

# ProSicherheit Studie

## Wirksamkeit der Rauchwarnmelderpflicht

Dr. Sebastian Festag & Dr. Marion Meinert

Erscheinungsdatum 03/2020

### Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Wirksamkeit der Rauchwarnmelderpflicht über den Untersuchungszeitraum von 1998 bis 2016 in den einzelnen Bundesländern und führt die Ergebnisse für Deutschland zusammen. Dazu werden die Sterbefälle und die darauf basierenden Brandsterberisiken durch Brandereignisse in Wohnungen und im wohnungsähnlichen Umfeld vor und nach der Einführung der Rauchwarnmelderpflicht gegenübergestellt. Die Risikoveränderung gibt Aufschluss über den risikologischen Effekt dieser gesetzlichen Vorgabe und lässt sich sogar belastbar quantifizieren. Dieses Vorgehen wird neben der sequentiellen Einführung der Rauchwarnmelderpflicht für Neubauten in den Bundesländern auch für Bestandsbauten vorgenommen. Wie die Analyse zeigt, werden zahlreiche Menschenleben durch diese Maßnahme gerettet und das, obwohl die Maßnahme noch nicht vollständig umgesetzt ist.

### Inhaltsverzeichnis

1	Einführung .....	2
2	Herangehensweise .....	2
	2.1 Abgrenzungen der Datengrundlage und Entwicklung der Sterbefälle durch Brände .....	2
	2.2 Prüfung der Belastbarkeit der Effekte .....	3
3	Ergebnisse .....	5
	3.1 Effekte in den Bundesländern .....	5
	3.2 Effekte in Deutschland .....	7
	3.3 Entwicklung der „geretteten“ Menschenleben durch die Rauchwarnmelderpflicht .....	8
4	Fazit .....	9
5	Anhang .....	10
6	Literatur .....	22

# 1 Einführung

Die Einführung der Rauchwarnmelderpflicht in den deutschen Bundesländern verfolgt das Ziel, Menschen vor Bränden in Wohnungen und im wohnungsähnlichen Umfeld zu schützen.

Als einleitende Maßnahme zur Selbstrettung stehen Rauchwarnmelder (RWM) in Wohnungen und wohnungsähnlichen Bereichen zur Verfügung. Rauchwarnmelder sollen Brände frühzeitig erkennen und Menschen vor den Gefahren eines Brandes warnen. In erster Linie zielen sie darauf ab Menschen zu schützen und Leben zu retten. Der Wohnungsbereich stellt in Bezug auf das Brandrisiko einen Schwerpunkt dar. Diesem Risiko soll mit einer frühen Branderkennung für die Selbstrettung über die Einführung der Rauchwarnmelderpflicht entgegengewirkt werden, weshalb in den Bundesländern die Installation von Rauchwarnmeldern (bau-) rechtlich verankert wurde. Da der Brandschutz in Deutschland föderalen Strukturen unterliegt, wird diese Pflicht in den Bundesländern zu unterschiedlichen Zeitpunkten und im Detail stellenweise unterschiedlich umgesetzt.

Neben der Einführungspflicht von Rauchwarnmeldern greift diese rechtliche Maßnahme zeitverzögert auch für Wohnungen in Bestandsbauten. Inzwischen ist in allen Bundesländern die RWM-Pflicht rechtlich verankert. Stellenweise wird nun der Nutzen bzw. Effekt der Rauchwarnmelderpflicht angezweifelt. Aus diesem Grund wird der Effekt dieser Maßnahme mit der vorliegenden Arbeit untersucht.

Erstmals wird in Mayr (2012) und Kaiser (2012) die Wirksamkeit der Einführungspflicht von Rauchwarnmeldern hinterfragt und in Festag (2013) statistisch nachgewiesen, indem das Brandsterberisiko auf der Basis der Sterbefälle durch Brände (die Exposition gegenüber Rauch, Feuer und Flammen) von 1998 bis 2010 analysiert wurde. Mittlerweile können die Effekte für alle deutschen Bundesländer ermittelt werden und in den Bundesländern liegen mehr Daten für den Zeitraum seit der Einführungspflicht vor. Darüber hinaus lässt sich dieses Vorgehen auch auf den Effekt für Bestandsbauten beurteilen.

# 2 Herangehensweise

Rauchwarnmelder sollen im Brandfall in erster Linie Menschenleben retten (darüber hinaus können Verletzungen, physische und psychische Belastungen sowie Sach-, Kultur und Umweltschäden sowie ideale Schäden reduziert werden).

Eine Abschätzung der Anzahl der so geretteten Personen bietet die amtliche Todesursachenstatistik (GBE-Bund, 2019). Diese liefert die Anzahl der verstorbenen Personen durch Brände (Exposition gegenüber Rauch, Feuer und Flamme) im Wohnungsbereich jahresweise für jedes Bundesland.

## 2.1 Abgrenzungen der Datengrundlage und Entwicklung der Sterbefälle durch Brände

Die Todesursachenstatistik wird seit vielen Jahren gepflegt. Für die vorliegende Untersuchung werden die Daten von 1998 bis 2016 herangezogen. Die Daten vor 1998 werden abgegrenzt, weil es im Jahr 1998 zu einer größeren Änderung in der allgemeinen Klassifikation kam (WHO, 2010a; WHO, 2010b) und Veränderungen in der Datenbasis nur schwer ausgeschlossen werden können.

Sterbefälle durch Brände werden in der Todesursachenstatistik als „Exposition gegenüber Rauch, Feuer und Flamme“ mit der Kodierung X00-X09 aufgeführt und sind damit den hier von Interesse stehenden unfallartigen Bränden zugeordnet. Die Unterkategorien „X00 Exposition gegenüber nicht unter Kontrolle stehendem Feuer in Gebäuden oder Bauwerken“, „X02 Exposition gegenüber unter Kontrolle stehendem

Feuer in Gebäuden oder Bauwerken“, „X09 Exposition gegenüber nicht näher bezeichnete(m)(n) Rauch, Feuer oder Flammen“ werden für die Analyse ausgewählt, da sich diese Fälle auf Bränden in Gebäuden – und damit im Wirkungsbereich von Rauchwarnmeldern und der Rauchwarnmelderpflicht – beziehen. Dabei werden ausschließlich die Sterbefälle untersucht, die in Wohnungen oder wohnungsähnlichen Bereichen zu Tode gekommen sind („zu Hause\_0“, vgl. Tabelle 1 im Anhang). Die entsprechenden Sterbefallzahlen sind für Deutschland in Bild 1 dargestellt. Bis zur ersten Einführung der RWM-Pflicht (21.12.2003 in Rheinland-Pfalz) ergeben sich im Schnitt 501 Sterbefälle in Deutschland durch Brände (graue Balken) und im Mittel 380 Sterbefälle im Wohnungsbereich „zu Hause“ (schwarze Balken).

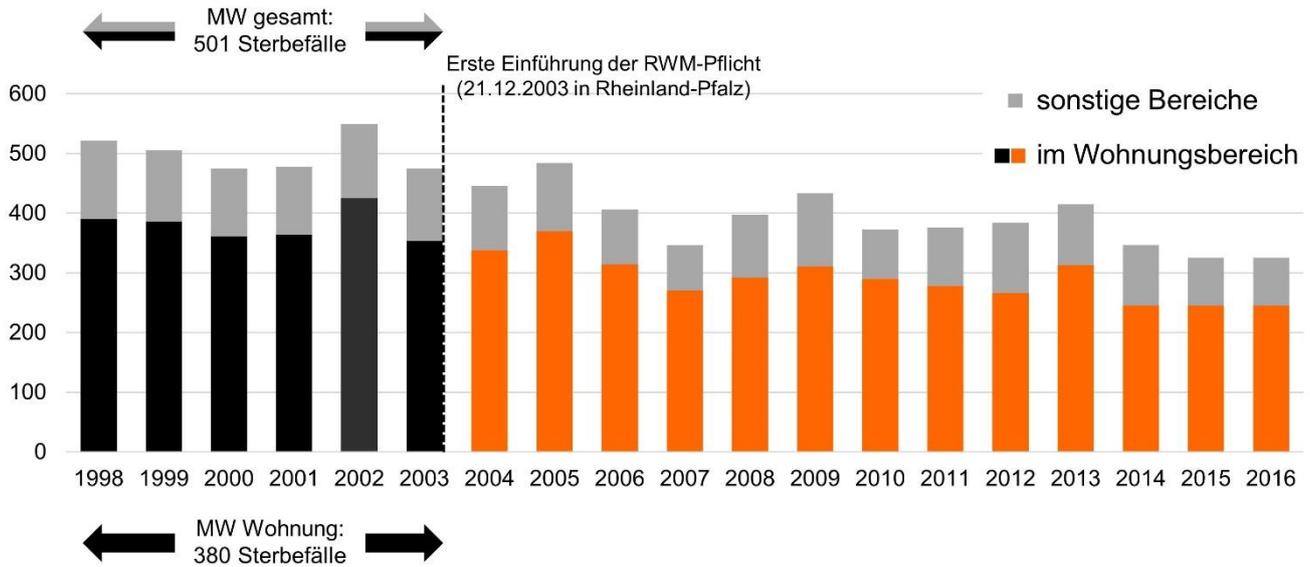


Bild 1 Entwicklung der Sterbefälle in Deutschland durch Brände (GBE-Bund, 2019)

Bei der Aufschlüsselung der Fallzahlen auf die Bundesländer werden neben den absoluten Sterbefällen durch Brände (zu Hause) über die Einwohnerzahlen (vgl. Tabelle 1 im Anhang) basierend auf den Daten des statistischen Bundesamtes (2019) die Eintrittswahrscheinlichkeiten je Bundesland ermittelt (Sterbefälle je 100.000 Einwohner). Anhand dieser Eintrittswahrscheinlichkeit und der Todesfallbetrachtung werden die Brandsterberisiken berechnet (vgl. Tabelle 2 im Anhang).

