

# NoWoHit

Surveillance von Notfallkontakten  
während Hitzeperioden in Worms

## Technisches Handbuch für das NoWoHit Surveillance-System

Entstanden im Rahmen des Projektes NoWoHit in Kooperation zwischen der Hochschule Fulda mit der Stadt Worms, Abt. 7.00 Anpassung an den Klimawandel und dem Klinikum Worms

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des BMUV-Programms „Anpassung an den Klimawandel“ mit dem Schwerpunkt "Kommunale Leuchtturmvorhaben" mit dem Förderkennzeichen 67DAS209B

Laufzeit vom 01.09.2020 - 31.10.2023

Autor:

Hendrik Siebert, Hochschule Fulda

Projektleitungen:

Prof. Dr. Dea Niebuhr, Hochschule Fulda

Prof. Dr. Katharina Rathmann, Hochschule Fulda

Projektidee und Projektleitung bis März 2023:

Prof. Dr. Henny A. Grewe, Hochschule Fulda

Impressum:

Public Health Zentrum Fulda

Hochschule Fulda

Leipziger Straße 123

36037 Fulda

Online: [NoWoHit](#)

Stand:  
30. April 2024

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Zielsetzung des Handbuchs

---

Das vorliegende Handbuch beschreibt die technischen und inhaltlichen Anforderungen an den Betrieb des im Rahmen des Projektes „Surveillance von Notfallkontakten während Hitzeperioden in Worms“ (NoWoHit) entwickelten Systems der kontinuierlichen Beobachtung gesundheitlicher Indikatoren bei Hitze. Im Vordergrund steht dabei die vollständige Abbildung des Prozesses von der Bereitstellung über den Transfer bis zu der Auswertung der für das Surveillance-System (SurvS) relevanten Datenmengen. Aus diesem Grund wurde auf explizite Empfehlungen zur Interpretation der durch das SurvS erzeugten Ergebnisse verzichtet.

Obgleich die in diesem Handbuch beschriebenen Verfahrensweisen spezifisch für die und mit den an dem Projekt beteiligten Institutionen entwickelt wurden, wird Wert auf eine möglichst generische Darstellung gelegt, die eine entsprechend angepasste Übertragung des SurvS auf andere, vergleichbare Settings erlaubt.

Dieses Handbuch repräsentiert das kompakt dokumentierte Ergebnis der Entwicklung eines anwendungsorientierten Verfahrens und fokussiert auf die technischen und prozessualen Belange des SurvS. Eine vollumfängliche Darstellung des Hintergrundes, der Methoden und Ergebnisse zum Projekt NoWoHit kann dem Schlussbericht entnommen werden (abzurufen unter [NoWoHit](#)).

## Hintergrund und Zielsetzung des Surveillance-Systems

---

Perioden großer Hitze werden als Folge des Klimawandels zukünftig häufiger auftreten und länger andauern (vgl. z. B. Zeitreihen des DWD Deutscher Klimaatlas (DWD o.J.)). Es gilt als wissenschaftlich belegt, dass diese gemeinhin als Hitzewellen bezeichneten Ereignisse erhebliche, unerwünschte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben: sowohl die Sterblichkeit (z. B. Robine et al. 2007; an der Heiden et al. 2019, Liu et al. 2022; Winklmayr et al. 2022) als auch die Krankheitslast (z. B. Bunker et al. 2016; Lee et al. 2019; Liu et al. 2021; Faurie et al. 2022) nehmen unter akuter Hitzeexposition in einem statistisch bedeutsamen Ausmaß zu.

Vor diesem Hintergrund entwickeln und implementieren Kommunen integrierte Maßnahmenpläne für die Anpassung an den Klimawandel. Neben weiteren Elementen sollen diese Hitzeaktionspläne (HAP) gemäß den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation auch Verfahren zur Dauerbeobachtung relevanter Gesundheitsindikatoren, sogenannte Monitoring- oder Surveillance-Systeme, umfassen (Matthies et al. 2008). Die epidemiologische Beobachtung der Sterbe- und/oder Krankheitsfälle unter Hitze kann den für den Gesundheitsschutz relevanten Akteur:innen dann, im besten Falle zeitnah und gut verständlich aufbereitet, wertvolle Informationen über die aktuelle gesundheitliche Gefährdungssituation für die Bevölkerung bereitstellen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Das übergeordnete Ziel in NoWoHit war die Entwicklung eines Surveillance-Systems für die Stadt Worms unter Rückgriff auf Notfalldaten des Klinikums in Worms als Element bzw. Maßnahme (A2: Monitoring Morbiditäts- und Mortalitätsgeschehen) im für Worms entwickelten Hitzeaktionsplan.

Es enthält drei Teilziele:

- die Abbildung der gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung durch Hitze mittels der Auswertung von Notfalldaten der Zentralen Notaufnahme des Klinikums Worms,
- die Aufbereitung der Daten für eine Surveillance hitzebedingter Krankheitslast sowie
- die Implementierung des SurvS in den Routineablauf eines HAP am Beispiel der Stadt Worms.

## Technische Anforderungen und Informationen

---

### *R und RStudio*

Die für das SurvS entwickelten Routinen wurden in R abgebildet. R ist eine aus der Sprache S heraus entwickelte, objektorientierte Programmiersprache für statistische Anwendungen. Zugleich wird die entsprechende Softwareumgebung mit R bezeichnet. Das Unternehmen Posit stellt mit seinem Produkt RStudio eine integrierte Entwicklungsumgebung bereit, die eine nutzerfreundliche und vollumfängliche Bedienoberfläche für die Durchführung statistischer Analysen basierend auf R bietet. R bietet verschiedene Vorteile: Zum einen ist es kostenfrei verfügbar (siehe Abschnitt „Lizenzbedingungen“, S. 5), zum anderen erlaubt es eine hochflexible Programmierung bei der Umsetzung individueller Lösungen. Darüber hinaus existiert ein breites Netzwerk verschiedener Unterstützungsmöglichkeiten durch eine internationale Nutzer:innengemeinde, sofern Fragen bei der konkreten Arbeit mit R entstehen. Durch die Entwickler:innen werden regelmäßig Aktualisierungen der Software und durch engagierte Nutzer:innen entwickelte und aufwändig qualitätsgesicherte Funktionserweiterungen (sog. Pakete) bereitgestellt.

### *Internetzugang*

Grundsätzlich ist für die Ausführung der für das SurvS entwickelten Auswertungsroutinen ein Computer mit Internetzugang erforderlich. Die Notwendigkeit eines Internetzugangs ergibt sich aus dem täglichen Abrufen der Wetterdaten von dem ftp-Server des Deutschen Wetterdienstes. In Abhängigkeit von der Bereitstellung der Notfalldaten (etwa über eine Cloud) kann ein Internetzugang darüber hinaus erforderlich sein, um auf diese Datenmengen zugreifen zu können.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Systemvoraussetzungen

Das SurvS in NoWoHit wurde unter Windows 10 Pro auf einem 64-Bit-Betriebssystem mit 8 GB RAM entwickelt. Verwendet wurden die R Version 4.1.0 (Mai 2021) und die Version v1.4.1717 von RStudio Desktop (Juni 2021). Die für das SurvS genutzte kostenfreie Version von R Studio Desktop unterstützt die Versionen 10 und 11 für Windows sowie MacOs 10.15, 11 und 12. In der aktuellen Version werden ausschließlich 64-bit Systeme unterstützt; für ein 32-bit System muss auf eine ältere Version von RStudio zurückgegriffen werden.

