In Vorbereitung dieser Konferenz und im Wissen darum, dass das Auftreten von Herz-Kreislauf-Krankheiten (HKK) durch eine steigende thermische Belastung verstärkt wird^{1,4,5}, wurde das LAV damit beauftragt, eine Analyse zum Thema „HKK und Hitze in Sachsen-Anhalt“ zu erstellen. Das vorliegende Schlaglicht ist das Ergebnis einer diesbezüglichen Datenrecherche und -auswertung.

¹ Eis, D., Helm, D., Laußmann, D., Stark, K. (2010). Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht. Robert Koch-Institut, Berlin (Hrsg.). 250 Seiten. (<https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/877/29ETCuO6ZOtk.pdf>)

² Kahlenborn, W., Porst, L., Voß, M., Fritsch, U., Renner, K., Zebisch, M., Wolf, M., Schönthaler, K., Schausser, I. (2021). Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau (Hrsg.), 127 Seiten. (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>)

³ Romanella et al. (2022). The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. ([https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(22\)01540-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)01540-9/fulltext))

⁴ Peters, A., Schneider, A. (2021). Cardiovascular risks of climate change. *Nature Reviews: Cardiology*, 18:1-2.

⁵ Abrignani, M.G., Lombardo, A., Braschi, A., Renda, N., Abrignani, V. (2022). Climatic influences on cardiovascular diseases. *World J Cardiol*, 26; 14(3): 152-169.

2. Methoden

2.1 Auswahl des Untersuchungszeitraums

Für die hier vorgestellte Analyse einer möglichen Assoziation der Morbidität und Mortalität von HKK mit Hitzehäufigkeit und -intensität wurde ein einheitlicher Zeitraum 2000 – 2019 festgelegt. Der Grund war einerseits der Fakt, dass Krankenhausdaten mit ICD-10-Schlüsseln für die GBE erst ab dem Jahr 2000 verfügbar sind, andererseits die Tatsache, dass in den Jahren 2020 und 2021 (in denen Sterbe- und Krankenhausfälle theoretisch verfügbar wären) die Corona-Pandemie zu einer reduzierten Verfügbarkeit von Krankenhausbetten für Nicht-Corona-Patienten und eventuell auch zu einer veränderten ICD-10-Kodierpraxis bei den Sterbefällen geführt haben. Die Jahre 2020 und 2021 wurden deshalb ausgeschlossen.

2.2. Arbeitsvariablen zur Beschreibung von Hitze im Untersuchungszeitraum

2.2.1 Sommertage und Hitzetage

Als Sommertage bzw. Hitzetage wurden – den Definitionen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) folgend – solche Tage definiert, an denen das Maximum der Lufttemperatur mindestens 25,0 °C bzw. mindestens 30,0 °C betrug. Die Stundenmittelwerte der Lufttemperatur von insgesamt 12 Messstationen in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2000 – 2019 wurden freundlicherweise vom Luftüberwachungssystem des Landesamtes für Umweltschutz zur Verfügung gestellt. Damit konnten die Tagesmaximalwerte berechnet werden. Die Sommermitteltemperaturen (SM) für Sachsen-Anhalt stellt der DWD online zur Verfügung ([Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Klimaüberwachung - Deutschland - Zeitreihen und Trends \(dwd.de\)](https://www.dwd.de/DE/Service/Serviceleistungen/Klima/Klimaueberwachung/Zeitreihen_und_Trends/zeitreihen_und_trends_node.html)).

2.2.2 Konstruktion einer metrischen Hitzevariable für Korrelationsbetrachtungen

Laut DWD sind ungewöhnlich warme Jahre solche, bei denen zwischen der SM des betreffenden Jahres und der mittleren SM in einem 30-jährigen Referenzzeitraum eine große Differenz (SMD) vorliegt. Für die hier durchgeführte Analyse wurden als Referenzzeitraum die Jahre 1981 – 2010 ausgewählt. In einer Hauptkomponentenanalyse wurde die hohe Korrelation zwischen der Variable „SMD“ und der Variable „Anzahl Hitzetage pro Jahr“ (gemäß Definition in Kapitel 2.2.1) in den Jahren 2000 – 2019 genutzt, um diese beiden Größen zu einer einzigen Hitzevariable zu bündeln, welche im Folgenden als „V6“ bezeichnet wird. Diese neue Variable vereint somit Informationen zur Hitzeintensität (SMD) und zur Hitzehäufigkeit (Anzahl Hitzetage pro Jahr).

2.2.3 Identifizierung von Hitzejahren

Als Hitzejahre wurden solche Jahre definiert, die mindestens eines der folgenden beiden Kriterien erfüllten:

- a) Die Anzahl von Sommertagen liegt über dem Durchschnitt des Zeitraums 2000 – 2019.
- b) Die Anzahl von Hitzetagen liegt über dem Durchschnitt des Zeitraums 2000 – 2019.

Zur Bestätigung der so identifizierten Hitzejahre wurde die Variable V6 in allen Jahren des Untersuchungszeitraums ermittelt und eine V6-bezogene Rangfolge der Jahre erstellt. Die Ergebnisse sind in **Tab. 1** in Kapitel 3.1 dargestellt.

2.3 Auswahl von Datenquellen und Diagnosegruppen für HKK

Zur Untersuchung der HKK-Morbidity konnten hier nur Daten der Krankenhausdiagnosestatistik des Statistischen Bundesamtes betrachtet werden (Daten zur ambulanten HKK-Morbidity im Untersuchungszeitraum waren nicht verfügbar). Die HKK-Mortality wurde anhand der Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamtes untersucht. Beide Statistiken wurden in der Datenbank www.gbe-bund.de recherchiert. Dort sind nur jahresbezogene Daten verfügbar. Während die jährlichen Krankenhausfälle keine Personen repräsentieren (eine Person kann mehrere bis viele Krankenhausfälle pro Jahr verursachen), sind Sterbefälle mit gestorbenen Personen gleichzusetzen.

Unter den vielen möglichen Einzeldiagnosen und Diagnoseuntergruppen innerhalb der HKK wurden für die vorliegende Analyse drei ICD-10-Diagnosegruppen untersucht, welche mit Hitze in Verbindung stehen können: I00-I99 (alle HKK umfassende Hauptgruppe), I20-I25 (Ischämische Herzkrankheiten, inklusive des wahrscheinlich besonders hitzesensiblen Herzinfarktes) und I60-I69 (Zerebrovaskuläre Krankheiten, inklusive der wahrscheinlich besonders hitzesensiblen ischämischen Schlaganfälle (Hirninfrakte) und hämorrhagischen Schlaganfälle (Hirnblutungen)).

2.4 Favorisierung von altersstandardisierten Fallquoten als Basisgröße

Um Vergleiche bezüglich der Häufigkeit von Krankenhausfällen bzw. Sterbefällen zwischen einzelnen Jahren zu erstellen, kann man nicht die absoluten HKK-Fallzahlen verwenden, weil diese – speziell in Sachsen-Anhalt – bei sinkender Bevölkerungszahl „automatisch“ abnehmen. Stattdessen müssen bevölkerungsbezogene Fallquoten betrachtet werden. Da HKK mit dem Alter zunehmen und – speziell in Sachsen-Anhalt – die Bevölkerung im Untersuchungszeitraum 2000 – 2019 „gealtert“ ist, muss mit altersstandardisierten Fallquoten gerechnet werden. In der vorliegenden Studie wurde dazu die Standardbevölkerung „Deutschland 2011“ verwendet.