Die Einführung der Rauchwarnmelderpflicht erfolgt in den einzelnen Bundesländern zu unterschiedlichen Zeitpunkten. So werden die Daten für jedes Bundesland einzeln von dem Jahre 1998 bis zur Einführung der RWM-Pflicht mit den Daten ab der Einführung der Rauchwarnmelderpflicht bis zum Jahre 2016 verglichen (vgl. die Sterbefälle in den Tabelle 3 und 4). Die Veränderung der Brandsterberisiken (zu Hause, vgl. Tabelle 5 und 6) gibt Aufschluss über den Effekt und die Wirksamkeit der Rauchwarnmelderpflicht.

## 2.2 Prüfung der Belastbarkeit der Effekte

Die Risikoveränderungen in den Bundesländern zwischen den Zeiträumen vor und nach der Einführung der Rauchwarnmelderpflicht werden mit einem Signifikanztest für unabhängige Stichproben nach Bortz (1993, S. 132 ff) überprüft (vgl. Tabelle 7), um zufällige Ergebnisse mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 5\%$  auszuschließen. Dazu werden zur Bewertung der Einführungspflicht von Rauchwarnmeldern die Brandsterberisiken vor (Referenz) zu „seit RWM-Pflicht“ verglichen (siehe Tabelle 5) und für Bestandsbauten zu „seit Nachrüstpflicht“ (siehe Tabelle 6).

Exemplarisch ist ein Beispiel des Berechnungsweges für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern aufgeführt (vgl. Tabellen 8 und 9). Zur Bewertung des Effektes in Deutschland (insgesamt) wird der Signifikanztest für abhängig Stichproben über die Daten aller Bundesländer angewendet (Bortz 1993, S. 135 ff). Die Zusammenstellung der Rechenwerte erfolgt für die Einführung der RWM-Pflicht in Tabelle 10 sowie für die Einführung der Nachrüstpflicht in Tabelle 11 im Anhang.

### Berechnungsweg für unabhängige Stichproben (Bundesländer)

Beim t-Test für unabhängige Stichproben für die Bundesländer werden die Mittelwerte  $\bar{x}_1$  und  $\bar{x}_2$  der zwei voneinander unabhängigen Stichproben des Umfanges  $n_1$  (Anzahl der Jahre vor Einführung der RWM-Pflicht) und  $n_2$  (Anzahl der Jahre nach Einführung der RWM-Pflicht bzw. nach Einführung der Nachrüstpflicht) ermittelt. Daraus lassen sich für jedes Jahr die Einzelabweichungen bestimmen zu:

$$x_{1,i} - \bar{x}_1 \text{ bzw. } x_{2,i} - \bar{x}_2 \tag{1}$$

Die Summe über alle Jahre bestimmt sich dann zu:

$$\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 \text{ bzw. } \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2 \tag{Gl. (2)}$$

Die Differenz der Mittelwerte berechnet sich zu:  $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ . Da die gemeinsame Populationsvarianz  $\sigma^2$  unbekannt ist, wird sie auf Grund der Daten beider Stichproben nach Gl. 3 geschätzt:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \tag{Gl. (3)}$$

Der Standardfehler der Differenz wird nach Gl. 4 geschätzt:

$$\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \tag{Gl. (4)}$$

Die Bedeutsamkeit der Abweichung der gefunden Differenzen  $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$  wird damit in Bezug zur Streuung der Mittelwertedifferenzen  $\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$  gesetzt und entspricht dem berechneten t-Wert, der für kleine Stichproben t-verteilt und für größere Stichproben angenähert normalverteilt ist (Bortz 1993, S. 133):

$$t_{\text{berechnet}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} \tag{Gl. (5)}$$

Der theoretische t-Wert ( $t_{\text{theoretisch}}$ ) ist der Funktion der t-Verteilung zu entnehmen, die z. B. in Bortz (1993, S. 701) tabelliert ist. Ist der theoretische t-Wert kleiner als der berechnete t-Wert, so unterscheiden sich die Brandsterberisiken vor Einführung der RWM-Pflicht statistisch signifikant von denen nach Einführung der RWM-Pflicht (oder der Nachrüstpflicht) und der Effekt ist nicht zufällig – die Zusammenstellung der Rechenwerte für die Einführung der RWM-Pflicht sowie der Nachrüstpflicht erfolgt in Tabelle 7 im Anhang.

**Berechnungsweg für abhängige Stichproben (Deutschland)**

Für jedes Bundesland ergeben sich zwei abhängige Wertepaare (Mittelwert vor der Pflicht zu seit der Pflicht). Diese Wertepaare werden über alle Bundesländer aufgeführt und die Unterschiede mit einem Signifikanztest für abhängige Stichproben über die Daten aller Bundesländer getestet (Bortz 1993, S. 135 ff). Die Daten für die Einführung der RWM-Pflicht sind Tabelle 8 sowie für die Nachrüstpflicht in Tabelle 9 im Anhang zu finden.

Zur Beurteilung der Bedeutsamkeit der sich für Deutschland einstellenden Effekte wird für jedes Messwertpaar (Anzahl der Jahre mit/ohne RWM-Pflicht je Bundesland)  $x_1$  und  $x_2$  die Differenz  $d_i$  gebildet. Aus der Summe wird das arithmetische Mittel aller Differenzen mit der Anzahl aller Messwertpaare  $n$  gebildet (siehe Bortz, 1993, S. 135 ff):

$$\bar{x}_d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \tag{Gl. (6)}$$

Die Streuung der Differenzen in der Population wird geschätzt zu:

$$\hat{\sigma}_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{x}_d)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n}}{n - 1}} \tag{Gl. (7)}$$

Analog zum Standardfehler des arithmetischen Mittels wird die Streuung der Verteilung der Mittelwerte von Differenzen daraus ermittelt:

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}_d} = \frac{\hat{\sigma}_d}{\sqrt{n}} \tag{Gl. (8)}$$

Der berechnete t-Wert leitet sich aus Gl. 9 ab:

$$t_{\text{berechnet}} = \frac{\bar{x}_d}{\hat{\sigma}_{\bar{x}_d}} \tag{Gl. (9)}$$

Der theoretische t-Wert ( $t_{theoretisch}$ ) bestimmt sich aus den Freiheitsgraden  $df$  und dem Signifikanzniveau ( $\alpha = 5\%$ ) nach Bortz (1993, S. 701). Ist der theoretische t-Wert kleiner als der berechnete t-Wert, so sind die Unterschiede zwischen den Brandsterberisiken vor Einführung zu denen nach Einführung der RWM-Pflicht (oder der Nachrüstpflicht) statistisch signifikant und der Effekt ist nicht zufällig.

### 3 Ergebnisse

Bei der Darstellung der in der vorliegenden Arbeit erzielten Ergebnisse werden zuerst die Ergebnisse aus den einzelnen Bundesländern dargestellt und dann die übergeordneten Ergebnisse für Deutschland.

#### 3.1 Effekte in den Bundesländern

Die Ergebnisse der Entwicklung des Brandsterberisikos in den einzelnen Bundesländern sind in den Bildern 2 und 3 dargestellt. Die Einführungs- und Nachrüstzeitpunkte sind jeweils oben aufgeführt. Für jedes Bundesland ist das Brandsterberisiko pro Jahr vor Einführung der Rauchwarnmelderpflicht in Schwarz dargestellt, das jährliche Brandsterberisiko in der Übergangszeit nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht und wo vorhanden vor Einführung der Nachrüstpflicht in Orange und nach Einführung der Nachrüstpflicht hellem Orange. Die Mittelwerte des jeweiligen Zeitraumes sind unter dem Diagramm angeordnet. Die zugrundeliegenden Zahlenwerte sind in den Tabellen 1 und 2 aufgelistet und die Zusammenfassung der Mittelwerte erfolgt im Anhang in den Tabellen 3 bis 6.

Bild 3 zeigt beispielsweise für das Bundesland Hessen in den Jahren von 1998 bis 2004 ohne Rauchwarnmelderpflicht einen steigenden Verlauf des Sterberisikos durch Brände (zu Hause), während nach der Einführung der Rauchwarnmelderpflicht ein sinkender Verlauf zu verzeichnen ist. Im Saarland ist der Trend vor der Einführung der RWM-Pflicht ebenso

steigend und ab dem Einführungszeitpunkt fallend. In drei Bundesländern (BE, BB, SN) kann aufgrund der geringen Vergleichszahl (weniger als 2 Jahre) keine belastbare Aussage über den Verlauf und den Einfluss der Rauchwarnmelderpflicht getroffen werden. In Nordrhein-Westfalen steigt das mittlere Sterberisiko nach Einführung der RWM-Pflicht geringfügig von 0,30 auf 0,32 Sterbefälle pro 100.000 Einwohner pro Jahr an, während die Risikoverteilung geringer ausfällt (siehe auch Bild 4) – einzelne Ereignisse in einem Jahr haben einen hohen Einfluss auf diese Datengrundlage.

Für Mecklenburg-Vorpommern sinkt das Brandsterberisiko von 0,67 Sterbefällen pro 100.000 Einwohner vor Einführung der RWM-Pflicht deutlich auf 0,22 Sterbefälle pro 100.000 Einwohner, bevor es für den Vergleichszeitraum in dem die Nachrüstpflicht gilt, wieder geringfügig auf 0,23 Sterbefälle pro 100.000 Einwohner steigt. Beim Vergleich mit der Nachrüstpflicht zeigen sich dagegen in Schleswig-Holstein wie auch in Rheinland-Pfalz und Hamburg reduzierte Brandsterberisiken im Vergleich zum Zeitraum vor und nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht.