## Prozessbeschreibung des SurvS

Abbildung 1 zeigt das Schema des Prozesses in einer vereinfachten Darstellung. Daraus geht hervor, dass das SurvS die Konfiguration der Beiträge dreier Institutionen erfordert: 1) den Beitrag der Notfallambulanz der teilnehmenden Klinik, 2) den der Kommune sowie 3) den des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Während letzterer passiv ist, weil lediglich der Öffentlichkeit generisch über Server zugängliche Daten abgerufen werden, können die Beiträge der Kommune als datenannehmende und der Notfallambulanz als datenliefernde Stelle als „aktiv“ bezeichnet werden. Notwendig sind die aktive Ausleitung und Versendung der Notfalldaten aus der mit der Ambulanz abgestimmten Spezifikation der interessierenden Variablen sowie die Definition des Formats und der Bezeichnung der Exportdatei.

Diese Spezifikation muss vor Einrichtung des Datenexports mit dem entsprechenden Softwareanbieter abgestimmt werden, dessen Produkt zur Datenerfassung eingesetzt wird. Zur Verwendung des hier vorgestellten SurvS wird die Spezifikation, wie in Tabelle 2 gezeigt, empfohlen. In dem in NoWoHit entwickelten SurvS wurde vom Softwarehersteller eine Schnittstelle programmiert, die routinemäßig einen täglichen Datenexport der interessierenden Variablen durchführt und diese in einer bei der Kommune vorgehaltenen Cloud ablegt. Die Bezeichnung der als .csv-Datei formatierten Datenmenge ist `epias_JJJJMMTT`. Die Datumsangabe repräsentiert das Datum der Datenlieferung tagesaktuell ( $T_{0+1}$  in Abbildung 1), während die enthaltenen Daten die Fallmenge des Vortages bilden ( $T_0$  in Abbildung 1).

Die Kommunikation zwischen der klinikseitigen Schnittstelle und der Kommune muss technisch stabil sein und den datenschutzrechtlichen Anforderungen entsprechen. Für die Wartung des Datentransfers durch den Softwareanbieter muss ggf. mit weiteren, obgleich geringen Kosten gerechnet werden.

Der Inputphase folgt eine Phase der Aufbereitung und Auswertung der empfangenen Daten zu dem Zeitpunkt, zu dem das Skript einmal täglich ausgeführt wird. Dieser umfasst den Import der Notfalldaten nach R, den Abruf der Wetterdaten vom DWD und die Ausführung der entsprechenden Prozeduren. Am Ende des Durchlaufs (Output) werden diese beschrieben (siehe Abschnitt „Weiterverarbeitung der vom SurvS

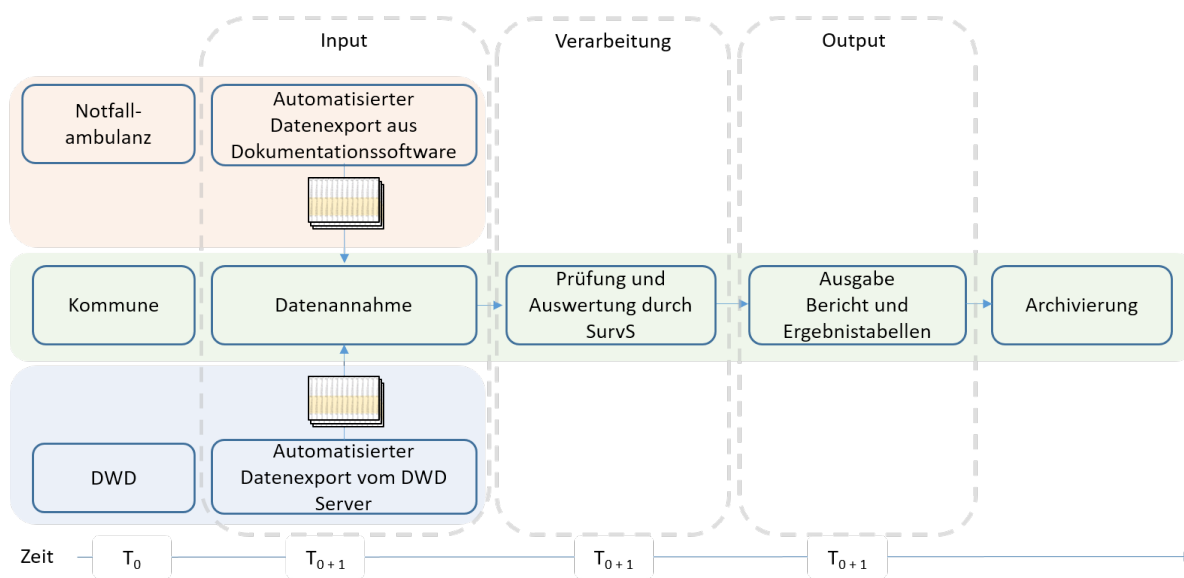
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

erzeugten Ergebnisse“, S. 6), verschiedene Produkte erzeugt, darunter ein Monitoringbericht sowie verschiedene Excel-Dateien mit den einzelnen Tages- bzw. den zu einem Gesamtergebnis zusammengeführten Tagesergebnissen. Sowohl der Monitoringbericht als auch die Tabellen werden in jeweils für das aktuelle Jahr automatisch vom System erzeugten Verzeichnissen mit entsprechender Datumsangabe im Dateinamen abgelegt. Beide Prozessschritte (Verarbeitung und Erstellung des Outputs) dauern zusammen etwa 15 Sekunden.

Abbildung 1: Prozessschema des SurvS



Sollte es zu Fehlern während der Ausführung kommen, wird kein Monitoringbericht erstellt. Sofern es für die automatisierte Auslösung des Skripts entsprechend eingestellt wurde (siehe Abschnitt „Mögliche Probleme bei der Inbetriebnahme des SurvS“, S. 16), wird eine Nachricht in einem Dialogfenster erscheinen und Auskunft über den Eintritt eines Fehlers geben. Die Fehlerursache lässt sich i.d.R. schnell mit Hilfe einer manuellen Prüfung durch entsprechende Hinweise bei der Skriptausführung beheben.

### Ordnerhierarchie

Sobald die notwendigen Voraussetzungen für den Betrieb des SurvS geschaffen wurden, wird in dem aktuellen Arbeitsverzeichnis die in Abbildung 2 gezeigte Ordnerstruktur hergestellt. Von besonderer Relevanz für den/die Endbenutzer:in sind die Ergebnisordner, weil dort sowohl die Gesamtergebnisse als auch die täglichen Ergebnisse abgelegt werden. Es sollten möglichst keine Änderungen (etwa durch manuelles Verschieben von Ordnern) vorgenommen werden, da dies die Nichtausführung des Skriptes zur Folge haben kann. Darüber hinaus sind typische für R-Projekte erzeugte Dateien enthalten. Die Datei mit der Endung “.Rproj“ repräsentiert die Entwicklungsumgebung und enthält das Skript selbst sowie sämtliche durch das Skript

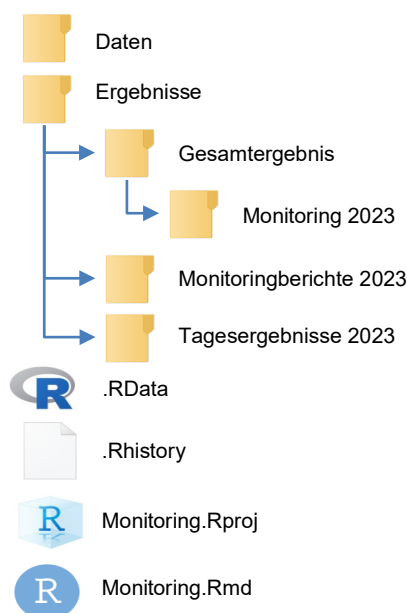
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

erzeugten Objekte. Sollten Änderungen an dem Skript erforderlich sein, können diese hier vorgenommen werden.