2.5 Auswahl der betrachteten Altersgruppe

Die folgende Analyse wurde nur für ≥ 65 -Jährige durchgeführt, weil diese Altersgruppe als besonders vulnerabel für hitzeassoziierte Übersterblichkeit gilt⁴ und eine Analyse weiterer Altersgruppen den vorgesehenen Rahmen des Schlaglichts überschritten hätte.

2.6 Problem der Beschreibung eines Hitze-unabhängigen HKK-Grundtrends

Die bevölkerungsbezogenen, altersstandardisierten Sterbefallquoten infolge von I00-I99, I20-I25 und I60-I69 weisen im Zeitraum 2000 – 2019 jeweils einen näherungsweise linear fallenden Trend auf (Daten von I00-I99 in **Abb. 1**, Daten von I20-I25 und I60-I69 nicht gezeigt). Auch die Krankenhausfallquoten von I20-I25 und I60-I69 weisen einen solchen stetig fallenden Trend auf. Dies ist wahrscheinlich einerseits auf die sich weiterhin verbessernde allgemeine und Herz-Kreislauf-Gesundheit der Menschen in Deutschland zurückzuführen. Andererseits verbessert sich nach wie vor die ambulante Versorgung und die Notfallversorgung von schon erkrankten Herz-Kreislauf-Patienten, so dass sie seltener stationär behandelt werden müssen bzw. seltener an ihrer HKK versterben. Lediglich bei den Krankenhausfallquoten der Hauptgruppe I00-I99 ist kein (klarer) Abwärtstrend zu erkennen. Dennoch wurde zwecks Einheitlichkeit die nachfolgend beschriebene Methodik auf diese Zeitreihe angewandt.

Aufgrund der fast durchweg fallenden HKK-Trends können mögliche hitzebedingte Übersterblichkeiten oder vermehrte Krankenhauseinweisungen nicht einfach anhand der reinen Fallquoten untersucht werden, sondern es können nur Abweichungen (sog. Residuen) der Fallquoten von einem Hitze-unabhängigen Grundtrend betrachtet werden. Hierfür wurde wie folgt vorgegangen:

1. Schätzung des Hitze-unabhängigen Trends mittels einer linearen Regression ohne die Fallquoten der zuvor (mit unabhängiger Methodik) ermittelten Hitzejahre.
2. Berechnung der HKK-Residuen für alle Jahre; definiert als Differenz zwischen der realen Fallquote und der geschätzten Fallquote (= Wert der Trendgeraden im entsprechenden Jahr).

Die HKK-Residuen sind trendbereinigt bzw. schwanken um den Wert 0, doch bei Vorliegen eines Hitzeeinflusses ist zu erwarten, dass die Residuen in den Hitzejahren im Mittel „deutlich“ größer sind als in den Nicht-Hitzejahren (vgl. Kapitel 2.7, Mann-Whitney-U-Test). Der oben genannte 1. Schritt ist in der **Abb. 1** am Beispiel der Sterbefallquoten der Diagnosegruppe I00-I99 veranschaulicht. Die Bestimmung der Residuen im 2. Schritt ist – bildlich gesprochen – vorstellbar als vertikaler Abstand zwischen den als Punkten dargestellten Fallquoten und der Trendgeraden. In diesem Beispiel sind in den Hitzejahren

5 Residuen größer als 0 (dunkelrote Punkte liegen oberhalb der Trendgeraden) und ein Residuum ist kleiner als 0 (ein dunkelroter Punkt liegt unterhalb der Trendgeraden). Diese Beobachtung lässt vermuten, dass ein gewisser Einfluss von Hitze auf die Sterblichkeit der Diagnosegruppe I00-I99 besteht, was im Folgenden statistisch untersucht wird.

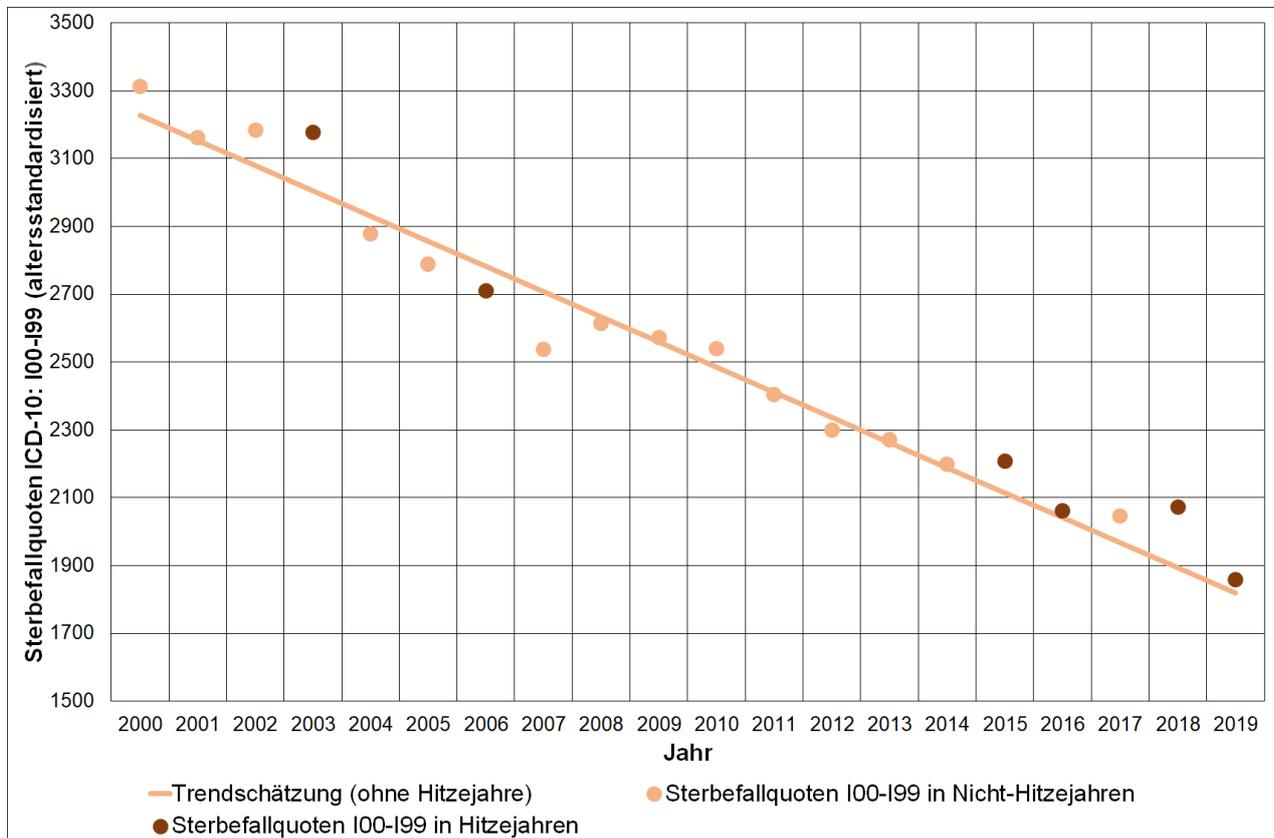


Abb. 1: Altersstandardisierte Sterbefallquoten der ICD-10-Diagnosegruppe I00-I99 in Sachsen-Anhalt von 2000 – 2019 sowie die zugehörige Schätzung des linearen Trends ohne Einbeziehung der Sterbefallquoten der Hitzejahre

2.7 Statistische Tests

Der Zusammenhang der Herz-Kreislauf-Morbidity und -Mortalität mit den Hitzedaten wurde auf zwei Wegen untersucht und auf statistische Signifikanz geprüft. Sämtliche Tests wurden zum Niveau $\alpha = 5\%$ und, da eine positive Assoziation vermutet wird, mit einseitiger Hypothese ausgeführt. Signifikanz liegt demnach vor, wenn der p-Wert (im Folgenden mit „p“ abgekürzt) kleiner als 0,05 ist. Anstelle der originalen Zeitreihen der altersstandardisierten HKK-Sterbe- und HKK-Krankenhausfallquoten wurden die vom Grundtrend bereinigten HKK-Residuen herangezogen.

