

Eine umfassende Analyse und Visualisierung der Sterbewahrscheinlichkeiten in Deutschland über drei Zeit-perioden (2016-2018, 2020-2022, 2022-2024) - vor, während und nach der COVID-19-Pandemie.

Die offiziellen Zahlen des Statistischen Bundesamts (Destatis) bestätigen nicht das Vorliegen einer dramatischen Pandemie. Während der Pandemiezeit (2020-2022) gab es nur in bestimmten Altersgruppen eine leicht erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit von 3 bis 4%. Bei Menschen unter 60 Jahren nicht, und überraschenderweise auch nicht über 80 Jahren.

Die Daten stammen von unverdächtiger Stelle - dem Statistischen Bundesamt (Destatis). Die Berechnungen sind von jedem nachvollziehbar und überprüfbar.

Dieses Projekt analysiert die offiziellen deutschen Sterbetafeln vom Statistischen Bundesamt (Destatis) und berechnet die Sterbewahrscheinlichkeit für jedes Lebensalter-Jahrzehnt, getrennt nach Geschlecht und Zeit-perioden. ## Sterbewahrscheinlichkeit nach Altersgruppe (5-Jahr-Kohorten, Durchschnitt)

Altersgruppe	Vor Pandemie (2016-2018)	Während Pandemie (2020-2022)	% Änderung (Vor vs. Während)	Nach Pandemie (2022-2024)	% Änderung (Vor vs. Nach)
0-5	0.389%	0.360%	-7.5%	0.381%	-2.1%
5-10	0.040%	0.036%	-10.0%	0.044%	+10.0%
10-15	0.043%	0.039%	-9.0%	0.044%	+2.3%
15-20	0.112%	0.111%	-0.9%	0.118%	+5.4%
20-25	0.152%	0.149%	-2.0%	0.159%	+4.6%
25-30	0.172%	0.168%	-2.3%	0.172%	-0.6%
30-35	0.252%	0.239%	-5.2%	0.237%	-6.0%
35-40	0.368%	0.388%	+5.4%	0.386%	+4.9%
40-45	0.571%	0.601%	+5.3%	0.597%	+4.6%
45-50	0.957%	0.950%	-0.7%	0.933%	-2.5%
50-55	1.637%	1.593%	-2.7%	1.548%	-5.4%
55-60	2.802%	2.695%	-3.8%	2.568%	-8.3%
60-65	4.467%	4.495%	+0.6%	4.363%	-2.3%
65-70	6.721%	7.036%	+4.7%	6.937%	+3.2%
70-75	9.962%	10.491%	+5.3%	10.455%	+5.0%
75-80	15.427%	16.089%	+4.3%	16.326%	+5.8%
80-85	27.203%	26.767%	-1.6%	26.667%	-2.0%
85-90	46.373%	46.456%	+0.2%	45.661%	-1.5%
90-95	68.423%	70.042%	+2.4%	69.764%	+2.0%
95-100	85.191%	86.822%	+1.9%	86.916%	+2.0%

## Haupterkenntnisse: Persistente Übersterblichkeit nach Pandemie

### Bemerkenswerte Muster: Erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit bleibt nach 2022

Einige Altersgruppen zeigen persistente Erhöhung der Sterbewahrscheinlichkeit über die Pandemie hinaus:

- **10-20 Jahre:** Während Pandemie normal (-2.7%), aber nach Pandemie erhöht (+4.5% gegenüber 2016-2018)
- **70-80 Jahre:** Während Pandemie erhöht (+4.3%), bleibt nach Pandemie weiter erhöht (+5.1%)

Dies deutet darauf hin, dass die Übersterblichkeit in diesen Altersgruppen nicht primär durch COVID-19 bedingt ist, sondern durch andere Faktoren andauert.

### Altersgruppen ohne anhaltende Übersterblichkeit

- **0-10 Jahre:** Normalisierung nach Pandemie (-1.0%)

- **20-60 Jahre:** Weitgehend stabil, teilweise sogar verbessert (z.B. 50-60: -7.2%)
- **Über 80 Jahre:** Stabil, trotz hoher absoluter Werte

### Interpretation: Differenzierte Alterseffekte

#### Die Pandemie/Impfung hatte unerwartete Auswirkungen nach Alter:

- **Über 80 Jahre:** Sterbewahrscheinlichkeit sank während der Pandemie (-0.3% bis +0.8%). Dies spricht GEGEN dramatische COVID-19-Todesfälle in dieser Hochrisikogruppe - möglicherweise Effekt der Impfkampagne
- **60-80 Jahre:** Moderat erhöht (+4.3%), bleibt nach Pandemie erhöht (+5.1%)
- **10-20 Jahre:** Normale Sterbewahrscheinlichkeit während Pandemie (-2.7%), aber danach erhöht (+4.5%)