Abbildung 2: Ordnerhierarchie des SurvS



## Lizenzbedingungen

*R* ([www.r-project.org/](http://www.r-project.org/), unter GNU GPL 2/3) und *RStudio* Desktop (in der open-source Edition) ([www.rstudio.com/](http://www.rstudio.com/), unter AGPL v3) sind bei nicht-kommerzieller Nutzung kostenfrei.

## Anwenderbezogene Anforderungen

Für die technische Durchführung des SurvS sind keine Kenntnisse notwendig, die über die üblichen Kenntnisse im Umgang mit Computern sowie den gängigen Softwarepaketen hinausgehen. Sämtliche Prozesse des SurvS laufen unter den in Abschnitt „Prozessbeschreibung des SurvS“ (S. 3) definierten Bedingungen automatisiert ab. Gleichwohl ist es ratsam, die Expertise der mit den IT-Belangen der jeweiligen Kommune beauftragten Person einzuholen, um den Prozess der Implementierung zu begleiten oder durchführen zu lassen. Ist eine Ausgabe der Ergebnisse, die in der Standardeinstellung des Systems in ein für die Software *R* spezifisches Markdown-Dokument (*R Markdown* (.Rmd)) überführt werden, etwa als PDF- oder Word-Dokument gewünscht, kann dies durch einen Eingriff in den Header-Bereich des *R*-Skripts mit wenig Aufwand angepasst werden. Eine Anleitung dafür findet sich etwa

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



in der online kostenlos verfügbaren Ressource *bookdown.org* (<https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/>). Gleichwohl geht diese Änderung mit gewissen Einbußen bei der Funktionalität des Outputs im Vergleich zu der HTML-Ausgabe einher und sollte daher wohlüberlegt erfolgen.

Das Skript erstellt automatisch die nach dem aktuellen Jahr benannten Zielordner zur Sicherung der täglich erzeugten Excel-Dateien, die die Tages- und Gesamtergebnisse enthalten, sowie der täglich erstellten Monitoringberichte.

### **Weiterverarbeitung der vom *SurvS* erzeugten Ergebnisse**

Bei jedem Lauf erzeugt das *SurvS* neben der Markdown-Ausgabe im HTML-Format, die lokal in einem entsprechend anzulegenden Verzeichnis gespeichert wird, zwei Excel-Dateien (siehe Abschnitt „Prozessbeschreibung des *SurvS*“, S. 3), von denen eine die jeweils tagesaktuellen Auswertungsergebnisse enthält. Die zweite Datei enthält eine täglich aktualisierte Fortschreibung einer Auswahl der bis zu diesem Zeitpunkt im laufenden Surveillance-Jahr erzeugten Ergebnisse. Die in den beiden Excel-Dateien enthaltenen Daten können wie gewohnt geändert und etwa für bestimmte Zwecke der grafischen Aufbereitung und Präsentation weiterverarbeitet werden. Es wird jedoch empfohlen, die beiden durch das *SurvS* erzeugten Originaldateien unverändert zu erhalten.

### **Aktualisierung von *R*, *RStudio* und den erforderlichen Paketen**

Für die Software *R* werden regelmäßig kleinere oder, deutlich seltener, größere Aktualisierungen veröffentlicht. Sobald eine neue Version von *R* vorliegt, erhält der/die Anwender:in nach dem Start des Programms eine automatisierte Meldung über die Verfügbarkeit einer neuen Version. Grundsätzlich kann die Durchführung der Aktualisierungen empfohlen werden, dienen diese doch häufig der Beseitigung von Fehlern in der Software und der Verbesserung der Funktionalität. Bei kleineren Updates von *R* sind ohne durchgeführte Aktualisierung keine die Funktionalität beeinträchtigenden Probleme für das *SurvS* im laufenden Betrieb zu erwarten.

Die im *SurvS* verwendeten Verfahren werden zum einen über die bereits standardmäßig in *R* enthaltenen Funktionen initiiert (aus dem sog. *Base R*). Zum anderen müssen nicht standardmäßig zum Funktionsumfang gehörende Verfahren durch die Installation und den Aufruf zusätzlicher Pakete verfügbar gemacht werden<sup>1</sup>. Der Betrieb des *SurvS* erfordert hierbei keine Aktion durch den/die Anwender:in, da sämtliche für die Auswertungsroutinen erforderlichen Pakete bei der Einrichtung installiert und bei der Ausführung des Skriptes automatisch geladen werden. Für die meisten der in *R* genutzten Pakete werden unregelmäßig aktualisierte Versionen durch deren Autor:innen bereitgestellt. Gelegentlich kommt es dazu, dass der im Skript enthaltene

<sup>1</sup> Eine Übersicht der derzeit mehr als 18.000 (Stand August 2022) für *R* verfügbaren Pakete kann unter [https://cran.r-project.org/web/packages/available\\_packages\\_by\\_date.html](https://cran.r-project.org/web/packages/available_packages_by_date.html) eingesehen werden.

Gefördert durch:



Code nach der Aktualisierung eines Paketes nicht mehr unterstützt wird. Dies führt in häufigen Fällen zu einer Warnmeldung bei jedoch nicht beeinträchtigter Funktionalität des SurvS, oder aber, in seltenen Fällen, zum Abbruch der Ausführung des Skriptes. In diesem Falle ist eine Aktion durch den/die Anwender:in erforderlich.

Für *RStudio*, den für das SurvS genutzten Editor, werden ebenfalls, jedoch deutlich seltener als für die Software *R*, Aktualisierungen bereitgestellt. Diese Updates können, müssen aber nicht, installiert werden, da die Funktionalität des Skriptes i.d.R. dadurch nicht betroffen ist.

### **Datenschutzbezogene Anforderungen**

Bei der Verwendung klinischer Routinedaten aus Notfalleinrichtungen ist die Einhaltung aktueller Datenschutzregeln unerlässlich. Hierbei sind die geltenden Rechtsnormen der EU-Datenschutz-Grundverordnung (EUDSGVO), die Datenschutzrichtlinien des jeweiligen Bundeslandes und das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) zu berücksichtigen.