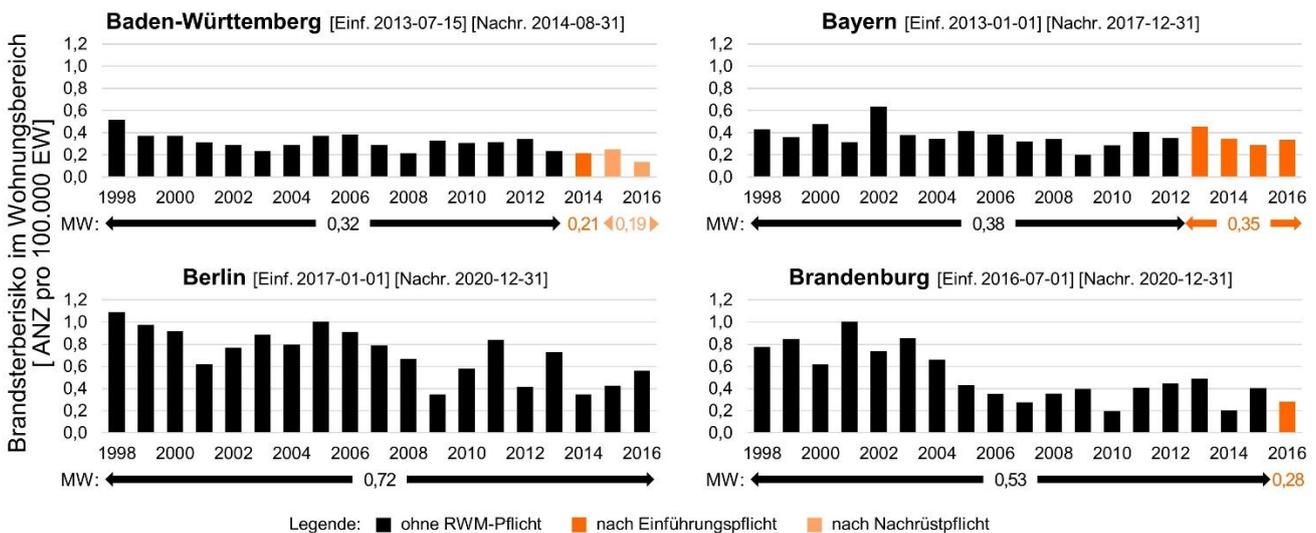


Bild 2 Entwicklung des Brandsterberisikos (X00\_..0, X02\_..0 und X09\_..0) in BW, BY, BE, BB



Bild 3 Entwicklung des Brandsterberisikos (X00...0, X02...0 und X09...0) in HB, HH, HE, MV, NI, NW, RP, SL, SN, ST, SH, TH

Die Analyse des Brandsterberisikos sämtlicher Bundesländer zeigt, dass für alle Bundesländer ein positiver Effekt vorliegt (in Teilen mit Ausnahme in NRW, siehe oben).

Mecklenburg-Vorpommern zeigt signifikante positive Risikoveränderungen für die Einführung der Rauchwarnmelderpflicht wie auch für die Nachrüstpflicht. Der Berechnungsweg ist in den Tabellen 8 und 9 aufgeführt.

Für die Einführungspflicht ergeben sich bereits statistisch signifikante Ergebnisse in fünf von 13 Bundesländern (BW, HH, MV, NI, TH) und für die Nachrüstpflicht in fünf von 6 Bundesländern (BW, HH, MV, RP, und SH, siehe Tabelle 7 im Anhang). In Rheinland-Pfalz, Hamburg und Schleswig-Holstein zeigt sich,

### 3.2 Effekte in Deutschland

Ausgehend von den in den Bildern 2 und 3 dargestellten Mittelwerten zeigt Bild 4 den Bundesvergleich des Brandsterberisikos vor (in Schwarz) und nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht (in Orange). Es zeigt sich, dass sich in 12 von 13 Bundesländern das Brandsterberisiko nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht reduziert.

dass sich mit der Nachrüstpflicht die positiven Effekte verstärken.

Die hier dargestellten Ergebnisse anhand des Brandsterberisikos werden durch die Betrachtung der reinen Anzahl an Sterbefällen (ohne Bezugnahme auf die Einwohnerzahlen) gestützt (siehe Tabellen 1, 3 und 4).

Der positive Effekt der Rauchwarnmelderpflicht verstärkt sich mit der Zeit und der Umsetzung dieser Maßnahme, wie in den Bildern 2 und 3 zu sehen ist. Das lässt sich damit erklären, dass mit Inkrafttreten der rechtlichen Verankerung der Pflicht die Haushalte nicht sofort alle mit Rauchwarnmeldern ausgestattet sind – wie Ergebnisse von Forsa-Umfragen zeigen (Forsa, 2006, 2010, 2014).

In fünf der 12 Bundesländer kann der positive Effekt der Rauchwarnmelderpflicht statistisch belastbar nachgewiesen werden (vgl. Berechnungsergebnisse in Tabelle 7 nach den Gleichungen 1 bis 5).

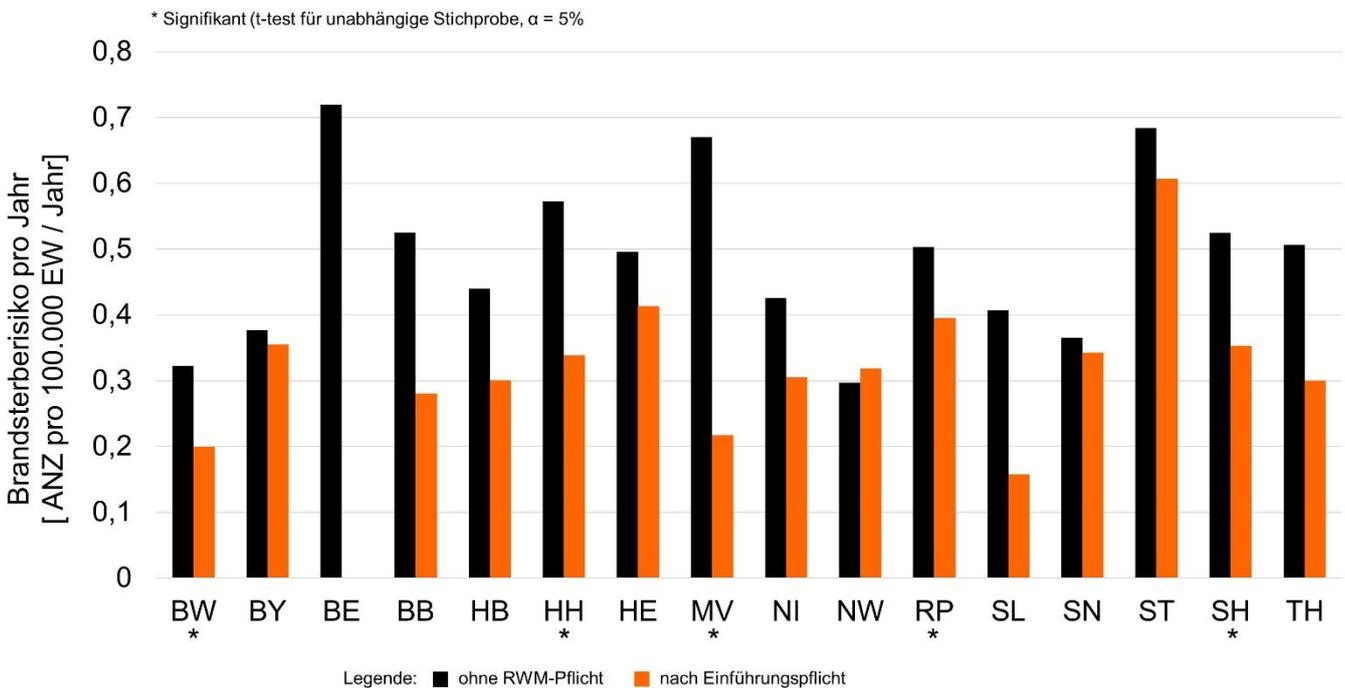


Bild 4 Verteilung des Brandsterberisikos in den Bundesländern vor (Schwarz) und nach der Einführungspflicht von Rauchwarnmeldern (Orange)