Der erste Weg bestand darin, lineare Regressionen mit der Hitzevariable V6 als Einflussgröße und den Residuen der Sterbefallquoten und Krankenhausfallquoten der Diagnosegruppen I00-I99, I20-I25 und I60-I69 als jeweilige abhängige Variablen über den

gesamten Untersuchungszeitraum 2000 – 2019 umzusetzen. Im Rahmen dessen war vor allem der Korrelationskoeffizient nach Bravais-Pearson (im Folgenden mit „r“ abgekürzt) von Interesse, welcher den linearen Zusammenhang zwischen V6 und den HKK-Residuen quantifiziert. Diese Korrelation wurde anschließend mit der Alternativhypothese „Die Korrelation ist größer als 0.“ auf statistische Signifikanz getestet.

Der zweite Weg löst sich komplett von der Hitzevariable V6 und verwendet stattdessen die Einteilung in Hitzejahre und Nicht-Hitzejahre (vgl. **Tab. 1**, letzte Zeile). Dabei wurden Gruppenvergleiche mittels Mann-Whitney-U-Tests mit der Alternativhypothese „HKK-Residuen in Hitzejahren sind größer als in Nicht-Hitzejahren.“ durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Hitzejahre

Das Ergebnis der Identifizierung und Überprüfung von Hitzejahren ist in **Tab. 1** zusammengefasst:

Hitze-Kriterium	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Ø
Anzahl Sommertage	40	37	46	61	32	47	64	43	37	45	42	45	41	44	39	47	60	45	94	66	48,75
Anzahl Hitzetage	7	13	11	28	7	14	21	11	13	6	12	5	12	14	10	17	17	7	33	24	14,10
V6 (Werte)	-1,430	-0,557	-0,137	2,538	-1,506	-0,919	1,114	-0,594	-0,176	-1,220	-0,043	-1,391	-0,880	0,070	-0,841	0,583	0,583	-0,745	3,164	2,388	
V6 (Rang)	19	11	9	2	20	16	4	12	10	17	8	18	15	7	14	5	5	13	1	3	
Hitzejahr				X			X									X	X		X	X	

Tab. 1: Identifizierung von Hitzejahren

In dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass sich Sommertage, Hitzetage und daraus abgeleitete Hitzejahre im letzten 5-Jahreszeitraum des Untersuchungszeitraums 2000 – 2019 stark gehäuft haben und der bislang höchste V6-Wert im vorletzten Jahr (2018) des Untersuchungszeitraums auftrat.

Dieses Resultat deckt sich ungefähr mit den Hitzewarnungen des DWD, die seit 2005 für die Stadt- und Landkreise herausgegeben werden ([Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Leistungen - Hitzewarnung \(dwd.de\)](http://www.dwd.de)) und im Rahmen von Hitzeaktionsplänen zur Aktivierung von Anpassungsmaßnahmen Berücksichtigung finden. In Sachsen-Anhalt gab es von 2005 bis 2019 durchschnittlich 10,6 Tage pro Jahr, an denen für mindestens einen Kreis eine Hitzewarnung veröffentlicht wurde* (Daten nicht gezeigt). Die Hitzejahre 2006 (21*), 2016 (13*), 2018 (22*) und 2019 (15*) liegen über dem Durchschnitt, das Hitzejahr 2015 (10*) etwas darunter. Auffällig ist das Jahr 2010 mit 19*, jedoch mit nur 12 Hitzetagen gemäß DWD-Definition. Mögliche Gründe für die punktuellen Abweichungen zwischen den Jahren mit vielen Hitzewarnungen und den in diesem Schlaglicht definierten Hitzejahren können

darin liegen, dass Hitzewarnungen einen eher prognostischen Charakter haben und dabei die gefühlte Temperatur sowie die nächtliche Abkühlung einfließen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass es überwiegend Übereinstimmungen zwischen den Hitzejahren und den Jahren mit vielen Hitzewarnungen gibt und dass das Hitzewarnsystem somit ein geeignetes Instrument für Hitzeaktionspläne ist.

3.2 Hitze-bedingt erhöhte Mortalität

Trägt man im Zeitraum 2000 – 2019 die Residuen der Sterbefallquoten infolge von HKK insgesamt (I00-I99) bzw. von zerebrovaskulären Krankheiten (I60-I69) jeweils gegen die Hitzevariable V6 auf, so streuen die Wertepunkte relativ stark um die jeweils berechneten Regressionsgeraden. Dennoch ist bei beiden Diagnosegruppen eine statistisch signifikante, positive Korrelation nachweisbar (**Abb. 2 und 6**). Damit gilt für den Untersuchungszeitraum die verkürzte Formulierung: „**Je höher die thermische Belastung, desto höher war die Sterblichkeit infolge von I00-I99 und I60-I69**“. Auch die Residuen der I20-I25-Sterbefallquoten zeigten optisch eine schwache, positive Korrelation mit V6, allerdings war eine statistische Signifikanz knapp nicht gegeben (**Abb. 4**).

Vergleicht man weiterhin die Streuung und die Lagemaße der Residuen der Sterbefallquoten infolge von I00-I99, I20-I25 bzw. I60-I69 in den sechs Hitzejahren (2003, 2006, 2015, 2016, 2018 und 2019) mit denjenigen in den restlichen 14 Nicht-Hitzejahren des Untersuchungszeitraums (Gruppenvergleich), so streuen die Wertepunkte auch hier relativ stark um die jeweiligen Lagemaße (**Boxplots in Abb. 3, 5, 7**). Bei I20-I25 und I60-I69 ergab sich trotz dieser großen Streuung ein statistisch signifikant höheres Lagemaß in Hitzejahren im Vergleich zu Nicht-Hitzejahren (**Abb. 5 und 7**), so dass für den Untersuchungszeitraum die verkürzte Formulierung gilt: „**Die Sterblichkeit infolge von I20-I25 und I60-I69 war in Hitzejahren höher als in Nicht-Hitzejahren**“. Auch die Sterblichkeit der gesamten Hauptgruppe (I00-I99) war in den Hitzejahren deskriptiv höher als in den Nicht-Hitzejahren, eine statistische Signifikanz wurde allerdings knapp verfehlt (**Abb. 3**).