Durch Entfernung des Personenbezugs schon bei der Ausleitung der Datenmenge aus dem System zur Erfassung der Notfalldaten soll die Identität der Patient:innen der Notfalleinrichtung geschützt werden. Die temporäre Speicherung der um den Personenbezug bereinigten Datenmenge sollte unter DSGVO konformen Bedingungen erfolgen. Durch angemessene Maßnahmen ist sicherzustellen, dass Unbefugte keinen Zugriff auf die ausgeleiteten Datenmengen haben. Die jeweils fachlich zuständigen Organisationseinheiten sollten bestimmen und dokumentieren, welche Personen in welchem Umfang befugt sind, die Daten zu lesen, zu verändern und zu löschen. Zugriffsmöglichkeiten auf personenbezogene Daten sind auf den für die Aufgabenerfüllung erforderlichen Umfang zu beschränken.

Die um den Personenbezug bereinigten Originaldaten sollen nach der Verarbeitung durch das SurvS gelöscht werden, um Möglichkeiten des Missbrauchs oder unbeabsichtigter Verletzungen des Datenschutzes zu verhindern.

Die für den Datenschutz verantwortlichen Personen der datenliefernden als auch der datenannehmenden (bzw. Auswertungs-)Stelle sind bei der Planung und Implementierung des SurvS zu beteiligen.

Dem Grundsatz des Datenschutzes ist auch im Rahmen der Ergebnismeldung gegenüber allen anspruchsberechtigten Personengruppen sowie der interessierten Laien- und Fachöffentlichkeit Beachtung zu schenken, d. h. die Daten werden lediglich in aggregierter Form bereitgestellt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Wetterdaten

Die Wetterdaten aller Stationen des DWD können kostenfrei und sehr zeitnah nach ihrer Entstehung auf den Servern des DWD abgerufen werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Handbuchs kann davon ausgegangen werden, dass die aktuellen Daten für ein bestimmtes Datum bis spätestens 12:00 Uhr des darauffolgenden Tages in das DWD System eingespeist wurden. Es empfiehlt sich daher, das Skript erst nach diesem Zeitpunkt auszuführen. Zu diesem Zweck wurde das in 2017 veröffentlichte Paket „rdwd“ (v1.6.0.; Boessenkool 2022) verwendet. Aus der Vielzahl durch das Paket importierter DWD Daten werden die in Tabelle 1 dokumentierten Parameter verwendet. Selbstverständlich können zeitgleich die Daten mehrerer Stationen des DWD abgerufen werden, sofern dies als sinnvoll erscheint. Hierfür sind allerdings Eingriffe in das Skript an jenen Stellen erforderlich, die deren Abruf und Auswertung betreffen.

Tabelle 1: Für das SurvS erforderliche Wetterdaten

Merkmal	Codierung	Variablenname im Skript
Messdatum	jjjj-mm-tt	
Temperaturminimum	1° C = 1, 1,5° C = 1,5, ...	TNK
Temperaturmittel	1° C = 1, 1,5° C = 1,5, ...	TMK
Temperaturmaximum	1° C = 1, 1,5° C = 1,5, ...	TXK

## Beschreibung der durch das SurvS verwendeten Daten

### Notfalldaten

Im SurvS, wie es in NoWoHit entwickelt wurde, werden insgesamt sechs verschiedene Merkmale aus der elektronischen Dokumentation der Kontakte aus der Notfallaufnahme des Klinikums Worms verwendet (Tabelle 2). In der Notfallaufnahme des Klinikums Worms wird die Software epias ([www.epias.de/](http://www.epias.de/)) zur Erfassung aller anfallenden Datenmengen eingesetzt. Grundsätzlich kann unterstellt werden, dass sich jede andere Softwarelösung, die zur Datenerfassung in Notfallaufnahmen eingesetzt wird, gleichermaßen für die Zwecke eines SurvS eignet, sofern sich damit ein automatisierter Datenexport realisieren lässt (siehe Abschnitt „Prozessbeschreibung des SurvS“, S. 3).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Tabelle 2: Für das SurvS erforderliche Merkmale

Merkmals	Codierung	Variablenname im Skript
Datum des Notfallkontaktes	tt.mm.jjjj	datum
Alter	1 Jahr = 1, 2 Jahre = 2, ...	alter
Geschlecht	männlich = m, weiblich = w	geschlecht
Zuweiser	Standardisierte Textvariable	zuweiser
Fachabteilung	Standardisierte Textvariable	fach
Postleitzahl	5-stellige Zahl	plz;  Aus dem Abrechnungssystem am frühen Morgen angespielt

Die dem SurvS übergebene Datenmenge umfasst die Ausprägungen zu den in Tabelle 2 ausgewiesenen Merkmalen für den jeweiligen Vortag. Die Verzögerung zwischen der Entstehung der Notfallkontakte und der Erzeugung der Ergebnisse durch das SurvS beträgt damit einen Kalendertag. Grundsätzlich sind Kürzungen oder Ergänzungen des in Tabelle 2 aufgeführten Satzes an Merkmalen durch weitere klinische oder sozio-demografische Informationen möglich. Deren Verarbeitung würde jedoch einen tiefergehenden Eingriff in die Auswertungsroutinen erforderlich machen und setzt die entsprechenden Kenntnisse in der Anwendung von *R* voraus.

Die Datenmenge in dem hier beschriebenen SurvS steht am frühen Morgen (ab ca. 5:00 Uhr) des auf die angefallenen Notfallkontakte folgenden Tages vollständig zur Verfügung<sup>2</sup>. Die zeitliche Nähe, mit der die Datenmenge dem SurvS zugeführt werden kann, unterscheidet sich mutmaßlich zwischen den Notfalleinrichtungen. Um Probleme im Routinebetrieb des SurvS zu vermeiden, sollte die Zeit für die Ausführung des Skripts so gewählt werden, dass die zu verwendenden Daten vollständig vorliegen.

<sup>2</sup> Aufgrund der Zusammenführung der Notfalldaten mit der Postleitzahl aus einem anderen Datenerfassungssystem stehen die Daten erst mit dieser Verzögerung zur Verfügung.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Szenarien für die Durchführung des SurvS

Grundsätzlich sind alle verfügbaren klinischen und Wetterdaten für ein SurvS verwendbar, sofern inhaltliche Argumente für und keine Datenschutzgründe gegen ihre Verwendung sprechen. Neben den in Tabelle 2 genannten Merkmalen kommt insbesondere den Diagnosedaten eine besondere Rolle zu, da diese eine ggf. unter Hitzeexposition stattfindende Verschiebung der Anlässe für das Aufsuchen der Notfalleinrichtungen zugunsten jener Diagnosen zeigt, für die wissenschaftliche Hinweise auf einen Zusammenhang mit Hitze vorliegen. Darüber hinaus könnte eine veränderte Häufigkeit spezifischer Hitzediagnosen, wie sie etwa durch die T67.-Gruppe (Schäden durch Hitze und Sonnenlicht) gemäß der Internationalen Statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme in der für Deutschland modifizierten Fassung (ICD-10-GM) kodiert sind, Aufschluss über unmittelbar hitzebedingte Gesundheitsfolgen geben. Letzteres setzt bei der Diagnosestellung allerdings eine hinreichende Bekanntheit dieser Diagnosegruppe sowie klare Abgrenzungskriterien voraus in den Fällen, in denen diese Krankheitsbilder differentialdiagnostisch in Frage kommen.