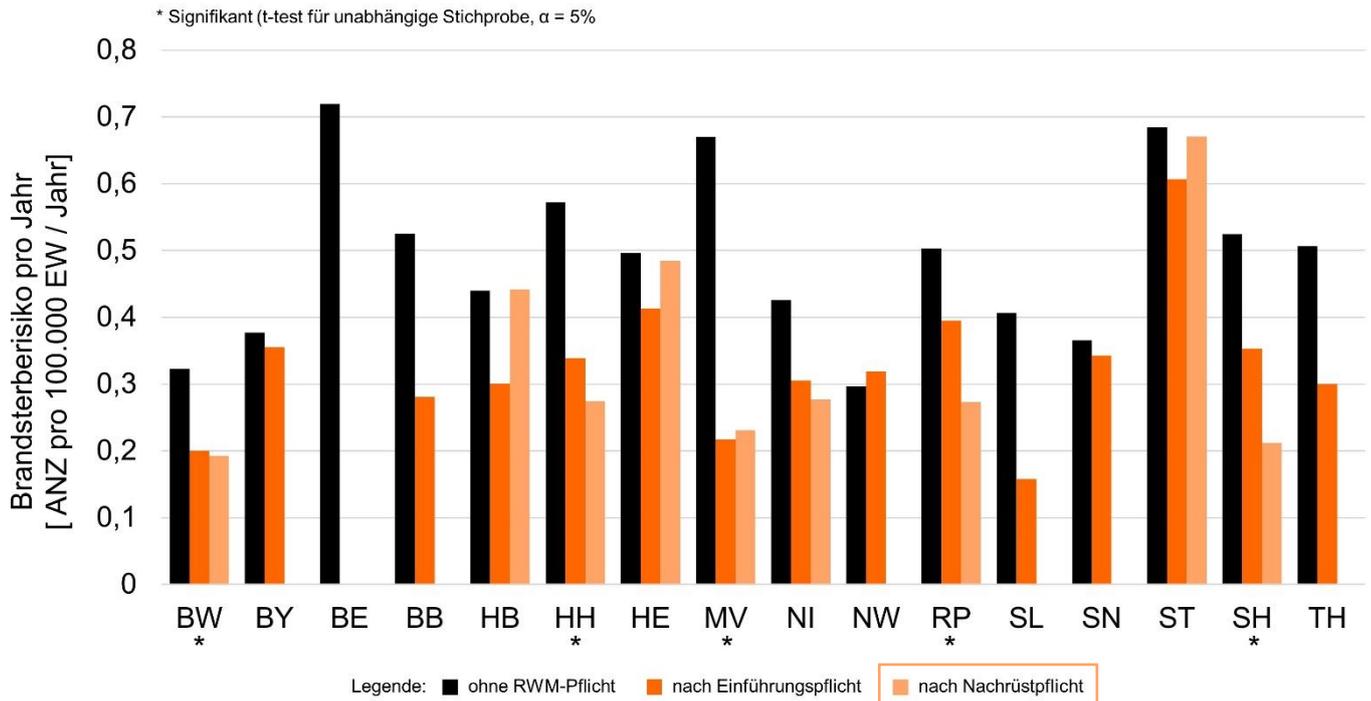


Bild 5 Verteilung des Brandsterberisikos in den Bundesländern vor (Schwarz) und nach der Einführungspflicht von Rauchwarnmeldern (Orange) sowie seit der Nachrüstpflicht (Hellorange)

Im Ländervergleich zeigen die Brandsterberisiken der Nachrüstpflicht wie in Bild 5 in hellem Orange dargestellt ebenso eine Reduzierung des Brandsterberisikos im Vergleich zum Referenzzeitraum vor Einführung der Rauchwarnmelderpflicht.

Ein sinkendes Brandsterberisiko ist in allen sechs Bundesländern mit der Nachrüstpflicht zu verzeichnen. In Hamburg, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein wird de

positive Trend deutlich verstärkt. Zudem sind nun in fünf von sechs Bundesländern statistisch abgesicherte Effekte vorhanden.

Der Signifikanztest liefert für Deutschland insgesamt einen statistisch belastbaren positiven Effekt der Rauchwarnmelderpflicht sowohl für die Einführungspflicht (siehe Tabelle 8 im Anhang) als auch für die Nachrüstpflicht (siehe Tabelle 9 im Anhang).

### 3.3 Entwicklung der „geretteten“ Menschenleben durch die Rauchwarnmelderpflicht

Zur Analyse der zeitlichen Entwicklung der Risikoreduktion durch die Rauchwarnmelderpflicht sind die statistisch nicht erfassten Sterbefälle zu berücksichtigen. Das sind die Personen, die im Vergleich zum Mittelwert vor Einführung der Rauchwarnmelderpflicht weniger durch ein Brandereignis verstorben sind, d.h. bzw. „gerettet“ wurden. Die Mittelwerte sowie die betrachteten Zeiträume zur Referenz sind in Tabelle 3 für die einzelnen Bundesländer aufgeführt.

In Tabelle 12 im Anhang ist die Mittelwertentwicklung der über die Jahre kumulierten „reduzierten“ Sterbefälle durch die Rauchwarnmelderpflicht dargestellt. Die jährlich ermittelten „reduzierten“ (oder „erhöhten“) Sterbefälle werden hier pro Jahr seit Einführung der RWM-Pflicht kumuliert, daraus wird der Mittelwert über die Jahre seit Einführung der Pflicht gebildet. Die kumulierten Sterbefälle ab den jeweiligen Einführungszeitpunkten sowie die entsprechenden Mittelwerte sind in Tabelle 3 aufgeführt. So sind z. B. in

Rheinland-Pfalz seit Einführung der RWM-Pflicht zum 21.12.2003 bis Ende 2016 insgesamt 57 Personen, in Sachsen-Anhalt seit Ende 2009 insgesamt 25 Personen weniger verstorben, als in den Referenzjahren. Für alle Bundesländer kumuliert beträgt die Summe aller „geretteten“ Menschenleben (die statistisch im Mittel reduzierten Sterbefälle) bis 2016 insgesamt 501 Personen (vgl. Tabelle 12 im Anhang). Die daraus ermittelte Mittelwertentwicklung für Deutschland zeigt, dass im Jahr 2016 bereits im Mittel pro Jahr 68 Personen weniger verstorben sind, als zum Vergleichszeitraum vor Einführung der RWM-Pflicht. Anders ausgedrückt heißt dies, sofern in Deutschland keine Rauchwarnmelderpflicht eingeführt worden wäre, so wären in 2016 im Mittel 68 Personen mehr Menschen verstorben als die tatsächliche Todesursachenstatistik heute darstellt.

Es zeigt sich auch, dass der Mittelwert der geretteten Personen mit der sequenziellen Einführung der

Rauchwarnmelderpflicht in den Bundesländern steigt. So wurden beispielsweise bis 2010 insgesamt 135 Personen in Summe in allen Bundesländern seit Einführung der RWM-Pflicht gerettet, dies sind im Mittel 34 Personen pro Jahr.

Einzelereignisse unterbrechen den positiven Trend partiell (vgl. Bayern und Nordrhein-Westfalen). Durch die Gesamtwirkung wird dies innerhalb eines kurzen

Zeitraumes von einem Jahr bereits wieder ausgeglichen.

Die Anzahl der Personen, die pro Jahr durch die RWM-Pflicht „gerettet“ werden steigt. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Nachrüstpflicht in zunehmend mehr Bundesländern greift.

## 4 Fazit

---

Brände stellen statistisch erwiesen besonders im Wohnbereich einen Risikoschwerpunkt dar: Die amtliche Todesursachenstatistik führt beispielsweise im Mittel (1998 bis 2003) 501 Sterbefälle auf, die einem unfallartigen Brand zugeordnet werden können. Circa 76 % (380 von 501 Sterbefällen) dieser Brandsterbefälle werden „zu Hause“ erfasst. Um dem entgegenzuwirken, wurde seit 2003 in den deutschen Bundesländern die Rauchwarnmelderpflicht eingeführt. Die vorliegende Untersuchung beurteilt anhand der sequentiellen Einführung in den Bundesländern die Wirksamkeit dieser gesetzlichen Maßnahme für die einzelnen Bundesländer sowie für die gesamte Bundesrepublik.

Der risikologische Effekt der Einführungs- und Nachrüstpflicht von Rauchwarnmeldern ist statistisch belastbar und zeigt positive Effekte. In 12 von 13 Bundesländern ist das Brandsterberisiko nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht gesunken.

Dieser positive Effekt wird anhand der Nachrüstpflicht mit bereits allen von sechs betroffenen Bundesländern verstärkt. Statistisch belastbare Effekte zeigen sich bezugnehmend auf die Einführungspflicht in fünf von 13 Bundesländern und für die Nachrüstpflicht in fünf von sechs Bundesländern. Der positive Effekt ist ebenso für Deutschland insgesamt für die Einführungs- wie auch die Nachrüstpflicht statistisch nachweisbar.

Durch die Rauchwarnmelderpflicht wurden statistisch gesehen bis zum Jahre 2016 bereits 501 Menschenleben gerettet. Im Mittel sind es zum Zeitpunkt 2016 pro Jahr 68 Personen, die durch die Rauchwarnmelderpflicht gerettet werden. Die Tendenz ist steigend, dies zeigt, dass sich die positiven Effekte der Rauchwarnmelderpflicht mit fortschreitender Umsetzung verstärken. Die Rauchwarnmelderpflicht wirkt.

## 5 Anhang

Table 1 Sterbefälle der Todesursachenstatistik (X00...0, X02...0 und X09...0) sowie Anzahl der Einwohner nach Bundesländern und Jahren (Statistisches Bundesamt, 2019 und GBE-Bund, 2019)

			BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	Summe
1998	Sterbefälle	[Anzahl]	54	52	37	20	5	7	27	11	28	60	16	0	31	21	12	9	390
	Einwohner	[Anzahl]	10.426.040	12.086.548	3.398.822	2.590.375	667.965	1.700.089	6.035.137	1.798.689	7.865.840	17.975.516	4.024.969	1.074.223	4.489.415	2.674.490	2.766.057	2.462.836	82.037.011
1999	Sterbefälle	[Anzahl]	39	44	33	22	2	10	24	12	32	61	32	1	23	23	12	16	386
	Einwohner	[Anzahl]	10.475.932	12.154.967	3.386.667	2.601.207	663.065	1.704.735	6.051.966	1.789.322	7.898.760	17.999.800	4.030.773	1.071.501	4.459.686	2.648.737	2.777.275	2.449.082	82.163.475
2000	Sterbefälle	[Anzahl]	39	58	31	16	8	12	26	10	36	44	20	3	21	17	9	11	361
	Einwohner	[Anzahl]	10.524.415	12.230.255	3.382.169	2.601.962	660.225	1.715.392	6.068.129	1.775.703	7.926.193	18.009.865	4.034.557	1.068.703	4.425.581	2.615.375	2.789.761	2.431.255	82.259.540
2001	Sterbefälle	[Anzahl]	33	39	21	26	2	4	39	10	45	37	15	11	17	21	23	21	364
	Einwohner	[Anzahl]	10.600.906	12.329.714	3.388.434	2.593.040	659.651	1.726.363	6.077.826	1.759.877	7.956.416	18.052.092	4.049.066	1.066.470	4.384.192	2.580.626	2.804.249	2.411.387	82.440.309
2002	Sterbefälle	[Anzahl]	31	79	26	19	4	13	30	14	39	73	20	8	21	21	12	15	425
	Einwohner	[Anzahl]	10.661.320	12.387.351	3.392.425	2.582.379	662.098	1.728.806	6.091.618	1.744.624	7.980.472	18.076.355	4.057.727	1.064.988	4.349.059	2.548.911	2.816.507	2.392.040	82.536.680
2003	Sterbefälle	[Anzahl]	25	47	30	22	3	13	24	19	35	42	19	3	25	17	20	9	353
	Einwohner	[Anzahl]	10.692.556	12.423.386	3.388.477	2.574.521	663.129	1.734.083	6.089.428	1.732.226	7.993.415	18.079.686	4.058.682	1.061.376	4.321.437	2.522.941	2.823.171	2.373.157	82.531.671
2004	Sterbefälle	[Anzahl]	31	43	27	17	2	10	41	10	30	49	14	4	21	14	15	10	338
	Einwohner	[Anzahl]	10.717.419	12.443.893	3.387.828	2.567.704	663.213	1.734.830	6.097.765	1.719.653	8.000.909	18.075.352	4.061.105	1.056.417	4.296.284	2.494.437	2.828.760	2.355.280	82.500.849
2005	Sterbefälle	[Anzahl]	40	52	34	11	3	10	23	8	33	69	22	3	13	18	17	14	370
	Einwohner	[Anzahl]	10.735.701	12.468.726	3.395.189	2.559.483	663.467	1.743.627	6.092.354	1.707.266	7.993.946	18.058.105	4.058.843	1.050.293	4.273.754	2.469.716	2.832.950	2.334.575	82.437.995
2006	Sterbefälle	[Anzahl]	41	48	31	9	2	3	30	3	24	53	22	2	18	7	10	11	314
	Einwohner	[Anzahl]	10.738.753	12.492.658	3.404.037	2.547.772	663.979	1.754.182	6.075.359	1.693.754	7.982.685	18.028.745	4.052.860	1.043.167	4.249.774	2.441.787	2.834.254	2.311.140	82.314.906
2007	Sterbefälle	[Anzahl]	31	40	27	7	1	6	17	5	31	40	22	2	13	11	12	5	270
	Einwohner	[Anzahl]	10.749.755	12.520.332	3.416.255	2.535.737	663.082	1.770.629	6.072.555	1.679.682	7.971.684	17.996.621	4.045.643	1.036.598	4.220.200	2.412.472	2.837.373	2.289.219	82.217.837
2008	Sterbefälle	[Anzahl]	23	43	23	9	3	12	26	3	35	44	22	1	10	15	17	6	292
	Einwohner	[Anzahl]	10.749.506	12.519.728	3.431.675	2.522.493	661.866	1.772.100	6.064.953	1.664.356	7.947.244	17.933.064	4.028.351	1.030.324	4.192.801	2.381.872	2.834.260	2.267.763	82.002.356
2009	Sterbefälle	[Anzahl]	35	25	12	10	0	7	31	2	40	76	18	0	13	22	16	4	311
	Einwohner	[Anzahl]	10.744.921	12.510.331	3.442.675	2.511.525	661.716	1.774.224	6.061.951	1.651.216	7.928.815	17.872.763	4.012.675	1.022.585	4.168.732	2.356.219	2.832.027	2.249.882	81.802.257
2010	Sterbefälle	[Anzahl]	33	36	20	5	2	9	26	4	37	63	22	0	7	11	12	3	290
	Einwohner	[Anzahl]	10.753.880	12.538.696	3.460.725	2.503.273	660.706	1.786.448	6.067.021	1.642.327	7.918.293	17.845.154	4.003.745	1.017.567	4.149.477	2.335.006	2.834.259	2.235.025	81.751.602
2011	Sterbefälle	[Anzahl]	33	51	28	10	0	1	23	3	31	50	10	0	5	17	10	6	278
	Einwohner	[Anzahl]	10.512.441	12.443.372	3.326.002	2.453.180	652.182	1.718.187	5.993.771	1.606.899	7.774.253	17.544.938	3.990.033	997.855	4.054.182	2.276.736	2.802.266	2.181.603	80.327.900
2012	Sterbefälle	[Anzahl]	36	44	14	11	2	7	25	4	30	39	11	5	15	12	4	7	266
	Einwohner	[Anzahl]	10.569.111	12.519.571	3.375.222	2.449.511	654.774	1.734.272	6.016.481	1.600.327	7.778.995	17.554.329	3.990.278	994.287	4.050.204	2.259.393	2.806.531	2.170.460	80.523.746
2013	Sterbefälle	[Anzahl]	25	57	25	12	2	7	17	8	39	60	12	2	14	15	9	9	313
	Einwohner	[Anzahl]	10.631.278	12.604.244	3.421.829	2.449.193	657.391	1.746.342	6.045.425	1.596.505	7.790.559	17.571.856	3.994.366	990.718	4.046.385	2.244.577	2.815.955	2.160.840	80.767.463
2014	Sterbefälle	[Anzahl]	23	44	12	5	3	3	24	3	14	62	14	1	9	16	2	10	245
	Einwohner	[Anzahl]	10.716.644	12.691.568	3.469.849	2.457.872	661.888	1.762.791	6.093.888	1.599.138	7.826.739	17.638.098	4.011.582	989.035	4.055.274	2.235.548	2.830.864	2.156.759	81.197.537
2015	Sterbefälle	[Anzahl]	27	37	15	10	2	7	29	1	21	54	10	1	6	10	8	7	245
	Einwohner	[Anzahl]	10.879.618	12.843.514	3.520.031	2.484.826	671.489	1.787.408	6.176.172	1.612.362	7.926.599	17.865.516	4.052.803	995.597	4.084.851	2.245.470	2.858.714	2.170.714	82.175.684
2016	Sterbefälle	[Anzahl]	15	43	20	7	3	4	31	3	22	50	8	0	14	15	3	7	245
	Einwohner	[Anzahl]	10.951.893	12.930.751	3.574.830	2.494.648	678.753	1.810.438	6.213.088	1.610.674	7.945.685	17.890.100	4.066.053	996.651	4.081.783	2.236.252	2.881.926	2.158.128	82.521.653

Legende: Werte ohne Rauchwarnmelderpflicht Werte nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht Werte nach Einführung der Nachrüstpflicht

Tabelle 2 Ermittelttes Brandsterberisiko (X00\_..0, X02\_..0 und X09\_..0) nach Bundesländern und Jahren

			BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	Deutschland
1998	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,52	0,43	1,09	0,77	0,75	0,41	0,45	0,61	0,36	0,33	0,40	0,00	0,69	0,79	0,43	0,37	<b>0,48</b>
1999	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,37	0,36	0,97	0,85	0,30	0,59	0,40	0,67	0,41	0,34	0,79	0,09	0,52	0,87	0,43	0,65	<b>0,47</b>
2000	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,37	0,47	0,92	0,61	1,21	0,70	0,43	0,56	0,45	0,24	0,50	0,28	0,47	0,65	0,32	0,45	<b>0,44</b>
2001	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,31	0,32	0,62	1,00	0,30	0,23	0,64	0,57	0,57	0,20	0,37	1,03	0,39	0,81	0,82	0,87	<b>0,44</b>
2002	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,29	0,64	0,77	0,74	0,60	0,75	0,49	0,80	0,49	0,40	0,49	0,75	0,48	0,82	0,43	0,63	<b>0,51</b>
2003	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,23	0,38	0,89	0,85	0,45	0,75	0,39	1,10	0,44	0,23	0,47	0,28	0,58	0,67	0,71	0,38	<b>0,43</b>
2004	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,29	0,35	0,80	0,66	0,30	0,58	0,67	0,58	0,37	0,27	0,34	0,38	0,49	0,56	0,53	0,42	<b>0,41</b>
2005	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,37	0,42	1,00	0,43	0,45	0,57	0,38	0,47	0,41	0,38	0,54	0,29	0,30	0,73	0,60	0,60	<b>0,45</b>
2006	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,38	0,38	0,91	0,35	0,30	0,17	0,49	0,18	0,30	0,29	0,54	0,19	0,42	0,29	0,35	0,48	<b>0,38</b>
2007	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,29	0,32	0,79	0,28	0,15	0,34	0,28	0,30	0,39	0,22	0,54	0,19	0,31	0,46	0,42	0,22	<b>0,33</b>
2008	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,21	0,34	0,67	0,36	0,45	0,68	0,43	0,18	0,44	0,25	0,55	0,10	0,24	0,63	0,60	0,26	<b>0,36</b>
2009	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,33	0,20	0,35	0,40	0,00	0,39	0,51	0,12	0,50	0,43	0,45	0,00	0,31	0,93	0,56	0,18	<b>0,38</b>
2010	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,31	0,29	0,58	0,20	0,30	0,50	0,43	0,24	0,47	0,35	0,55	0,00	0,17	0,47	0,42	0,13	<b>0,35</b>
2011	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,31	0,41	0,84	0,41	0,00	0,06	0,38	0,19	0,40	0,28	0,25	0,00	0,12	0,75	0,36	0,28	<b>0,35</b>
2012	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,34	0,35	0,41	0,45	0,31	0,40	0,42	0,25	0,39	0,22	0,28	0,50	0,37	0,53	0,14	0,32	<b>0,33</b>
2013	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,24	0,45	0,73	0,49	0,30	0,40	0,28	0,50	0,50	0,34	0,30	0,20	0,35	0,67	0,32	0,42	<b>0,39</b>
2014	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,21	0,35	0,35	0,20	0,45	0,17	0,39	0,19	0,18	0,35	0,35	0,10	0,22	0,72	0,07	0,46	<b>0,30</b>
2015	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,25	0,29	0,43	0,40	0,30	0,39	0,47	0,06	0,26	0,30	0,25	0,10	0,15	0,45	0,28	0,32	<b>0,30</b>
2016	Sterberisiko	[Anzahl /100.000 EW]	0,14	0,33	0,56	0,28	0,44	0,22	0,50	0,19	0,28	0,28	0,20	0,00	0,34	0,67	0,10	0,32	<b>0,30</b>