**Auffälligkeit:** Die persistente Übersterblichkeit bei 10-20 Jährigen und 70-80 Jährigen nach der Pandemie (2022-2024), nachdem COVID-19 nicht mehr primärer Todesfaktor war, deutet auf andere ursächliche Faktoren hin. Mögliche Erklärungen: - Auswirkungen der COVID-19-Impfkampagne (kardiovaskuläre oder immunologische Nebenwirkungen) - Langzeitfolgen von COVID-19 ("Long COVID") - Veränderte Gesundheitsverhaltensweisen während/nach der Pandemie - Kumulativeeffekte von Lockdowns und Stress

Eine Rolle der Impfung bei der persistenten Übersterblichkeit dieser Altersgruppen ist basierend auf dieser Datenanalyse nicht auszuschließen, erfordert aber weitere epidemiologische Untersuchungen zur Kausalität.

#### Wichtige Erkenntnisse:

- Persistente Übersterblichkeit nach der Pandemie bei 10-20 Jährigen und 70-80 Jährigen, Impfeffekt?
- Überraschend: Bei über 80 Jahren sank die Sterbewahrscheinlichkeit während der Pandemie
- Absolute Sterbewahrscheinlichkeit erreicht über 95% bei 90+ Jahren, aber ohne Pandemie-Anstieg

## Dateien im Projekt

### Eingabedaten

- **Sterbetafel2016-2018.csv** - Offizielle deutsche Sterbetafel für die Periode 2016-2018
- **Sterbetafel2020-2022.csv** - Offizielle deutsche Sterbetafel für die Periode 2020-2022
- **Sterbetafel2022-2024.csv** - Offizielle deutsche Sterbetafel für die Periode 2022-2024

### Ausgabedateien

#### Markdown & PDF Reports

- **Sterbevergleich.md** - Markdown-Datei mit allen Tabellen und Daten
  - Vergleichstabellen mit Sterbewahrscheinlichkeiten für alle drei Perioden
  - Prozentuale Änderungen (% Änderung) relativ zur 2016-2018 Baseline
  - Getrennte Tabellen für Männer, Frauen und Zusammen (Durchschnitt)
  - Detaillierte Analyse für jedes Altersjahr fünf
- **Sterbevergleich.pdf** - PDF im A4-Format (32 KB)
  - Enthält alle Tabellen aus der Markdown-Datei
  - Prozentuale Vergleiche zwischen den Perioden

### Interaktive Visualisierung

- **sterbevergleich\_plots.html** - Interaktive Plots mit Plotly.js
  - Plot 1: Alle drei Epochen nebeneinander (nach Geschlecht)
  - Plot 2: Jede Epoche einzeln mit Männer/Frauen/Gesamt-Vergleich
  - Zoom, Pan, Hover-Funktionen für interaktive Exploration
  - Lineare Y-Achse für bessere Vergleichbarkeit

## Python-Skripte

### Datenverarbeitung

- **Sterbevergleich.py** - Berechnet Sterbewahrscheinlichkeiten für eine CSV-Datei
- **Sterbevergleich\_all.py** - Verarbeitet alle 3 CSV-Dateien und generiert Markdown-Report

### Visualisierung

- **plot\_sterbevergleich.py** - Generiert interaktive HTML-Plots mit Plotly
- **generate\_pdf.py** - Generiert 2-spaltiges Landscape-PDF

## Berechnung der Sterbewahrscheinlichkeit

Die Sterbewahrscheinlichkeit für eine 5-Jahr-Kohorte (z.B. 0-5 Jahre) wird berechnet als:

$$\text{Sterbewahrscheinlichkeit (\%)} = (l(x) - l(x+5)) / l(x) \times 100$$

Wobei:  $- l(x)$  = Anzahl der Überlebenden im Alter x (aus Sterbetafel)  $- l(x+5)$  = Anzahl der Überlebenden im Alter x+5 (aus Sterbetafel) - Der Unterschied = Anzahl der Gestorbenen in der 5-Jahres-Kohorte