Je nach Verfügbarkeit der Daten sind verschiedene Szenarien denkbar (Tabelle 3), unter denen ein SurvS operieren kann. Im Folgenden wird zwischen drei Szenarien unterschieden, die Situationen repräsentieren, die die Mindestanforderungen, akzeptable Bedingungen sowie optimale Bedingungen umfassen. Dabei wird eine große zeitliche Nähe (von 1 Kalendertag) zwischen dem Tag der Entstehung der Fallmenge und dem Zeitpunkt der Auswertung als notwendige Bedingung vorausgesetzt. Eine große zeitliche Verzögerung verringert den Nutzen der Ergebnisse des SurvS, sofern es zeitnahe Erkenntnisse zur gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung unter Hitzeexposition liefern soll. Eine Auswertung retrospektiver Daten ist jedoch immer möglich. Darüber hinaus wird vorausgesetzt, dass Zugriff auf Temperaturdaten einer Station des DWD in örtlicher Nähe zu dem Einzugsgebiet existiert, in dem ein Großteil der Notfälle entsteht.

*Tabelle 3: Szenarien für das SurvS in Abhängigkeit von den verfügbaren Daten*

Szenario	Klinische Daten
[1] Mindestanforderungen	Fälle, aggregiert (Anzahl der tägl. Fälle als einzelne Zahl)
[2] Akzeptable Bedingungen	Fälle, nicht aggregiert (Informationen zu den individuellen Fällen verfügbar)  Weitere Merkmale: Alter, Geschlecht, Indikatoren für Krankheitskategorie, Raumbezug
[3] Optimale Bedingungen	Fälle, nicht aggregiert (Informationen zu den individuellen Fällen verfügbar)  Weitere Merkmale: wie Szenario 2 plus Diagnosedaten

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Szenario 1 beschreibt die Mindestanforderungen an die Verfügbarkeit von Daten. Grundsätzlich ist, für ein rudimentäres SurvS, lediglich die als einzelne Information übermittelte Anzahl an Fällen erforderlich. In der Zusammenschau mit Wetterparametern können damit bereits Aussagen über die tägliche Fallmenge, ihre Differenz zu einem Erwartungswert und einem Trend während einer andauernden Hitzeperiode dokumentiert werden.

Szenario 2 erweitert Szenario 1, indem es auf die nicht aggregierten Fälle zurückgreift, die für jeden Fall noch klinische Informationen außer den Diagnosen umfassen. Dies erlaubt zusätzlich die Bildung von Subgruppen etwa nach dem Alter, dem Geschlecht oder eine räumliche Differenzierung der Fallmenge. Damit sind auch Aussagen über vulnerable Populationen möglich, beispielsweise durch die Beobachtung einer Vergrößerung des Anteils der Gesamtfallmenge, die von älteren oder hochaltrigen bzw. sehr jungen Personen ausgelöst wird.

Szenario 3 erweitert Szenario 2 um Informationen zu den Diagnosen. Damit sind, gebündelt nach sinnvollen Diagnosegruppen, Aussagen über Veränderungen des Krankheitsspektrums während einer Hitzewelle ableitbar. Hierfür erscheint die Verfügbarkeit der Diagnoseschlüssel aus dem ICD-10 mindestens auf Basis der Kategorie (sog. Dreisteller) oder, für eine feinere Differenzierbarkeit, auf Basis der Subkategorie (sog. Viersteller) als sinnvoll.

## Beschreibung der Auswertungsroutinen

---

Die Auswertungen und alle für diese erforderlichen Manipulationen am Datensatz werden durch den im Skript geschriebenen Code umgesetzt. Das Skript repräsentiert die Gesamtheit aller Funktionsaufrufe und ist so angelegt, dass, abgesehen von der Notwendigkeit, das Skript auszuführen, keine Aktion durch den/die Anwender:in erforderlich ist. Auch die Ausführung kann automatisiert werden, etwa durch die Definition einer entsprechenden Regel in der Aufgabenplanung bei Windows Rechnern. Hierdurch kann das Skript zu einem festgelegten Zeitpunkt automatisch ausgeführt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass der Computer eingeschaltet ist.

Die für die Durchführung der Datenauswertungen erforderlichen Funktionserweiterungen (Pakete) sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die Mehrheit der Pakete wird zu Beginn des Skriptes geladen, einige wenige direkt im Skript unmittelbar vor ihrer Verwendung. Dies soll der Vermeidung von Konflikten in der Ausführung des Skriptes und der Aufrechterhaltung der Funktionalität dienen. Die Pakete müssen vor der ersten Ausführung des Skriptes installiert worden sein, anderenfalls wird die Ausführung abgebrochen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Tabelle 4: Zu installierende Pakete

Paket (Version)	Funktion
knitr (1.39)	Allgemeines Paket zur Erstellung dynamischer Berichte
kableExtra (1.3.4)	Funktionen zur Tabellenformatierung
magrittr (2.0.3)	Syntax mittels Pipe-Operator
dplyr (1.0.9)	Funktionen zur Datenmanipulation
DescTools (0.99.45)	Funktionen für die deskriptive Statistik
rdwd (1.06.0)	Herunterladen und Verarbeiten von DWD Wetterdaten
lubridate (1.07.10)	Funktionen für Zeitvariablen
plotly (4.10.0)	Datenvisualisierung mit Interaktivität (Aufruf in Abschnitt 11)
collapse (1.8.9)	Funktionen für Datentransformationen (Aufruf in Abschnitt 11)
ggplot2	Datenvisualisierung (Aufruf in Abschnitt 11)

## R Markdown

Das Skript wurde innerhalb eines Markdown-Dokumentes in der Umgebung von *RStudio* erstellt. Dies ermöglicht die Ausgabe im HTML-Format und kann in einem separaten Browser-Fenster angesehen werden.

## Datenimport und -aufbereitung

Nach der Datenannahme kann das Skript ausgeführt werden. Im Folgenden sind die wesentlichen Aufgaben der im Skript enthaltenen Abschnitte 1 bis 11 erörtert. Tabelle 5 zeigt die im Skript mit Nummern kenntlich gemachten Abschnitte und deren Funktion.

Den Kopf des Skriptes bildet der sog. *YAML-Header*, der die grundlegenden Optionen für das zu erstellende Markdown-Dokument umfasst. Das Format der zu erstellenden Ausgabe (in HTML) wird hier ebenso definiert wie der Titel nebst Untertitel, die Schriftart der Ausgabe sowie die Möglichkeit der Navigation innerhalb der Ausgabe über ein dynamisches Inhaltsverzeichnis.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Tabelle 5: Abschnitt im R Skript und zugehörige Funktion

Ab-schnitt	Funktion
1	Verschiedene globale Einstellungen für die Erstellung des Markdown-Dokuments
2	Laden der im weiteren Verlauf erforderlichen Pakete
3	Import der Notfalldaten, Einlesen einer Liste mit Postleitzahlen
4	Erzeugung von Zwischenergebnissen
5	Globale Auswertungen für die Gesamtzahl der Notfälle und das Geschlecht
6	Auswertungen der Fälle nach dem Alter
7	Auswertungen der Fälle nach Art der Zuweisung
8	Auswertungen der Fälle nach Postleitzahl
9	Auswertungen der Fälle nach Fachabteilung
10	Einlesen und Auswertung der Temperaturdaten
11	Auswertungen nach Kalenderwochen, Monat; Vergleich der Zahlen des aktuellen mit denen des Vorjahres

Daran anschließend werden in Abschnitt 1 verschiedene Optionen insbesondere für das Layout der HTML-Ausgabe definiert. Hier wird u.a. festgelegt, dass der Code des Skripts in der HTML-Ausgabe nicht sichtbar ist, sondern ausschließlich die Ergebnisse der Auswertungsschritte.