3.3. Hitzebedingt erhöhte Morbidity/Krankenhausfallquoten

Die Analyse einer möglichen Assoziation der Häufigkeit von Herz-Kreislauf-bedingten Krankenhauseinweisungen mit Hitzehäufigkeit und -intensität wurde in analoger Weise wie bei der Sterblichkeit durchgeführt. Die Residuen der HKK-Krankenhausfallquoten streuten sowohl in den Korrelationsdiagrammen als auch in den Boxplots der Gruppenvergleiche noch etwas stärker (Daten nicht gezeigt) als die Residuen der Sterbefallquoten. Dies zeigte sich dann auch in den insgesamt kleineren Korrelationskoeffizienten bzw. in den höheren

p-Werten bei den Krankenhausdaten (**Tab. 2**) im Vergleich zu den Sterbedaten (**Abb. 2 – 7**). Allerdings war auch in den Krankenhausdaten eine statistisch signifikante Assoziation von zerebrovaskulären Ereignissen und Hitze nachzuweisen (**Tab. 2**). Dies unterstreicht die besondere Hitzesensibilität dieser Diagnosegruppe (zu möglichen Erklärungen für die generell geringere Hitzeassoziation der HKK-Krankenhausfälle und die besondere Hitzesensibilität von I60-I69: siehe Diskussion).

4. Diskussion

Die hier durchgeführten Analysen zeigen, dass im Zeitraum 2000 – 2019 in Sachsen-Anhalt die Hitzedaten (Hitzejahre und V6-Werte) statistisch signifikant mit einer erhöhten Herz-Kreislauf-Sterblichkeit bei ≥ 65 -Jährigen assoziiert waren. Dies steht im Einklang mit einer großen Anzahl anderer Studien, in denen ebenfalls Assoziationen der Sterblichkeit bezüglich der Gesamtgruppe I00-I99 oder bezüglich verschiedener HKK-Untergruppen mit Hitze nachgewiesen wurden, speziell bei älteren Menschen^{4,5}.

In unseren Analysen zeigte sich eine besonders starke Hitze/Sterblichkeits-Assoziation in der Diagnosegruppe I60-I69 (Zerebrovaskuläre Krankheiten, darunter ischämische und hämorrhagische Schlaganfälle). Die internationalen Studienergebnisse zur Assoziation von Lufttemperatur und dem Auftreten von bzw. der Sterblichkeit an Schlaganfällen sind relativ uneinheitlich und hängen unter anderem davon ab, welche Formen des Schlaganfalls, welche Auslöse- und Wirkzeiträume und welche geografischen Regionen untersucht wurden⁶. Analog zu den hier dargestellten Analysen fanden mehrere Studien ebenfalls eine stärkere hitzebedingte Übersterblichkeit bei I60-I69 als bei anderen HKK-Untergruppen^{6,7,8,9}.

Bei der Diskussion der Assoziation von Lufttemperatur und HKK-Sterblichkeit muss berücksichtigt werden, dass auch Kälte bzw. große Temperatursenkungen zu einer erhöhten HKK-Sterblichkeit führen, in vielen Studien sogar stärker als Hitze bzw. große Temperaturanstiege. Allgemein zeichnet sich aus den vielen Studien das Bild einer U-förmigen Abhängigkeit der HKK-Mortalität und HKK-Morbidity von der Außentemperatur ab, mit progressiv zunehmender Sterblichkeit / Morbidity sowohl im oberen als auch im unteren Bereich der in den Studien erfassten Temperaturskala⁵. Um für dieses Schlaglicht

⁶ Wang, X. et al. (2016). Ambient Temperature and Stroke Occurrence: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, 698, 1-12.

⁷ Rooney, C., Anthony J McMichael, A.J., Kovats, R.S., Coleman, M.P. (1998). Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol Community Health*, 52:482–486.

⁸ Revich, B., Shaposhnikov, D. (2008). Temperature-induced excess mortality in Moscow, Russia. *Int J Biometeorol*, 52:367–374.

⁹ Zhang, Y., Li, C., Feng, R., Zhu, Y., Wu, K., Tan, X., Ma, L. (2016). The Short-Term Effect of Ambient Temperature on Mortality in Wuhan, China: A Time-Series Study Using a Distributed Lag Non-Linear Model. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, 722, 1-13.

auszuschließen, dass die Schlussfolgerungen zum Hitzeeinfluss durch Kälteereignisse verzerrt werden, wurde der mögliche Kälteeinfluss auf analoge Weise geprüft (Ermittlung von Kältejahren und Berechnung einer metrischen Kältevariable). Für den Zeitraum 2000 – 2019 ergab sich für Sachsen-Anhalt kein signifikanter Einfluss von Kälte auf die HKK-Mortalität und -Morbidity (Daten nicht gezeigt).

Auch bei zerebrovaskulären Krankheiten ist dieser ambivalente Temperatureinfluss in einer Reihe von Studien beobachtet worden. Er lässt sich physiologisch stark vereinfacht wie folgt erklären^{5,6}: bei hoher Außentemperatur werden die peripheren Gefäße zur Kühlung des Körpers auf Kosten innerer Organe stark durchblutet, dadurch (und durch weitere regulatorische Mechanismen) kann es zu einer Mangel durchblutung des Gehirns und letztlich zu einem ischämischen Schlaganfall (Hirnfarkt) kommen. Bei niedrigen Außentemperaturen wird die Blutmenge zur Vermeidung von Wärmeverlusten im Inneren des Körpers konzentriert, dadurch (und durch weitere regulatorische Mechanismen) steigt der Blutdruck und es kann, vor allem bei Patienten mit latent hohem Blutdruck, zum Platzen von Gefäßen im Gehirn kommen (hämorrhagischer Schlaganfall). Allerdings spielen für die Auslösung bestimmter Formen von Schlaganfällen auch andere meteorologische Faktoren eine wichtige Rolle⁶.

Obwohl HKK unter allen Diagnosegruppen als besonders hitzesensibel gelten^{4,5}, war die Assoziation der HKK-Sterblichkeit mit Hitzehäufigkeit und -intensität in der hier beschriebenen Analyse deutlich schwächer als die Assoziation der allgemeinen (unspezifischen) Mortalität mit Hitzeereignissen in einer anderen Analyse des LAV¹⁰. Dies könnte unter anderem daran liegen, dass für die hier vorgestellte spezifische (ICD-10-bezogene) Analyse nur jährliche Sterbedaten verfügbar waren, während sich viele Analysen zur unspezifischen hitzebedingten Übersterblichkeit – so auch die besagte LAV-Analyse¹⁰ - auf wöchentliche Sterbefälle und nur auf die Sommerhalbjahre beziehen. Letzteres hat zur Konsequenz, dass ein sog. Harvesting-Effekt stattfindet: Besonders heiße Sommer nehmen Todesfälle „vorweg“, welche ansonsten statistisch im darauffolgenden Herbst/Winter stattgefunden hätten. Daher ist es denkbar, dass bei Jahresanalysen hitzebedingte Übersterblichkeiten im Sommer durch nachfolgende Untersterblichkeiten teilweise ausgeglichen werden.

¹⁰ Keitel, M. (2023). Analyse der wöchentlichen allgemeinen (unspezifischen) Sterblichkeit in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2000 – 2022 im Hinblick auf eine mögliche Assoziation mit landesweiten wöchentlichen Temperaturdaten im gleichen Zeitraum (in Vorbereitung).

