

# Modellsteckbriefe für QS CAP

## Auswertungsjahr 2025

Stand: 8. Juli 2025

Dieses Dokument enthält Hintergrundinformationen zu den im QS-Verfahren **Ambulant erworbene Pneumonie** verwendeten Risikoadjustierungsmodellen, sowie eine Leseanleitung mit Erläuterungen zu den dargestellten Informationen.

Für den Indikator 50778 „Sterblichkeit im Krankenhaus“ werden zwei Risikoadjustierungsmodelle verwendet: jeweils eines für die Patientinnen und Patienten mit bzw. ohne COVID-19-Infektion.

### Inhalt

|   |                                                                                 |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Kennzahl 232007_50778: Sterblichkeit im Krankenhaus (ohne COVID-19-Fälle) ..... | 2  |
| 2 | Kennzahl 232010_50778: Sterblichkeit im Krankenhaus (COVID-19-Fälle) .....      | 7  |
| 3 | Leseanleitung zu den Modellsteckbriefen .....                                   | 12 |

# 1 Kennzahl 232007\_50778: Sterblichkeit im Krankenhaus (ohne COVID-19-Fälle)

|                        |                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grundgesamtheit</b> | Alle Patientinnen und Patienten unter Ausschluss von Patientinnen und Patienten mit palliativer Therapiezielsetzung unter Ausschluss von Patientinnen und Patienten mit zusätzlich kodierten COVID-19-Kodes |
| <b>Zähler</b>          | Verstorbene Patientinnen und Patienten                                                                                                                                                                      |

## 1.1 Datenbasis und Modellentwicklung

Die Modellschätzung basiert auf der Grundgesamtheit des Erfassungsjahres 2023.

| Anzahl Fälle in der Modellschätzung | Davon mit Zählerereignis | Anteil |
|-------------------------------------|--------------------------|--------|
| 237.725                             | 16.685                   | 7,02 % |

### 1.1.1 Normative Setzung von Koeffizienten

Das Modell enthält Koeffizienten, die normativ gesetzt wurden: Die Modellschätzung ergab, dass Fälle, bei denen die Atemfrequenz bei Aufnahme nicht bestimmt wurde, ein erhöhtes Risiko besitzen (Odds in etwa 1,77 erhöht im Vergleich zu Fällen mit einer Atemfrequenz von 14 pro Minute). Da die Bestimmung der Atemfrequenz in der Verantwortung der Leistungserbringer liegt und von der Leitlinie gefordert wird, wird dieses Risiko im Risikoadjustierungsmodell nicht berücksichtigt.

### 1.1.2 Veränderungen zum Vorjahr

Verschiedene Komorbiditäten, die in den Entlassungsdiagnosen kodiert sind, werden zusätzlich als Risikofaktoren berücksichtigt.

### 1.1.3 Erklärung zu „in sample“-Angaben

Mit „in sample“ bezeichnete Angaben in diesem Modellsteckbrief basieren auf dem zur Modellentwicklung genutzten Datensatz und auf dem geschätzten Modell vor normativer Setzung von Koeffizienten. Demgegenüber stehen die mit „Ergebnisse der Bundesauswertung“ bezeichneten Angaben. Sie basieren auf dem Datensatz der Bundesauswertung des aktuellen Auswertungsjahres und dem für die Bundesauswertung eingesetzten Modell (s. Abschnitt „Beschreibung des Risikomodells“), also nach normativer Setzung von Koeffizienten.

### 1.1.4 Weiterführende Informationen

Detaillierte Informationen über die Datenerhebung und die Berechnung der Qualitätsindikatoren entnehmen Sie bitte den über die [Verfahrensübersicht des IQTIG](#) zugänglichen Dokumenten zu Spezifikation und Rechenregeln. Die [Bundesauswertungen des IQTIG](#) liefern im Kapitel *Basisauswertung* zudem beschreibende Statistiken zur Grundgesamtheit des QS-Verfahrens.

## 1.2 Beschreibung des Risikomodells

Risikokoeffizienten aus der logistischen Regression. Die Referenzwahrscheinlichkeit beträgt 2,21 % (Odds: 0,0226).