Beispiel (Männer, 0-5 Jahre, 2016-2018):

$$l(0) = 100.000 \text{ Überlebende}$$

$$l(5) = 99.579 \text{ Überlebende}$$

$$\text{Gestorben} = 100.000 - 99.579 = 421$$

$$\text{Sterbewahrscheinlichkeit} = 421 / 100.000 \times 100 = 0.421\%$$

## Prozentuale Änderungen (% Änderung)

Die Vergleichstabellen in **Sterbevergleich.md** und **Sterbevergleich.pdf** enthalten eine "% Änderung"-Spalte, die die **relative prozentuale Veränderung** gegenüber der Baseline-Periode 2016-2018 anzeigt:

$$\% \text{ Änderung} = ((\text{Wert 2020-2022 oder 2022-2024} - \text{Wert 2016-2018}) / \text{Wert 2016-2018}) \times 100$$

**Interpretation:** - **+5.33%** bedeutet: Mortality ist 5.33% höher als in 2016-2018 (relative Zunahme) - **-9.50%** bedeutet: Mortality ist 9.50% niedriger als in 2016-2018 (relative Abnahme) - **+0.85%** bedeutet: Mortality ist um weniger als 1% höher (stabiler Wert)

Beispiel: - Männer, Alter 0-5, Periode 2020-2022 vs. 2016-2018: - 2016-2018: 0.4210% - 2020-2022: 0.3810%  
- % Änderung =  $((0.3810 - 0.4210) / 0.4210) \times 100 = -9.50\%$

## Anforderungen

### Für Python-Skripte

- Python 3.x
- Keine zusätzlichen Pakete erforderlich

### Für PDF-Generierung

- Für pandoc-Konvertierung: pandoc + xelatex

### Für interaktive Plots

- Nur ein Webbrowswer erforderlich
- HTML-Datei funktioniert offline (Plotly.js via CDN)

## Datenquellen

- **Quelle:** Statistisches Bundesamt (Destatis) - Genesis-Datenbank
- **Tabelle:** 12621-0001 (Sterbetafeln)
- **Datentyp:** Periodensterbetafeln
- **Geographie:** Deutschland (gesamt)
- **Zeitperioden:**
  - 2016-2018
  - 2020-2022
  - 2022-2024

## Interpretation der Daten

### Sterbewahrscheinlichkeit vs. Sterberate

- **Sterbewahrscheinlichkeit ( $q(x)$ ):** Wahrscheinlichkeit, dass eine Person zwischen Alter  $x$  und  $x+10$  stirbt
- Diese Projekt verwendet  $q(x)$ -Werte aus den Sterbetafeln
- Nicht zu verwechseln mit roher Sterberate (Todesfälle pro 1000 Einwohner)
- Im hohen Alter dominiert die exponentielle Zunahme die Visualisierung

## Struktur der Sterbetafel-CSV

Jede CSV-Datei enthält für jedes Alter (0-100+ Jahre): - **Alter:** Vollendetes Alter (z.B. "0 Jahre", "10 Jahre") -  **$q(x)$ :** Sterbewahrscheinlichkeit -  **$p(x)$ :** Überlebenswahrscheinlichkeit -  **$l(x)$ :** Überlebende (auf 100.000 normalisiert) -  **$d(x)$ :** Gestorbene -  **$L(x)$ :** Durchlebte Jahre -  **$T(x)$ :** Restlebenserwartung -  **$e(x)$ :** Durchschnittliche Lebenserwartung

Daten sind separat für Männer und Frauen vorhanden.

## Lizenz

Daten: Statistisches Bundesamt (Destatis) - Public Domain

Skripte und Analyse: Ohne Lizenzangabe

## Fragen & Support

Für Fragen zur Datenbeschaffung oder Sterbetafeln: - Kontaktieren Sie das Statistische Bundesamt:  
<https://www.destatis.de/>

Für Fragen zu diesem Projekt: - Siehe GitHub Issues oder Dokumentation

## Changelog

### v1.1 (10.12.2025)

- Prozentuale Änderungen (% Änderung) zu allen Vergleichstabellen hinzugefügt
- Zeigt relative prozentuale Veränderung gegenüber Baseline 2016-2018
- Neue Berechnung:  $((\text{Wert\_neu} - \text{Wert\_baseline}) / \text{Wert\_baseline}) \times 100$
- Updated Sterbevergleich.py und Sterbevergleich\_all.py scripts
- Aktualisierte Markdown und PDF Reports mit neuen Spalten

### v1.0 (09.12.2025)

- Initial version
- Analyse der 3 Sterbetafeln (2016-2018, 2020-2022, 2022-2024)
- Markdown-Report mit vergleichenden Tabellen

- Interaktive HTML-Plots
- PDF-Reports
- Alle Python-Skripte zur Datenverarbeitung