Abschnitt 2 dient ausschließlich dem Laden der zusätzlich für die weiteren Funktionsaufrufe erforderlichen Pakete.

Abschnitt 3 enthält Funktionen zum Einlesen der Daten und deren Prüfung auf das Vorliegen fehlender Werte (sog. Missings). Sämtliche Fälle, bei denen ein Wert bei einer der in Tabelle 2 aufgeführten Merkmale fehlt, werden von der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen. Damit wird vermieden, dass bei den verschiedenen Auswertungsschritten eine jeweils unterschiedliche Anzahl an Fällen verarbeitet wird, was für den/die Anwender:in des SurVS bei der Interpretation der Ergebnisse störend sein könnte. Die vollständige Entfernung eines Falls aus dem auszuwertenden Datensatz könnte hingegen in einem Szenario problematisch werden, in dem von einer systematischen Häufung der Missings bei Fällen mit bestimmten Merkmalsausprä-

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

gungen auszugehen ist. Dies könnte Verzerrungen des tatsächlichen Fallaufkommens nach sich ziehen, die die Ergebnisinterpretation beeinflussen könnten. Würden etwa bei der Variable *Alter* mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Missings bei Personen mit einem hohen Alter auftreten, würden die Auswertungen, die diese Variable berücksichtigen (etwa der Mittelwert des Alters), systematisch zugunsten der jüngeren Fälle verzerrt sein. *R* stellt Funktionen bereit, die Auswertungen mit den jeweils gültigen Fällen durchführen, so dass der Ausschluss eines Falles bei Fehlen eines Wertes bei lediglich einer einzelnen Variable vermieden werden kann. Die Umstellung auf diese Strategie des Umgangs mit fehlenden Werten macht einen Eingriff in das Skript erforderlich.

Insgesamt zeigen die Auswertungen für das hier beschriebene SurvS, dass nur sehr selten fehlende Werte in den übermittelten klinischen Daten zu erwarten sind und lediglich bei einer der übermittelten Variablen (Variable Zuweiser, in 0,23 % der Fälle). Es wurde für das vorliegende SurvS davon ausgegangen, dass Missings zufällig entstehen und daher kein verzerrender Effekt für die Ergebnisse zu erwarten ist.

Die Erfassung der Daten in der Notfallambulanz bei Anlage eines Falles erfolgt weitgehend standardisiert, so dass für die im SurvS verwendeten Daten nicht von unplausiblen Werten bzw. Fehleinträgen auszugehen ist. Sofern sich im Rahmen des Routinebetriebs dennoch Probleme zeigen sollten, kann das Skript leicht um wenige Regeln zur Prüfung und Behandlung unplausibler Werte ergänzt werden.

Neben den Notfalldaten werden in Abschnitt 3 die zuvor in einer .csv-Datei aufbereiteten Listen der wichtigsten Postleitzahlen des Stadtgebiets sowie des Landkreises für die späteren Auswertungen importiert.

In Abschnitt 4 werden einige Zwischenergebnisse erstellt, auf die im weiteren Verlauf des Skripts wiederholt zurückgegriffen wird.

Abschnitt 5 wertet den Datensatz nach dem Geschlecht aus.

Abschnitt 6 wertet den Datensatz nach dem Alter für die Notfälle insgesamt sowie getrennt nach dem Geschlecht aus. Es werden vier Subgruppen, insgesamt und nach Geschlecht getrennt, nach dem Alter gebildet für unter 30-Jährige, 30- bis unter 45-Jährige, 45- bis unter 65-Jährige und Personen, die 65 Jahre alt oder älter sind.

In Abschnitt 7 erfolgen die Auswertungen nach der Art der Zuweisung. Die im SurvS für Worms vorgesehene Klassierung unterscheidet die Einweisungsarten

- Ärztliche Bereitschaftspraxis
- Einweisung niedergelassener Arzt
- Einweisung niedergelassener Arzt mit Rettungsdienst
- intern

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



- Notarzt
- Rettungsdienst
- Selbstvorstellung
- sonstige
- Verlegung

Abschnitt 8 klassiert die Fälle nach dem Einzugsgebiet, basierend auf dem Merkmal Postleitzahl, in das Stadtgebiet Worms sowie den Landkreis Alzey-Worms.

In Abschnitt 9 erfolgt die Auswertung der Fallmenge nach der Fachabteilung.

Die Wetterdaten werden in Abschnitt 10 vom DWD abgerufen und statistisch verarbeitet. Hier werden die Tagesminima und -maxima sowie die Tagesmittel ausgewertet und zu einem Überblick über den Trend der vergangenen 10 Tage grafisch zusammengeführt.

Abschnitt 11 erstellt einen Vergleich der Fallzahlen mit dem Durchschnitt des jeweiligen Monats aus dem Vorjahr und stellt diesen Vergleich grafisch dar. Hier werden die tagesaktuellen Ergebnisse sowie das bis zum Berichtstag zusammengefasste Fallaufkommen in die jeweiligen Ausgabeordner abgelegt.

### **Änderungen am R Skript**

Änderungen am Skript sind grundsätzlich möglich. Dadurch können die Auswertungen auf die spezifischen Bedürfnisse der Anwender:innen angepasst und bei Bedarf auch wieder zurückgenommen werden. Diese Änderungen können sowohl die Auswertungen selbst, den Ausgabebetyp zur Berichterstattung und Visualisierung der Ergebnisse als auch die Hinzunahme klinischer oder soziodemografischer Merkmale umfassen. Änderungen am Skript setzen die entsprechenden Kenntnisse der Anwender:innen in R und RStudio sowie der Umsetzung in R-Markdown voraus. Eine Unterstützung in der Handhabung des SurvS durch die Hochschule Fulda ist nicht möglich. Sollen Änderungen am Skript vorgenommen werden, wird empfohlen, eine Kopie des Originalskripts zu sichern.

### **Migration des Surveillance-Systems**

Das SurvS ist als R-Projekt angelegt, d.h. es ist leicht auf andere Rechner zu übertragen. Dies wird u.a. durch die Verwendung relativer Pfade und die automatisierte Erstellung der oben gezeigten Ordnerhierarchie (Abbildung 2) erreicht. Probleme, die sich aus der Migration des Verfahrens ergeben könnten, und mögliche Lösungsstrategien werden im folgenden Abschnitt behandelt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Mögliche Probleme bei der Inbetriebnahme des SurvS

---

Bei der Einrichtung des SurvS auf einem Rechnersystem können Probleme entstehen, die im Folgenden aufgeführt sind und für die mögliche Lösungsansätze beschrieben werden. Gleichwohl ist es nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern wahrscheinlich, dass mitunter mehrere weitere Lösungsmöglichkeiten existieren, die hier nicht aufgeführt sind. Es ist ratsam, bei der Inbetriebnahme des SurvS auf die Expertise derjenigen Person zurückzugreifen, die sich für die IT Belange der Kommune verantwortlich zeichnet. Diese Person sollte Rechte als Administratorin bzw. Administrator besitzen, um die notwendigen Maßnahmen bei der Installation der benötigten Software (*R* und *RStudio*) sowie die mit einer evtl. erforderlichen Problembehebung einhergehenden Maßnahmen umsetzen zu können.