Legende:

Werte ohne Rauchwarnmelderpflicht

Werte nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht

Werte nach Einführung der Nachrüstpflicht

Tabelle 3 Zusammenfassung der Sterbefälle vor und nach Einführung der RWM-Pflicht (X00.\_.0, X02.\_.0 und X09.\_.0)

Land	Einführung RWM-Pflicht	Jahre vor Einf. [Anz.]	Jahre nach Einf. [Anz.]	Gesamte Sterbefälle vor Einf. [Anz.]	Gesamte Sterbefälle nach Einf. [Anz.]	Sterbefälle im Mittel vor Einf. [Anz. / Jahr]	Sterbefälle im Mittel nach Einf. [Anz. / Jahr]	Kum. Sterbef. nach Einf. Bis 2016 im Vgl. zum MW vor Einf. [Anz.]	Mittelwert gerettet seit Einf. bis 2016 [Anz.]
Baden-Württemberg	2013-07-15	16	3	549	65	34,3	21,7	37,9	12,6
Bayern	2013-01-01	15	4	701	181	46,7	45,3	5,9	1,5
Berlin	2017-01-01	19	0	466	0	24,5	0,0	0,0	0,0
Brandenburg	2016-07-01	18	1	241	7	13,4	7,0	6,4	6,4
Bremen	2010-05-01	12	7	35	14	2,9	2,0	6,4	0,9
Hamburg	2006-04-01	8	11	79	66	9,9	6,0	42,6	3,9
Hessen	2005-06-24	7	12	211	302	30,1	25,2	59,7	5,0
Mecklenburg-Vorpommern	2006-04-18	8	11	94	39	11,8	3,5	90,3	8,2
Niedersachsen	2012-11-01	15	4	506	96	33,7	24,0	38,9	9,7
Nordrhein-Westfalen	2013-04-01	15	4	800	226	53,3	56,5	-12,7	-3,2
Rheinland-Pfalz	2003-12-21	6	13	122	207	20,3	15,9	57,3	4,4
Saarland	2004-02-18	6	13	26	21	4,3	1,6	35,3	2,7
Sachsen	2016-01-01	18	1	282	14	15,7	14,0	1,7	1,7
Sachsen-Anhalt	2009-12-21	12	7	207	96	17,3	13,7	24,8	3,5
Schleswig-Holstein	2005-01-01	7	12	103	120	14,7	10,0	56,6	4,7
Thüringen	2008-02-05	10	9	121	59	12,1	6,6	49,9	5,5
<b>SUMME der gesamten Sterbefälle:</b>				<b>4543</b>	<b>1513</b>	<b>345</b>	<b>253</b>	<b>501,1</b>	<b>67,6</b>

Tabelle 4 Zusammenfassung der Sterbefälle vor Einführung der RWM-Pflicht und nach Einführung der Nachrüstpflicht (X00...0, X02...0 und X09...0)

Land	Frist Nach- rüstung RWM	Jahre vor Einf. [Anz.]	Jahre nach Nachr. [Anz.]	Gesamte Sterbefälle vor Einf. [Anz.]	Gesamte Sterbefälle nach Nachr. [Anz.]	Differenz Sterbefälle [Anz.]	Sterbefälle im Mittel vor Einf. [Anz. / Jahr]	Sterbefälle im Mittel nach Nachr. [Anz. / Jahr]	Differenz Mittel [Anz. / Jahr]
Baden-Württemberg	2014-08-31	16	2	549	42	507	34,3	21,0	13,3
Bayern	2017-12-31	15	0	701	0	0	46,7	0,0	0,0
Berlin	2020-12-31	19	0	466	0	0	24,5	0,0	0,0
Brandenburg	2020-12-31	18	0	241	0	0	13,4	0,0	0,0
Bremen	2015-12-31	12	1	35	3	32	2,9	3,0	-0,1
Hamburg	2010-12-31	8	6	79	29	50	9,9	4,8	5,0
Hessen	2014-12-31	7	2	211	60	151	30,1	30,0	0,1
Mecklenburg- Vorpommern	2009-12-31	8	7	94	26	68	11,8	3,7	8,0
Niedersachsen	2015-12-31	15	1	506	22	484	33,7	22,0	11,7
Nordrhein- Westfalen	2016-12-31	15	0	800	0	0	53,3	0,0	0,0
Rheinland- Pfalz	2012-07-12	6	4	122	44	78	20,3	11,0	9,3
Saarland	2016-12-31	6	0	26	0	0	4,3	0,0	0,0
Sachsen	-	18	0	282	0	0	15,7	0,0	0,0
Sachsen-An- halt	2015-12-31	12	1	207	15	192	17,3	15,0	2,3
Schleswig-Hol- stein	2010-12-31	7	6	103	36	67	14,7	6,0	8,7
Thüringen	2018-12-31	10	0	121	0	0	12,1	0,0	0,0
<b>SUMME der gesamten Sterbefälle:</b>				<b>4543</b>	<b>277</b>	<b>1629</b>	<b>345</b>	<b>116,5</b>	<b>58,5</b>

Tabelle 5 Zusammenfassung des Brandsterberisikos vor und nach Einführung der RWM-Pflicht (X00...0, X02...0 und X09...0)

Land	Einführung RWM-Pflicht	Jahre vor Einf. [Anz.]	Jahre nach Einf. [Anz.]	Brandsterberisiko pro Jahr vor Einf. [Anz. pro 100.000 EW / Jahr]	Brandsterberisiko pro Jahr nach Einf. [Anz. pro 100.000 EW / Jahr]	Differenz Brandsterberisiko pro Jahr nach Einf. [Anz. pro 100.000 EW / Jahr]
Baden-Württemberg	2013-07-15	16	3	0,32	0,20	0,12
Bayern	2013-01-01	15	4	0,38	0,35	0,02
Berlin	2017-01-01	19	0	0,72	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Brandenburg	2016-07-01	18	1	0,53	0,28	0,24
Bremen	2010-05-01	12	7	0,44	0,30	0,14
Hamburg	2006-04-01	8	11	0,57	0,34	0,23
Hessen	2005-06-24	7	12	0,50	0,41	0,08
Mecklenburg-Vorpommern	2006-04-18	8	11	0,67	0,22	0,45
Niedersachsen	2012-11-01	15	4	0,43	0,31	0,12
Nordrhein-Westfalen	2013-04-01	15	4	0,30	0,32	-0,02
Rheinland-Pfalz	2003-12-21	6	13	0,50	0,40	0,11
Saarland	2004-02-18	6	13	0,41	0,16	0,25
Sachsen	2016-01-01	18	1	0,37	0,34	0,02
Sachsen-Anhalt	2009-12-21	12	7	0,68	0,61	0,08
Schleswig-Holstein	2005-01-01	7	12	0,52	0,35	0,17
Thüringen	2008-02-05	10	9	0,51	0,30	0,21

Tabelle 6 Zusammenfassung des Brandsterberisiko vor Einführung der RWM-Pflicht und nach Einführung der Nachrüstpflicht (X00...0, X02...0 und X09...0)

Land	Frist Nach- rüstung RWM	Jahre vor Nachr. [Anz.]	Jahre nach Nachr. [Anz.]	Brandsterberisiko pro Jahr vor Einf. [Anz. pro 100.000 EW / Jahr]	Brandsterberisiko pro Jahr nach Nachr. [Anz. pro 100.000 EW / Jahr]	Differenz Brandsterberisiko pro Jahr nach Nachr. [Anz. pro 100.000 EW / Jahr]
Baden-Württemberg	2014-08-31	16	2	0,32	0,19	0,13
Bayern	2017-12-31	15	0	0,38	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Berlin	2020-12-31	19	0	0,72	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Brandenburg	2020-12-31	18	0	0,53	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Bremen	2015-12-31	12	1	0,44	0,44	0,00
Hamburg	2010-12-31	8	6	0,57	0,27	0,30
Hessen	2014-12-31	7	2	0,50	0,48	0,01
Mecklenburg- Vorpommern	2009-12-31	8	7	0,67	0,23	0,44
Niedersachsen	2015-12-31	15	1	0,43	0,28	0,15
Nordrhein- Westfalen	2016-12-31	15	0	0,30	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Rheinland- Pfalz	2012-07-12	6	4	0,50	0,27	0,23
Saarland	2016-12-31	6	0	0,41	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Sachsen	-	18	0	0,37	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>
Sachsen-An- halt	2015-12-31	12	1	0,68	0,67	0,01
Schleswig-Hol- stein	2010-12-31	7	6	0,52	0,21	0,31
Thüringen	2018-12-31	10	0	0,51	<del>0,00</del>	<del>0,00</del>