Studien zum Einfluss von Hitze auf die Häufigkeit von HKK-bedingten Krankenhauseinweisungen sind insgesamt seltener als solche zur hitzebedingten HKK-Sterblichkeit. In mehreren dieser Studien wurde festgestellt, dass der Einfluss der Hitze auf HKK-Krankenhausanweisungen deutlich schwächer als derjenige auf die Sterblichkeit ist bzw. bisweilen gar nicht nachweisbar oder sogar negativ ist^{5,11,12,13,14}. Auch in unserer Analyse war die Assoziation von Hitze mit HKK-bedingten Krankenhauseinweisungen schwächer als die Assoziation von Hitze mit HKK-bedingten Sterbefällen (vgl. r- und p-Werte in **Tab. 2** versus **Abb. 2 – 7**). Nur bei Krankenhausfällen von I60-I69 ergab sich eine statistische Signifikanz (**Tab. 2**). Eine mögliche Erklärung für dieses zunächst überraschende Phänomen könnte sein, dass hitzebedingte Herz-Kreislauf-Ereignisse relativ schnell zum Tode führen und deshalb oft gar nicht ins Krankenhaus gelangen^{11,12}. Dies könnte auch die Erklärung für das Fehlen eines Zusammenhangs von Hitze und I20-I25-Krankenhauseinweisungen in unserer Analyse sein (**Tab. 2**), weil zu dieser Diagnosegruppe der Herzinfarkt mit seiner hohen Letalität gehört. Im Gegensatz dazu war in unseren Analysen eine Hitzeabhängigkeit von Krankenhauseinweisungen bei I60-I69 noch nachweisbar (**Tab. 2**). Dies könnte daran liegen, dass Hitzeereignisse bei dieser Diagnosegruppe (Schlaganfälle) eine geringere Letalität haben als Herzinfarkte.

Zuletzt ist festzuhalten, dass Patienten mit kardiologischen Vorerkrankungen, Diabetes mellitus und Bluthochdruck bezüglich hitzebedingter Herz-Kreislauf-Ereignisse besonders gefährdet sind⁴. Alle drei Risikofaktoren sind in Sachsen-Anhalt stärker verbreitet als im Bundesdurchschnitt^{14,15,16,17}.

¹¹ Kovats, S.R., Hajat, S., Wilkinson, P. (2004). Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. *J Occup Environ Med*, 61:893–898.

¹² Linares, C., Diaz, J. (2008). Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *Eur J Public Health*, 18:317–322.

¹³ Paola Michelozzi, P. et al. (2009). High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities. *Am J Respir Crit Care Med* 2009; 179: 383-389.

¹⁴ van Loenhout, J.A.F., Tefera Darge Delbiso, T.D., Kiriliouk, A., Rodriguez-Llanes, J.M., Segers, J., Guha-Sapir, D. (2018). Heat and emergency room admissions in the Netherlands. *BMC Public Health*, 18:108, 1-9.

¹⁵ Wahl, G. (2013). Herz-Kreislauf-Erkrankungen und assoziierte Diagnosen bei unter 65-Jährigen in Sachsen-Anhalt. Fokusbericht der Gesundheitsberichterstattung für das Land Sachsen-Anhalt. In: Ministerium für Arbeit und Soziales Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Gesundheit der arbeitsfähigen Bevölkerung in Sachsen-Anhalt. Bericht zur gesundheitlichen Lage, zum Arbeitsschutz und zur betrieblichen Gesundheitsförderung.

¹⁶ Wahl, G. (2015). Routinedaten der Gesundheitsberichterstattung zur gesundheitlichen Lage von ≥65-Jährigen in Sachsen-Anhalt. In: Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Fokusbericht der Gesundheitsberichterstattung für das Land Sachsen-Anhalt.

¹⁷ Wahl, G. (2023). Diabetes Typ 2 in Sachsen-Anhalt. In: Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Schlaglicht der Gesundheitsberichterstattung für das Land Sachsen-Anhalt.

5. Fazit und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Analyse hat nachgewiesen, dass in Sachsen-Anhalt die Häufigkeit von Herz-Kreislauf-bedingten Sterbe- und Krankenhausfällen bei älteren Menschen bei Hitze zunimmt und dass Hitzeereignisse in den letzten Jahren gehäuft auftraten. Die physiologischen Mechanismen des Einflusses von Hitze auf das Herz-Kreislauf-System sind komplex und konnten hier nicht erschöpfend besprochen werden. Zu beachten ist, dass nicht nur hohe Temperaturen oder starke Temperaturanstiege Herz-Kreislauf-Ereignisse (Krankenhauseinweisungen und Sterbefälle) begünstigen, sondern auch tiefe Temperaturen bzw. starke Temperaturgefälle. Da in unserer Region im Laufe des Klimawandels aber eine Zunahme von Sommertagen, Hitzetagen und Tropennächten sowie eine Abnahme von Frost- und Eistagen zu erwarten sind^{2,18}, sollten sich Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in unserem Land vor allem auf Hitze fokussieren.

Bei hitzebedingten Herz-Kreislauf-Ereignissen sind ältere Menschen und Menschen mit kardiologischen Vorerkrankungen, mit Diabetes mellitus und mit Bluthochdruck besonders gefährdet. Gerade diese Risikofaktoren treten in Sachsen-Anhalt besonders oft auf und kumulieren häufig in Senioren- und Pflegeheimen. Diese Einrichtungen sollten die ersten Settings für mögliche Hitze-Anpassungsmaßnahmen in Sachsen-Anhalt sein. Demgemäß hat das LAV im Auftrag des Ministeriums für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Gleichstellung des Landes Sachsen-Anhalt und in fachlicher Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern einen „Musterhitzeaktionsplan für Einrichtungen zur Betreuung und Pflege älterer Menschen“ erarbeitet ([MusterhitzeaktionsplanPflegeeinrichtungen.pdf \(sachsen-anhalt.de\)](https://www.sachsen-anhalt.de/medien/2023/07/musterhitzeaktionsplan-pflegeeinrichtungen.pdf)). Dieser enthält praxistaugliche Hilfestellungen für die Entwicklung einrichtungsspezifischer Maßnahmenpläne zum Schutz vor Hitze und den gesundheitlichen Folgen.

Eine weitere Risikogruppe darf nicht vergessen werden: immer mehr Menschen in Deutschland arbeiten bis zum Alter von 65 Jahren und länger. Darunter auch solche, die bis ins fortgeschrittene Alter körperlich anstrengende Arbeiten im Freien verrichten. Dieser Personenkreis und auch jüngere Altersgruppen sollten unbedingt die Empfehlungen des Arbeitsschutzes umsetzen (z. B. „Arbeiten unter der Sonne“, siehe <https://publikationen.dguv.de/>, Suche: 203-085).

¹⁸ Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen (<https://rekis.hydro.tu-dresden.de/>).

Bei den Schutzmaßnahmen werden drei Kategorien benannt:

- Technische Maßnahmen, bspw. feste Unterstellmöglichkeiten; gutes Belüften von Arbeitsbereichen.
- Organisatorische Maßnahmen, bspw. körperlich anstrengende Arbeiten zu kühleren Tageszeiten ausführen; Getränke und UV-Schutzmittel zur Verfügung stellen.
- Persönliche Schutzmaßnahmen, bspw. körperbedeckende Bekleidung; Tragen einer Kopfbedeckung und einer geeigneten Sonnenbrille; UV-Schutzmittel benutzen.