### Problem 1: Pakete lassen sich nicht installieren

Vor der ersten Ausführung des Skripts müssen die in Tabelle 4 genannten Pakete installiert werden. Dieser einmalig erforderliche Vorgang kann durch die Sicherheitsarchitektur des Netzwerkes der Kommune erschwert oder unterbunden werden. Sehr wahrscheinlich wird dies durch die Verwendung einer Firewall verursacht, die den Zugriff der Software auf die Orte verhindert, an denen die Installationsdateien zentral vorgehalten werden. Diese im sog. „Comprehensive R Archive Network“ (CRAN) verfügbaren Dateien können über inhaltlich identische Klone des CRAN, die sog. „Mirror“, die zumeist an wissenschaftlich-technischen Einrichtungen in verschiedenen Ländern bereitgestellt werden, heruntergeladen werden. Sofern der Zugriff aufgrund hoher Sicherheitsbarrieren nicht möglich ist, gibt R eine Fehlermeldung in der folgenden Form aus:

*Warning in install.packages :*

*kann nicht auf den Index für das Repository <https://ftp.XXX> zugreifen:  
cannot open URL 'https://ftp.XXX/PACKAGES'*

Lösungsoption zu Problem 1: Durch die, temporär auch großzügige, Formulierung entsprechender Ausnahmeregelungen für den jeweiligen CRAN Mirror<sup>3</sup> in der Firewall lassen sich die Installationsprobleme in aller Regel sofort beheben. Diese Öffnung kann unmittelbar nach der erfolgreichen Installation der Pakete revidiert werden.

### Problem 2: Daten lassen sich nicht vom Server des DWD herunterladen

Das SurvS wird täglich eine Abfrage an den Server des DWD richten, um auf die vorliegenden Wetterdaten der ausgewählten Station zuzugreifen. Dieser Vorgang wird sehr wahrscheinlich durch eine Firewall unterbunden werden. Sofern der Zugriff etwa aufgrund hoher Sicherheitsbarrieren nicht möglich ist, gibt R eine Fehlermeldung in

---

<sup>3</sup> der idealerweise jener ist, der dem Standort des SurvS am nächsten ist.

Gefördert durch:



der folgenden Form aus:

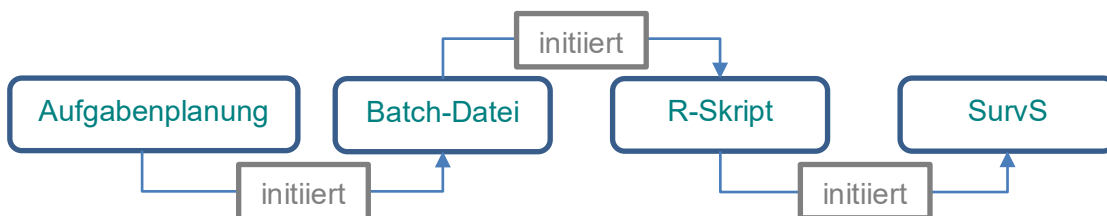
*Download has failed (out of 1). download.file error: kann URL '[ftp://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/daily/kl/recent/tage-swerte\\_KL\\_XXX\\_akt.zip](ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/recent/tage-swerte_KL_XXX_akt.zip)' nicht öffnen*

Lösungsoption zu Problem 2: Auch hierfür ist die Formulierung einer Ausnahme in der Whitelist der Firewall erforderlich, die den täglichen Datenabruf zulässt. Diese Ausnahme sollte permanent sein.

### Problem 3: R-Skript lässt sich nicht über die Aufgabenplanung mittels Batch-Datei automatisieren

Grundsätzlich lassen sich in *RStudio* erstellte Skripte leicht und zuverlässig automatisiert ausführen. Bei der Automatisierung von Skripten, die in Markdown-Dateien erstellt wurden, ist die Möglichkeit der Automatisierung zwar gegeben, jedoch aufwändiger. Der in Abbildung 3 dargestellte Prozess skizziert das Schema der Auslösung, wie es für das hier vorgestellte *SurvS* definiert wurde.

Abbildung 3: Auslöseprozess des *SurvS*



Ausgehend von einer einfachen geplanten Aufgabe wird eine Batch-Datei getriggert, die in erster Instanz ein R-Skript auslöst, welches wiederum den Code für die Auslösung des eigentlichen *SurvS* in der zweiten Instanz enthält. Dieses umständlich erscheinende Verfahren erwies sich im Testbetrieb als stabil.

### Lösungsoption zu Problem 3:

1. Das Paket *rmarkdown* installieren: hierfür die Codezeile `install.packages('rmarkdown')` in der Konsole von *RStudio* eingeben und ausführen.
2. Ein neues R-Skript anlegen mit dem Titel `autostart.R` (in *R-Studio* über folgenden Pfad: File -> New File -> R-Skript klicken),
3. dann muss der folgende Code in dem R-Skript `autostart.R` eingegeben und an die lokalen Bedingungen angepasst werden:

```
library(rmarkdown)
```

```
setwd("PFAD/ZUM/ORDNER/IN/DEM/DAS/HAUPTSKRIPT/LIEGT")
```

```
Sys.setenv(RSTUDIO_PANDOC="C:/Program Files/RStudio/bin/pandoc")
```

Gefördert durch:

```
render("NAME DES HAUPTSKRIPTES.Rmd", output_file = paste0("Monitoringbericht_",
Sys.Date()-1, ".html"),
output_dir = paste0("./testergebnisse/Monitoringberichte_", format(Sys.Date(), "%Y")))
```

Sollte eine Warnmeldung erzeugt werden, dass das Paket Pandoc nicht installiert wurde, sollte dies zunächst ebenfalls analog zur Installation von rmarkdown (Schritt 1) erfolgen.

In der Batch-Datei kann folgender Code (ohne die Erläuterungen in Klammern), unter Umständen angepasst an die lokalen Bedingungen, hinterlegt werden:

```
@echo off
```

```
SET PATH=%PATH%;C:\Program Files\R\R-4.1.0\bin\ (hier müsste ggf. der Ausdruck hinter dem Semikolon ersetzt werden zu dem Verzeichnis, in dem R als Programm gespeichert ist)
```

```
Rscript "PFAD\ZUR\R-AUTOSTART\DATEI.R" (Platzhalter durch Pfad zur autostart.R Datei ersetzen)
```

```
pause
```

#### Problem 4: Es fehlt das entsprechende Paket zur Kompilierung nicht-kompilierter Pakete

Gelegentlich kann es vorkommen, dass bei der Ausführung des R-Skriptes der folgende Warnhinweis durch das System erzeugt wird:

*WARNING: Rtools is required to build R packages but is not currently installed.  
Please download and install the appropriate version of Rtools before proceeding:  
<https://cran.rstudio.com/bin/windows/Rtools/>*

Lösungsoption zu Problem 4: Zunächst sind die RTools auf dem Rechner zu installieren. Hierfür kann unter <https://cran.r-project.org/bin/windows/Rtools/> die geeignete Version ausgewählt und unter Laufwerk C:\ installiert werden. Anschließend sind die folgenden sechs Schritte durchzuführen:

1. RStudio öffnen
2. Folgende Zeile in die Konsole bei RStudio tippe/kopieren und ausführen: writeLines('PATH="\${RTOOLS40\_HOME}\\usr\\bin;\${PATH}"', con = "~/.Renviro")
3. Im Verzeichnis „Dokumente“ sollte nun eine ".Renviro" Datei zu sehen sein. Wird die Datei geöffnet, befindet sich darin folgender Inhalt:  
PATH="\${RTOOLS40\_HOME}\\usr\\bin;\${PATH}"
4. RStudio schließen
5. RStudio erneut öffnen
6. In die Konsole folgenden Code eingeben und ausführen: Sys.which("make")

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Limitationen des Surveillance-Systems

---

Gleichwohl zahlreiche epidemiologische Belege für die Eignung von Notfalldaten als Indikator für die gesundheitliche Belastung von Bevölkerungen durch Hitze sprechen, ist nicht in allen Fällen zu erwarten, dass sich ein ähnliches Muster auf der Ebene der einzelnen Kommune in dieser Deutlichkeit oder überhaupt reproduzieren lässt. Viele Untersuchungen nutzen sehr viel größere tägliche Fallzahlen für ihre Analysen als jene, die in Städten mittlerer Größe auflaufen. Die in den Fallmengen zu beobachtenden Schwankungen können rein zufällig entstanden sein und bei unkritischer Interpretation den Eindruck eines hitzebedingten Anstiegs der Fälle erzeugen.

Größere singuläre, epidemiologische Ereignisse wie etwa die SARS-CoV-2-Pandemie oder wiederkehrende Fluktuationen in der Größe der sich im Einzugsgebiet aufhaltenden Bevölkerung, etwa während der Urlaubszeit im Sommer oder größeren Veranstaltungen wie Volksfesten oder Messen, ändern die Fallmengen systematisch und erschweren die Ableitung von Erkenntnissen aus der kontinuierlichen Dauerbeobachtung von Notfalldaten.

Darüber hinaus legt die eingeschränkte Zuschreibbarkeit einer Veränderung der Fallmengen in der Zusammenschau mit Temperaturparametern Vorsicht bei der Interpretation nahe. Zumeist kann nicht sicher gesagt werden, ob ein Notfall einer ist, der tatsächlich durch Hitzeexposition entstanden ist, sofern nicht eine der in Abschnitt „Szenarien für die Durchführung des SurvS“ (S. 10) beschriebenen Hitzeschäden diagnostiziert wurde. Hinzu kommt die oftmals erhebliche zeitliche Distanz der Verfügbarkeit gesicherter Diagnosen zu dem Tag des Notfallkontaktes.

Es kann unterstellt werden, dass die gesundheitliche Belastung durch hohe Temperaturen sich in Folge der inzwischen ausgearbeiteten hitzebezogenen Warnhinweise und Aufklärungsmaßnahmen zum Gesundheitsschutz durch ein größeres Ausmaß an Verhaltens- und Verhältnisprävention in der Bevölkerung in den Daten weniger stark abbildet, als es noch vor einigen Jahren der Fall war.

Zu beachten sind auch die Überlegungen aus Sicht der Stadtverwaltung Worms (Abteilung Klimaanpassungsmanagement), denn eine solche Surveillance berührt zwei strukturelle Ebenen, die in einer engen Kooperation zwischen dem lokalen Klinikum und der Stadt fein abzustimmen sind. Bestenfalls werden beide Ziele verfolgt: 1) Evaluation des Hitzeaktionsplans, insb. das Morbiditäts- und Mortalitätsgeschehen (z. B. Anzahl der Notfalleinweisungen stratifiziert nach Altersklasse und Angaben zu Fieber  $> 38\text{ °C}$ ) zwecks Planung sowie Verbesserung weiterer Maßnahmen im Hitzeschutz und 2) die Personalbedarfsplanung für Klinikum, Rettungsdienste, Arztpraxen etc., letztlich der gesamten regionalen hitzebezogenen Versorgung. Siehe dazu bitte das [Verstetigungskonzept NoWoHiT Stadt Worms](#).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Abkürzungsverzeichnis

SurvS: Surveillance System

DWD: Deutscher Wetterdienst

NoWoHit: Surveillance von Notfallkontakten während Hitzeperioden in Worms

HAP: Hitzeaktionsplan

HTML: Hypertext Markup Language

EUDSGVO: EU-Datenschutz-Grundverordnung

BDSG: Bundesdatenschutzgesetz

DSGVO: Datenschutz-Grundverordnung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozessschema des SurvS.....	4
Abbildung 2: Ordnerhierarchie des SurvS .....	5
Abbildung 3: Auslöseprozess des SurvS .....	14

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Für das SurvS erforderliche Wetterdaten.....	8
Tabelle 2: Für das SurvS erforderliche Merkmale.....	9
Tabelle 3: Szenarien für das SurvS in Abhängigkeit von den verfügbaren Daten .....	10
Tabelle 4: Zu installierende Pakete .....	12
Tabelle 5: Abschnitt im R Skript und zugehörige Funktion.....	13

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Literaturverzeichnis

an der Heiden M, Muthers S, Niemann H, Niemann H, Buchholz U, Grabenhenrich L, Matzarakis A (2019): Schätzung hitzebedingter Todesfälle in Deutschland zwischen 2001 und 2015. Bundesgesundheitsbl 62, 571-579.

Boessenkool B (2022): rdwd: Select and Download Climate Data from 'DWD' (German Weather Service). R package version 1.6.0. Online: <https://cran.r-project.org/web/packages/rdwd/index.html>

Bunker A, Wildenhain J, Vandenberg A, Henschke N, Rocklöv J, Hajat S, Sauerborn R (2016): Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly; a Systematic Review and Meta-analysis of Epidemiological Evidence. EBioMedicine 6:258-268.

DWD (o.J.): Deutscher Klimaatlas. Online: [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)

Faurie C, Varghese BM, Liu J, Bi P (2022): Association between high temperature and heatwaves with heat-related illnesses. A systematic review and meta-analysis. Sci Total Environ 15 (852):158332.

Lee WS, Kim WS, Lim YH, Hong YC (2019): High Temperatures and Kidney Disease Morbidity. A Systematic Review and Meta-analysis. J Prev Med Public Health 52(1):1-13.

Liu J, Varghese BM, Hansen A, Borg MA, Zhang Y, Driscoll T, Morgan G, Dear K, Gourley M, Capon A, Bi P (2021): Hot weather as a risk factor for kidney disease outcomes. A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. Sci Total Environ 801:149806.

Liu J, Varghese BM, Hansen A, Zhang Y, Driscoll T, Morgan G, Dear K, Gourley M, Capon A, Bi P (2022): Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. Lancet Planet Health 6(6):e484-e495.

Matthies F, Bickler G, Cardeñosa Marín N, Hales S (2008): Heat-Health Action Plans. Guidance, WHO Regional Office for Europe. Online: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/107888/E91347.pdf?sequence=1>

Robine JM, Cheung SL, Le Roy S, Van Oyen H, Herrmann FR (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003. EU community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005114. Heat Wave Project 2003.

Winklmayr C, Muthers S, Niemann H, Mücke HG, an der Heiden M (2022): Hitzebedingte Mortalität in Deutschland zwischen 1992 und 2021. Dtsch Arztebl Int 119:451-457.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