Tabelle 7 Signifikanztest je Bundesland für unabhängige Stichproben (Brandsterberisiko, X00...0, X02...0 und X09...0)

Land	Einführungspflicht						Nachrüstpflicht					
	x1	x2	$\sigma^2$	t-Wert (emp.)	t-Wert (theor.)	Signifikant	x1	x2	$\sigma^2$	t-Wert (emp.)	t-Wert (theor.)	Signifikant
Baden-Württemberg	10	0,20	0,01	2,733	2,110	ja	0,32	0,19	0,01	2,361	2,120	ja
Bayern	0,38	0,35	0,01	0,425	2,110	nein	Vergleichsjahre $\leq 1$					
Berlin	Vergleichsjahre $\leq 1$						Vergleichsjahre $\leq 1$					
Brandenburg	Vergleichsjahre $\leq 1$						Vergleichsjahre $\leq 1$					
Bremen	0,44	0,30	0,07	1,100	2,110	nein	Vergleichsjahre $\leq 1$					
Hamburg	0,57	0,34	0,04	2,854	2,110	ja	0,57	0,27	0,05	3,338	2,179	ja
Hessen	0,50	0,41	0,01	1,885	2,110	nein	0,50	0,48	0,01	0,139	2,365	nein
Mecklenburg-Vorpommern	0,67	0,22	0,07	6,343	2,110	ja	0,67	0,23	0,07	4,957	2,160	ja
Niedersachsen	0,43	0,31	0,01	2,577	2,110	ja	Vergleichsjahre $\leq 1$					
Nordrhein-Westfalen	0,30	0,32	0,00	-0,575	2,110	nein	Vergleichsjahre $\leq 1$					
Rheinland-Pfalz	0,50	0,40	0,02	1,547	2,110	nein	0,50	0,27	0,03	2,819	2,306	ja
Saarland	0,41	0,16	0,07	1,979	2,110	nein	Vergleichsjahre $\leq 1$					
Sachsen	Vergleichsjahre $\leq 1$						Vergleichsjahre $\leq 1$					
Sachsen-Anhalt	0,68	0,61	0,03	0,984	2,110	nein	Vergleichsjahre $\leq 1$					
Schleswig-Holstein	0,52	0,35	0,04	1,993	2,110	nein	0,52	0,21	0,04	3,639	2,201	ja
Thüringen	0,51	0,30	0,03	2,955	2,110	ja	Vergleichsjahre $\leq 1$					

Tabelle 8 Entwicklung von Einwohnerzahl und Sterbefälle in MV für die Einführung der RWM-Pflicht

	Zeit [Jahr]	Einwohner [Anzahl]	Brandsterberisiko X00-X02-X09 [Anzahl/100.000 EW]	$(x_{1,i} - \bar{x}_1)$ -	$(x_{1,i} - \bar{x}_1)^2$ -	Zwischenwerte
				$(x_{2,i} - \bar{x}_2)$	$(x_{2,i} - \bar{x}_2)^2$	
Keine RWM-Pflicht	1998	1798689	0,61	-0,06	0,00	$\bar{x}_1 = 0,67$ $v_1 = 0,04$ $n_1 = 8$ $\sum (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 = 0,27$
	1999	1789322	0,67	0,00	0,00	
	2000	1775703	0,56	-0,11	0,01	
	2001	1759877	0,57	-0,10	0,01	
	2002	1744624	0,80	0,13	0,02	
	2003	1732226	1,10	0,43	0,18	
	2004	1719653	0,58	-0,09	0,01	
	2005	1707266	0,47	-0,20	0,04	
RWM-Pflicht	2006	1693754	0,18	-0,04	0,00	$\bar{x}_2 = 0,22$ $v_2 = 0,01$ $n_2 = 11$ $\sum (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2 = 0,13$
	2007	1679682	0,30	0,08	0,01	
	2008	1664356	0,18	-0,04	0,00	
	2009	1651216	0,12	-0,10	0,01	
	2010	1642327	0,24	0,03	0,00	
	2011	1606899	0,19	-0,03	0,00	
	2012	1600327	0,25	0,03	0,00	
	2013	1596505	0,50	0,28	0,08	
	2014	1599138	0,19	-0,03	0,00	
	2015	1612362	0,06	-0,16	0,02	
2016	1610674	0,19	-0,03	0,00		
Mittelwert (Gesamt):			$\mu = 0,41$			
Varianz (Gesamt):			$\sigma^2 = 0,07$			
Anzahl Freiheitsgrade			$d_f = 17$			

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} = \frac{0,27 + 0,13}{7 + 10} = 0,024$$

$$\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = \sqrt{\frac{0,27 + 0,13}{7 + 10}} \cdot \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{11}} = 0,15 \cdot 0,47 = 0,0714$$

$$t_{\text{berechnet}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} = \frac{0,67 - 0,22}{0,0714} = 6,34 ; \quad d_f = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 11 - 2 = 17$$

$$t_{\text{theoretisch}} (d_f=17, \alpha=5\%) = 2,11$$

Tabelle 9 Entwicklung von Einwohnerzahl und Sterbefälle in MV für die Einführung der Nachrüstpflicht

	Zeit [Jahr]	Einwohner [Anzahl]	Brandsterberisiko X00-X02-X09 [Anzahl/100.000 EW]	$(x_{1,i} - x_1)$ -	$(x_{1,i} - x_1)^2$ -	Zwischenwerte
				$(x_{2,i} - x_2)$	$(x_{2,i} - x_2)^2$	
Keine RWM-Pflicht	1998	1798689	0,61	-0,06	0,00	$\bar{x}_1 = 0,67$ $v_1 = 0,04$ $n_1 = 8$ $\sum (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 = 0,27$
	1999	1789322	0,67	0,00	0,00	
	2000	1775703	0,56	-0,11	0,01	
	2001	1759877	0,57	-0,10	0,01	
	2002	1744624	0,80	0,13	0,02	
	2003	1732226	1,10	0,43	0,18	
	2004	1719653	0,58	-0,09	0,01	
	2005	1707266	0,47	-0,20	0,04	
RWM-Pflicht	2006	1693754	0,18	-0,04	0,00	
	2007	1679682	0,30	0,08	0,01	
	2008	1664356	0,18	-0,04	0,00	
	2009	1651216	0,12	-0,10	0,01	
Nachrüstpflicht	2010	1642327	0,24	0,03	0,00	$\bar{x}_2 = 0,23$ $v_2 = 0,02$ $n_2 = 7$ $\sum (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2 = 0,11$
	2011	1606899	0,19	-0,03	0,00	
	2012	1600327	0,25	0,03	0,00	
	2013	1596505	0,50	0,28	0,08	
	2014	1599138	0,19	-0,03	0,00	
	2015	1612362	0,06	-0,16	0,02	
	2016	1610674	0,19	-0,03	0,00	
Mittelwert (Gesamt):			$\mu = 0,46$			
Varianz (Gesamt):			$\sigma^2 = 0,07$			
Freiheitsgerade			$df = 13$			

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} = \frac{0,27 + 0,11}{7 + 6} = 0,029$$

$$\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = \sqrt{\frac{0,27 + 0,11}{7 + 6}} \cdot \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{6}} = 0,17 \cdot 0,51 = 0,087$$

$$t_{\text{berechnet}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\hat{\sigma}_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} = \frac{0,67 - 0,23}{0,087} = 4,957 ; \quad df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 7 - 2 = 13$$

$$t_{\text{theoretisch}} (df=13, \alpha = 5\%) = 2,16$$

Tabelle 10 Signifikanztest für abhängige Stichprobe für die Einführung der RWM-Pflicht für Deutschland über alle Bundesländer (Brandsterberisiko)

Land	Frist Einführung RWM-Pflicht	$x_1$	$x_2$	$d_i$	$d_i^2$
Baden-Württemberg	2013-07-15	0,32	0,20	0,12	0,02
Bayern	2013-01-01	0,38	0,35	0,02	0,00
Berlin	2017-01-01				
Brandenburg	2016-07-01	0,53	0,28	0,24	0,06
Bremen	2010-05-01	0,44	0,30	0,14	0,02
Hamburg	2006-04-01	0,57	0,34	0,23	0,05
Hessen	2005-06-24	0,50	0,41	0,08	0,01
Mecklenburg-Vorpommern	2006-04-18	0,67	0,22	0,45	0,21
Niedersachsen	2012-11-01	0,43	0,31	0,12	0,01
Nordrhein-Westfalen	2013-04-01	0,30	0,32	-0,02	0,00
Rheinland-Pfalz	2003-12-21	0,50	0,40	0,11	0,01
Saarland	2004-02-18	0,41	0,16	0,25	0,06
Sachsen	2016-01-01	0,37	0,34	0,02	0,00
Sachsen-Anhalt	2009-12-21	0,68	0,61	0,08	0,01
Schleswig-Holstein	2005-01-01	0,52	0,35	0,17	0,03
Thüringen	2008-02-05	0,51	0,30	0,21	0,04
	<b>Mittelwert:</b>	<b>0,47</b>	<b>0,33</b>		
	<b>Summe:</b>			<b>2,23</b>	<b>0,52</b>

$$n = 15 ; \sum_{i=1}^n d_i = 2,23 ; \sum_{i=1}^n d_i^2 = 0,53 ; \bar{x}_d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{2,23}{15} = 0,15$$

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n} = 0,20$$

$$\hat{\sigma}_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{x}_d)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,20}{15-1}} = 0,12$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}_d} = \frac{\hat{\sigma}_d}{\sqrt{n}} = \frac{0,12}{\sqrt{15}} = 0,031$$

$$t_{\text{berechnet}} = \frac{\bar{x}_d}{\hat{\sigma}_{\bar{x}_d}} = \frac{0,15}{0,031} = 4,87$$

$$t_{\text{theoretisch}} (df=13 \quad \alpha=5\%) = 2,16$$

Tabelle 11 Signifikanztest für abhängige Stichprobe für die Einführung der Nachrüstpflicht für Deutschland über alle Bundesländer (Brandsterberisiko)