Doch auch Arbeitskräfte in Gebäuden sind von den sich häufenden Hitzebelastungen betroffen und sollten auf die Einhaltung von Schutzmaßnahmen achten. Hierfür stellt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zahlreiche Informationen zur Verfügung ([BAuA - Klima am Arbeitsplatz - Empfehlungen für heiße Sommertage in Arbeitsstätten - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin](#)).

		Diagnosegruppe		
		I00-I99	I20-I25	I60-I69
Korrelation der Residuen der Krankenhausfallquoten vs. Hitzevariable V6*	Korrelationskoeffizient (r)	-0,034	0,037	0,517
	Signifikanz (p)	0,5564	0,4379	0,0098
Gruppenvergleich der Residuen der Krankenhausfallquoten in Nicht-Hitzejahren und Hitzejahren**	Signifikanz (p)	0,3590	0,2470	0,0204

* Test auf positive, lineare Korrelation (analog Abb. 1, 3 und 5)

** Mann-Whitney-U-Test zur Prüfung, ob die Residuen in Hitzejahren größer als in Nicht-Hitzejahren sind (analog Abb. 2, 4 und 6)

nicht signifikant

signifikant

Tab. 2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse, ob die Krankenhausfallquoten bezüglich ICD-10: I00-I99, I20-I25 und I60-I69 mit den Hitzedaten assoziiert sind

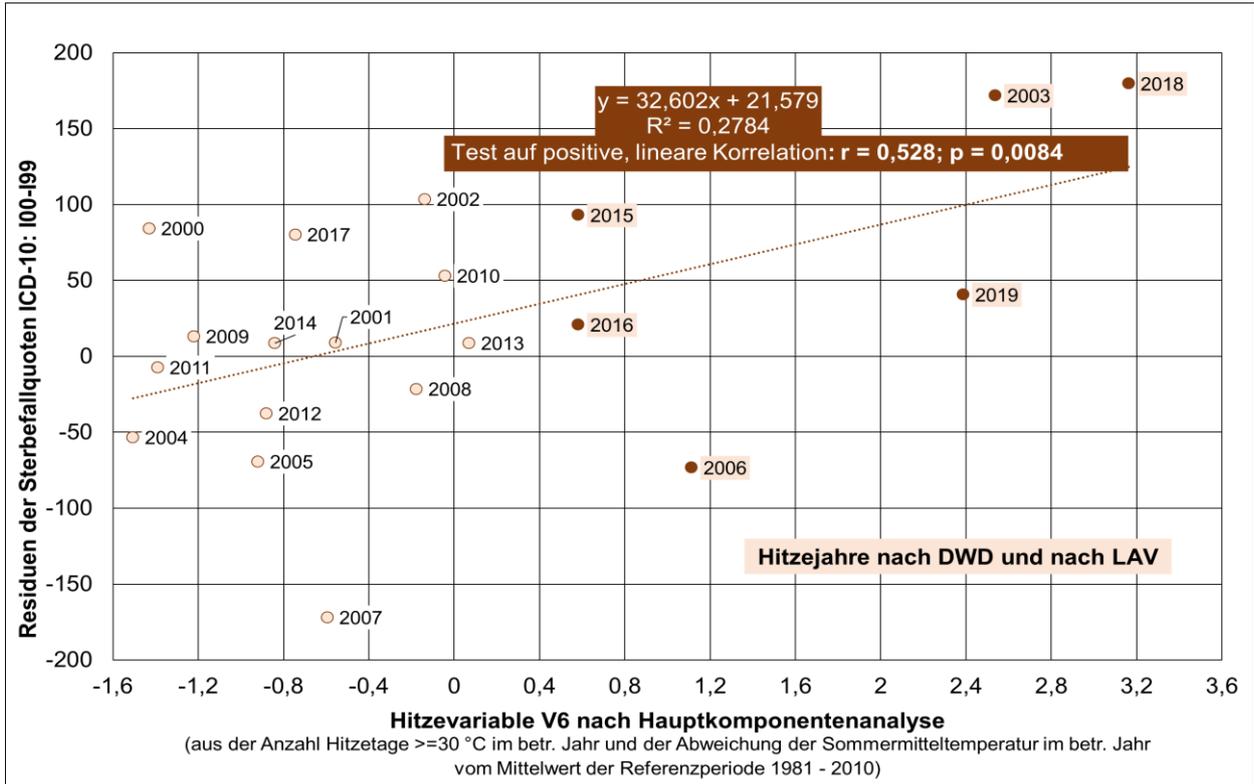


Abb. 2: Korrelation der ICD-10: I00-I99-Sterblichkeit von ≥ 65 -Jährigen mit der Hitzevariablen V6

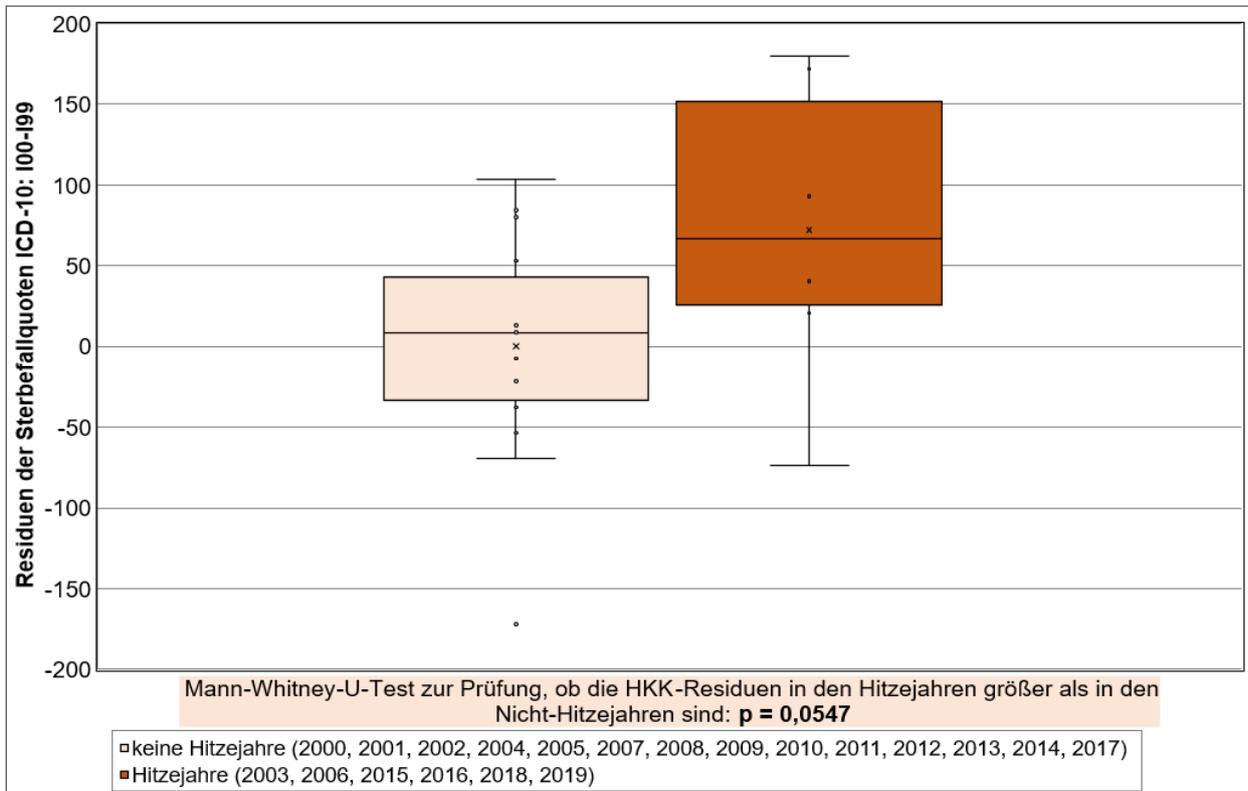


Abb. 3: Streuung und Lagemaße der ICD-10: I00-I99-Sterblichkeit von ≥ 65 -Jährigen in 14 Nicht-Hitzejahren und 6 Hitzejahren

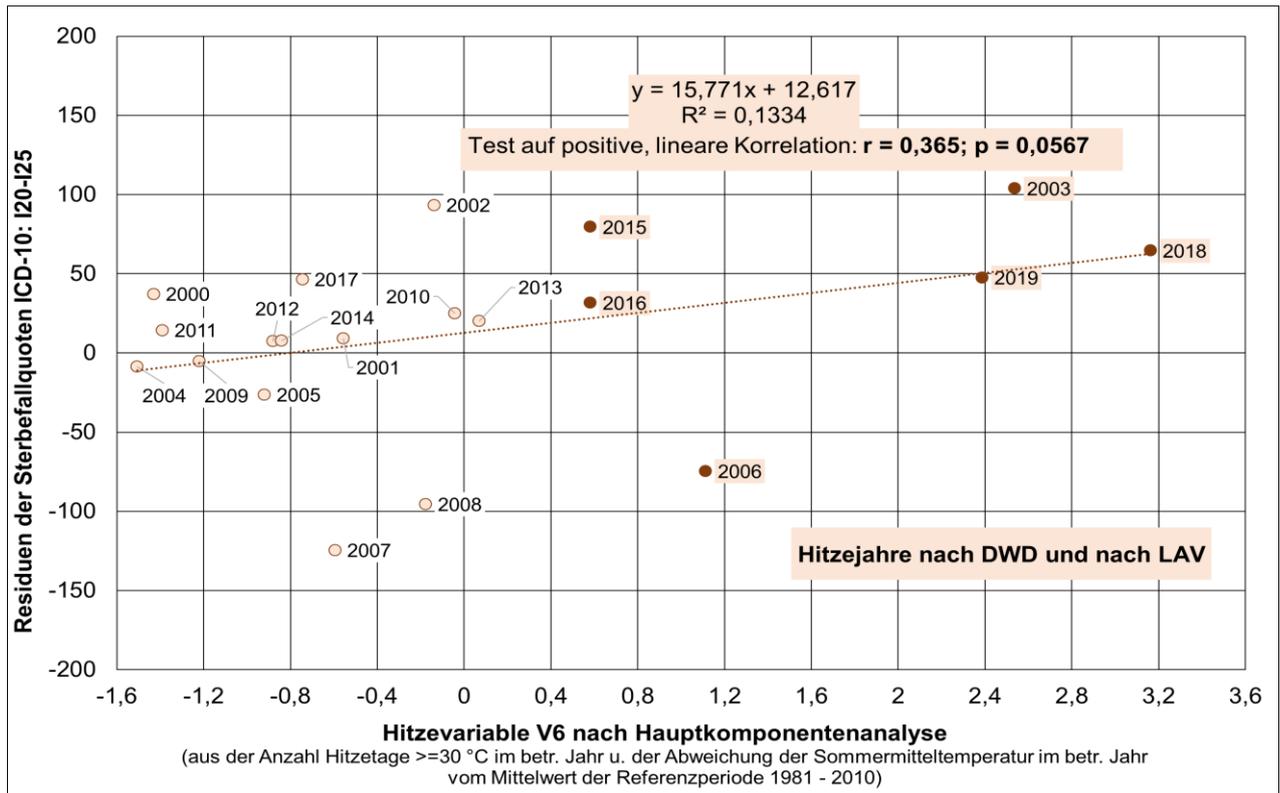


Abb. 4: Korrelation der ICD-10: I20-I25-Sterblichkeit von ≥ 65 -Jährigen mit der Hitzevariablen V6

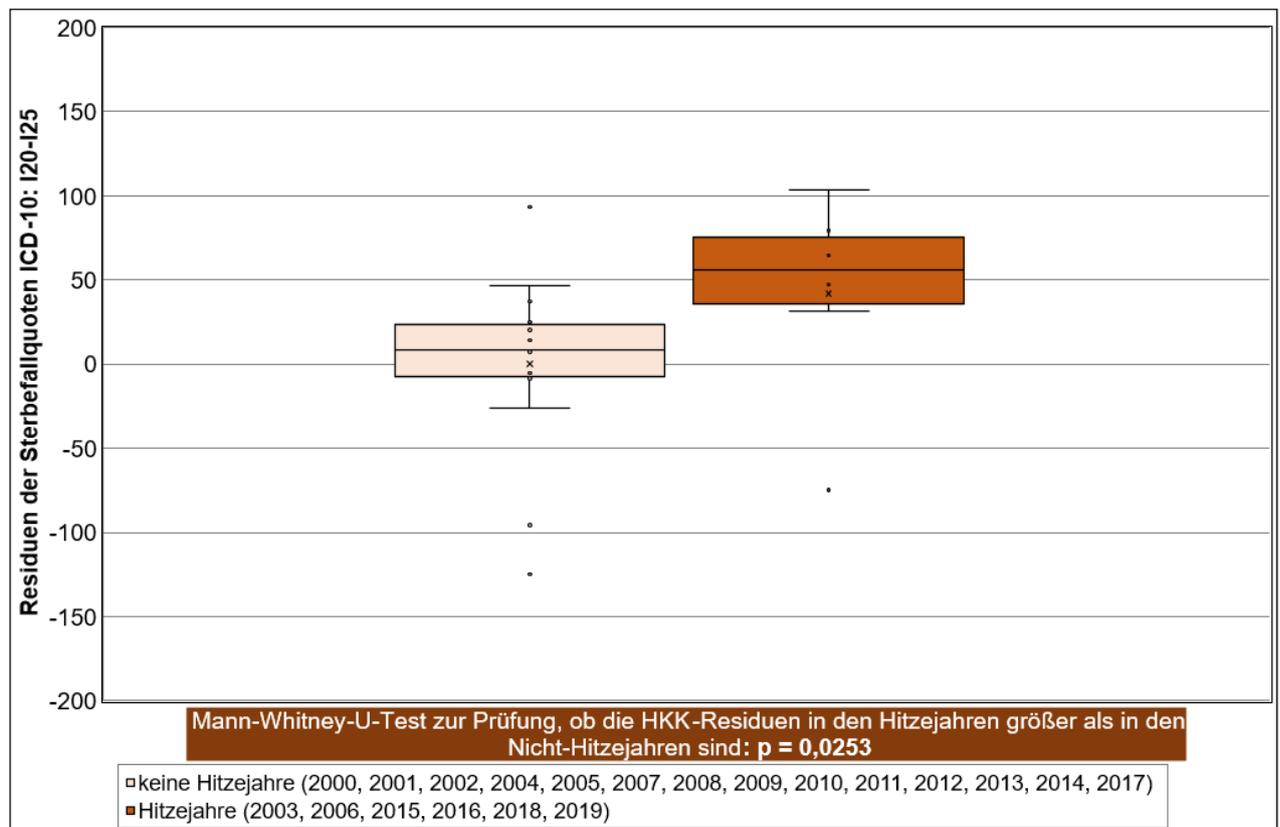


Abb. 5: Streuung und Lagemaße der ICD-10: I20-I25-Sterblichkeit von ≥ 65 -Jährigen in 14 Nicht-Hitzejahren und 6 Hitzejahren