Land	Frist Einführung Nachrüst-Pflicht	$x_1$	$x_2$	$d_i$	$d_i^2$
Baden-Württemberg	2014-08-31	0,32	0,19	0,13	0,02
Bayern	2017-12-31				
Berlin	2020-12-31				
Brandenburg	2020-12-31				
Bremen	2015-12-31	0,44	0,44	0,00	0,00
Hamburg	2010-12-31	0,57	0,27	0,30	0,09
Hessen	2014-12-31	0,50	0,48	0,01	0,00
Mecklenburg-Vorpommern	2009-12-31	0,67	0,23	0,44	0,19
Niedersachsen	2015-12-31	0,43	0,28	0,15	0,02
Nordrhein-Westfalen	2016-12-31				
Rheinland-Pfalz	2012-07-12	0,50	0,27	0,23	0,05
Saarland	2016-12-31				
Sachsen	-				
Sachsen-Anhalt	2015-12-31	0,68	0,67	0,01	0,00
Schleswig-Holstein	2010-12-31	0,52	0,21	0,31	0,10
Thüringen	2018-12-31				
	<b>Mittelwert:</b>	<b>0,52</b>	<b>0,34</b>		
	<b>Summe:</b>			<b>1,58</b>	<b>0,47</b>

$$n = 9 ; \sum_{i=1}^n d_i = 1,58 ; \sum_{i=1}^n d_i^2 = 0,47 ; \bar{x}_d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{1,58}{9} = 0,1756 \approx 0,18$$

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n} = 0,11$$

$$\hat{\sigma}_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{x}_d)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,11}{9-1}} = 0,12$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}_d} = \frac{\hat{\sigma}_d}{\sqrt{n}} = \frac{0,12}{\sqrt{9}} = 0,04$$

$$t_{\text{berechnet}} = \frac{\bar{x}_d}{\hat{\sigma}_{\bar{x}_d}} = \frac{0,18}{0,04} = 4,5$$

$$t_{\text{theoretisch}} (df=7, \alpha = 5\%) = 2,35$$

Tabella 12 Kumulierte „gerettete“ Personen und Mittelwert pro Jahr seit bundeslandspezifischem Einführungsdatum

			BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	Summe	
<b>Mittl. Sterbefälle vor Einf. (Referenz)</b>	[Anz. / J]		34,3	46,7	24,8	13,4	2,9	9,9	30,1	11,8	33,7	53,3	20,3	4,3	15,7	17,3	14,7	12,1		
<b>1998</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>1999</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>2000</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>2001</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>2002</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>2003</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>2004</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0,3	0	0	0	0	0	<b>7</b>
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0,3	0	0	0	0	0	<b>7</b>
<b>2005</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	0	7,1	0	0	0	4,7	1,7	0	0	-2,3	0	<b>11</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	0	7,1	0	0	0	2,3	0,8	0	0	-2,3	0	<b>8</b>	
<b>2006</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	6,9	7,3	8,8	0	0	3	4	0	0	2,4	0	<b>32</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	6,9	3,6	8,8	0	0	1	1,3	0	0	1,2	0	<b>23</b>	
<b>2007</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	10,8	20,4	15,5	0	0	1,3	6,3	0	0	5,1	0	<b>59</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	5,4	6,8	7,8	0	0	0,3	1,6	0	0	1,7	0	<b>24</b>	
<b>2008</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	8,6	24,6	24,2	0	0	-0,3	9,7	0	0	2,9	6,1	<b>76</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	2,9	6,1	8,1	0	0	-0,1	1,9	0	0	0,7	6,1	<b>26</b>	
<b>2009</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0	11,5	23,7	34	0	0	2	14	0	0	1,6	14,2	<b>101</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0	2,9	4,7	8,5	0	0	0,3	2,3	0	0	0,3	7,1	<b>26</b>	
<b>2010</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	0,9	12,4	27,9	41,8	0	0	0,3	18,3	0	6,2	4,3	23,3	<b>135</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	0,9	2,5	4,6	8,4	0	0	0	2,6	0	6,2	0,7	7,8	<b>34</b>	
<b>2011</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	3,8	21,2	35	50,5	0	0	10,7	22,7	0	6,5	9	29,4	<b>189</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	1,9	3,5	5	8,4	0	0	1,3	2,8	0	3,2	1,3	7,4	<b>35</b>	
<b>2012</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	0	0	0	4,8	24,1	40,1	58,2	0	0	20	22	0	11,8	19,7	34,5	<b>235</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	0	0	0	1,6	3,4	5	8,3	0	0	2,2	2,4	0	3,9	2,5	6,9	<b>36</b>	
<b>2013</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	0	-10,3	0	0	5,7	27	53,3	62	-5,3	-6,7	28,3	24,3	0	14	25,4	37,6	<b>255</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	0	-10,3	0	0	1,4	3,4	5,9	7,8	-5,3	-6,7	2,8	2,4	0	3,5	2,8	6,3	<b>14</b>	
<b>2014</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	11,3	-7,5	0	0	5,6	33,9	59,4	70,8	14,5	-15,3	34,7	27,7	0	15,2	38,1	39,7	<b>328</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	11,3	-3,8	0	0	1,1	3,8	5,9	7,9	7,2	-7,7	3,2	2,5	0	3	3,8	5,7	<b>44</b>	
<b>2015</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	18,6	2,2	0	0	6,5	36,8	60,6	81,5	27,2	-16	45	31	0	22,5	44,9	44,8	<b>406</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	9,3	0,7	0	0	1,1	3,7	5,5	8,2	9,1	-5,3	3,7	2,6	0	3,8	4,1	5,6	<b>52</b>	
<b>2016</b>	Σ Gerettete Personen seit Einf.	[Anz.]	37,9	5,9	0	6,4	6,4	42,6	59,7	90,2	38,9	-12,7	57,3	35,3	1,7	24,8	56,6	49,9	<b>501</b>	
	Gerettete Personen pro Jahr	[Anz. / J]	12,6	1,5	0	6,4	0,9	3,9	5	8,2	9,7	-3,2	4,4	2,7	1,7	3,5	4,7	5,5	<b>68</b>	

Legende: Werte ohne Rauchwarnmelderpflicht Werte nach Einführung der Rauchwarnmelderpflicht Werte nach Einführung der Nachrüstpflicht

## 6 Literatur

---

- Bortz, J. (1993). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. 7. Auflage. Heidelberg: Springer
- Festag, S. (2013). *Sulzburger Studie zur Einführungspflicht von Rauchwarnmeldern – Eine Analyse der Brandopferanzahl von 1998 bis 2010 zur risikologischen Effektivität der Rauchwarnmelderpflicht*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Festag, S. (09/2013). Erste Erfahrungen mit der Rauchwarnmelderpflicht in den Landesbauordnungen. 27. *Braunschweiger Brandschutz-Tage 2013*, Nr. 220, S. 113-128.
- Festag, S. (10/2013). *Study about the size scale of false alarms in the use of installed fire detection and fire alarm systems in Germany*. Vortrag: NFPA, 30. October 2013 in Quincy, Massachusetts, USA.
- Festag, S. (2014). Analysis of risk reductions due to smoke alarms: Findings, effectiveness and efficiency. *SUPDET/AUBE 2014*, October 14–16, 2014 in Duisburg, S. 1-10.
- Fischer, K., Kohler, J., Fontana, M., & Faber, M. (2012). *Wirtschaftliche Optimierung im vorbeugenden Brandschutz*. IBK Report 338. Zürich: ETH Zürich.
- Forsa. (2006). *Untersuchung: Thema Rauchmelder*. Eobiont GmbH. 2006. Berlin
- Forsa. (2010). *Rauchmelder: Tabellenband*. Eobiont GmbH. 2010. Berlin
- Forsa. (2014). *Umfrage zum Thema "Rauchmelder"*. Eobiont GmbH. 2014. Berlin
- GBE-Bund (2019). *Das Informationssystem der Gesundheitsberichterstattung des Bundes*. URL: [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de).
- ICD-10-WHO – Band 1 (10/2010). *ICD-10, Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme – WHO-Ausgabe, Band 1 – Systematisches Verzeichnis*. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI (Hrsg.), 10 Auflage.
- ICD-10-WHO – Band 2 (11/2010). *ICD-10, Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme – WHO-Ausgabe, Band 2 – Regelwerk*. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI (Hrsg.), 10 Auflage.
- Kaiser, G. (2012). O.R.B.I.T. 2010 – Aktuelle Erkenntnisse zu medizinischen und rettungstechnischen Grundlagen der Planung im Feuerwehrwesen. Jahresfachtagung 2012 der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V, S. 625–634.
- Mayr, J. (05/2012). Nicht gewarnt ist halb gestorben – Teil 2. FeuerTrutz. Brandschutz Magazin für Fachplaner, Ausgabe 2, S. 44–49.
- Statistisches Bundesamt. (2019, 9. Dezember). Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online: Tabelle abrufen. Abgerufen 9. Dezember 2019, von [www-genesis.destatis.de/genesis//online/data?operation=table&code=12411-0010&levelindex=0&levelid=1575885236475](http://www-genesis.destatis.de/genesis//online/data?operation=table&code=12411-0010&levelindex=0&levelid=1575885236475).
- Wilk, E., Lessig, R. & Walther, R. (4/2011). Zum Nutzen häuslicher Rauchwarnmelder. *vfdB*, S. 190-196.