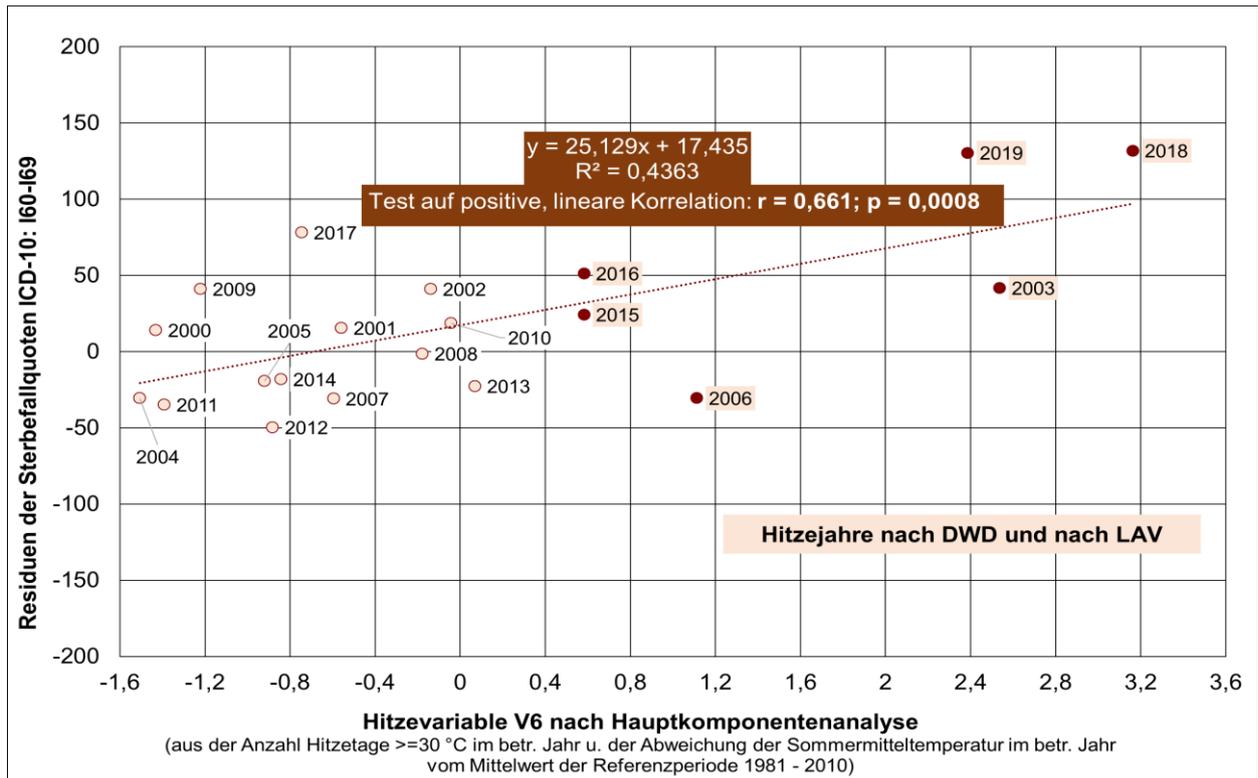


Abb. 6: Korrelation der ICD-10: I60-I69-Sterblichkeit von ≥ 65 -Jährigen mit der Hitzevariablen V6

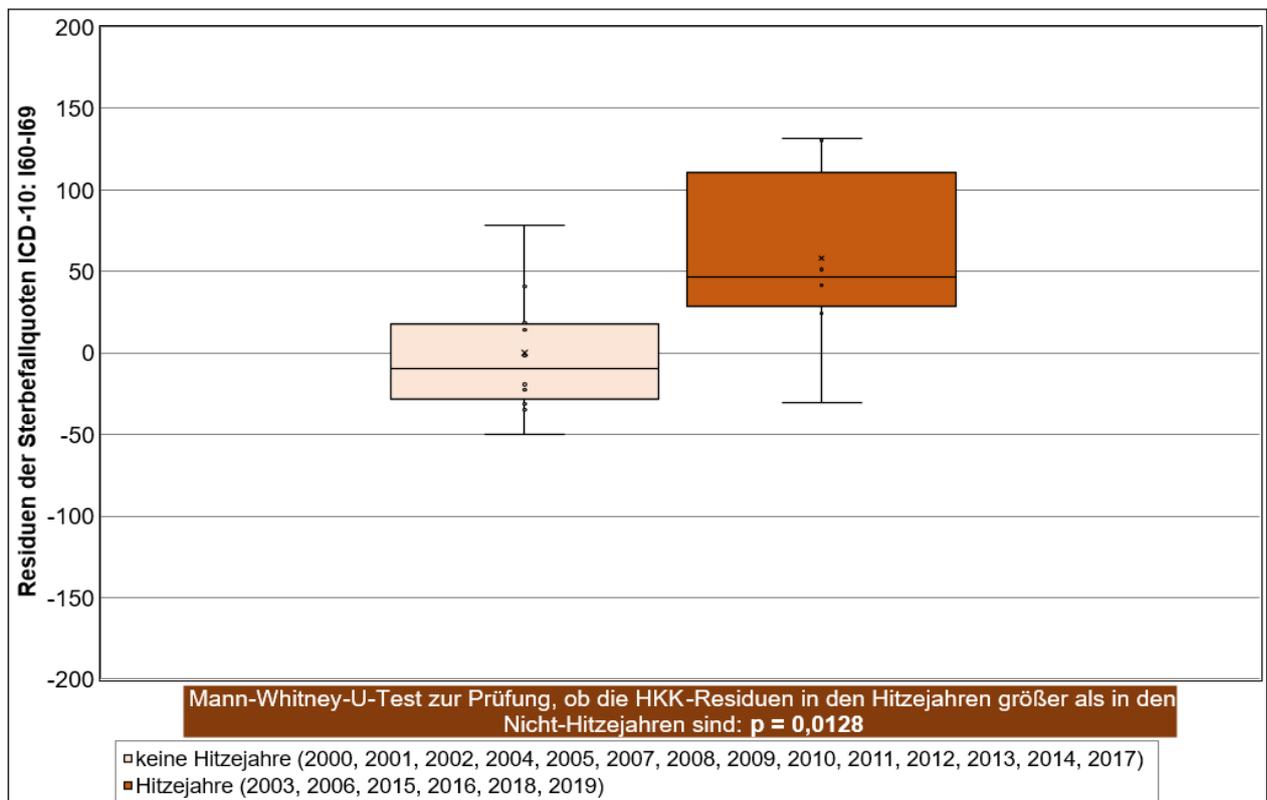


Abb. 7: Streuung und Lagemaße der ICD-10: I60-I69-Sterblichkeit von ≥ 65 -Jährigen in 14 Nicht-Hitzejahren und 6 Hitzejahren

verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de