| Risikofaktor                                                                                   | Regressionskoeffizient | Std.-Fehler | Z-Wert  | Odds-Ratio (mit 95 %-Vertrauensbereich) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|---------|-----------------------------------------|
| <b>Konstante</b>                                                                               | -3,791279              | 0,023705    | -159,94 |                                         |
| <b>Geschlecht männlich vs. weiblich</b>                                                        | 0,174305               | 0,017320    | 10,06   | 1,190 (1,151 – 1,232)                   |
| <b>Alter (linear bis 100)</b>                                                                  | 0,038649               | 0,000765    | 50,53   |                                         |
| <b>Aufnahme aus stationärer Pflegeeinrichtung</b>                                              | 0,104806               | 0,022365    | 4,69    | 1,110 (1,063 – 1,160)                   |
| <b>Aufnahme aus anderem Krankenhaus oder aus stationärer Rehabilitationseinrichtung</b>        | 0,211977               | 0,036704    | 5,78    | 1,236 (1,150 – 1,328)                   |
| <b>Chronische Bettlägerigkeit</b>                                                              | 0,407041               | 0,023225    | 17,53   | 1,502 (1,435 – 1,572)                   |
| <b>Invasive maschinelle Beatmung bei Aufnahme</b>                                              | 2,517944               | 0,046133    | 54,58   | 12,403 (11,328 – 13,574)                |
| <b>Desorientierung bei Aufnahme</b>                                                            |                        |             |         |                                         |
| Desorientierung bei Aufnahme, pneumoniebedingt                                                 | 0,979514               | 0,027149    | 36,08   | 2,663 (2,525 – 2,808)                   |
| Desorientierung bei Aufnahme, nicht pneumoniebedingt                                           | 0,616836               | 0,024800    | 24,87   | 1,853 (1,765 – 1,945)                   |
| Desorientierung bei Aufnahme nicht beurteilbar                                                 | 1,421719               | 0,038032    | 37,38   | 4,144 (3,845 – 4,464)                   |
| <b>Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme</b>                                                      |                        |             |         |                                         |
| Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme (linear zwischen 7 und 17)                                  | 0,087107               | 0,016590    | 5,25    |                                         |
| Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme (quadratisch zwischen 7 und 17)                             | 0,012665               | 0,003132    | 4,04    |                                         |
| Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme (linear zwischen 17 und 43)                                 | 0,042882               | 0,001766    | 24,29   |                                         |
| <b>Blutdruck bei Aufnahme</b>                                                                  |                        |             |         |                                         |
| Mittlerer arterieller Blutdruck bei Aufnahme (linear zwischen 30 und 100)                      | -0,021395              | 0,000704    | -30,40  |                                         |
| Differenz zwischen Blutdruck systolisch und Blutdruck diastolisch bei Aufnahme (linear bis 60) | -0,016574              | 0,000745    | -22,26  |                                         |
| <b>Bösartige Tumorerkrankungen</b>                                                             | 0,754750               | 0,036145    | 20,88   | 2,127 (1,981 – 2,282)                   |
| <b>Herzrhythmusstörungen, Herzklappenerkrankungen &amp; andere Herzerkrankungen</b>            | 0,297299               | 0,017882    | 16,63   | 1,346 (1,300 – 1,394)                   |
| <b>chronische Lungenerkrankung</b>                                                             | -0,132896              | 0,023020    | -5,77   | 0,876 (0,837 – 0,916)                   |
| <b>chronische Magen-Darm- oder Lebererkrankungen</b>                                           | 0,638969               | 0,053161    | 12,02   | 1,895 (1,705 – 2,100)                   |
| <b>chronische rheumatische Erkrankungen</b>                                                    | -0,308360              | 0,075606    | -4,08   | 0,735 (0,632 – 0,850)                   |
| <b>chronische zerebrovaskuläre oder neurologische Erkrankung</b>                               | -0,074787              | 0,020495    | -3,65   | 0,928 (0,891 – 0,966)                   |

1.2.1 Odds-Ratios

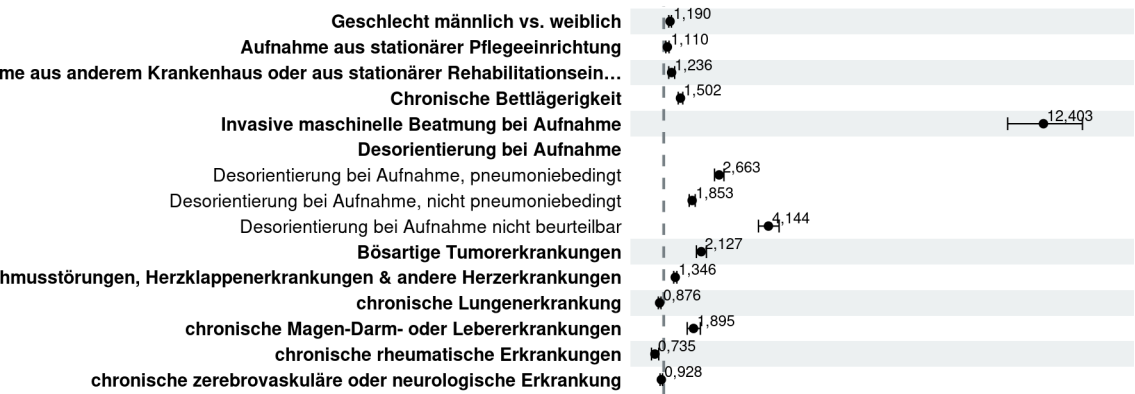


Abbildung 1: Odds-Ratios (grafische Darstellung).

1.2.2 Einfluss stetiger Variablen

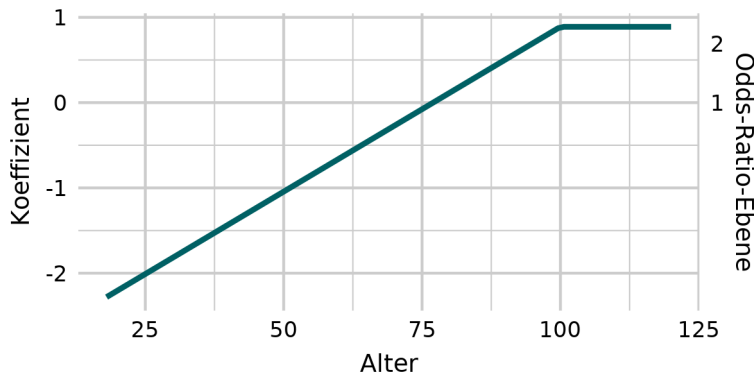


Abbildung 2: Einfluss der stetigen Variable Alter.

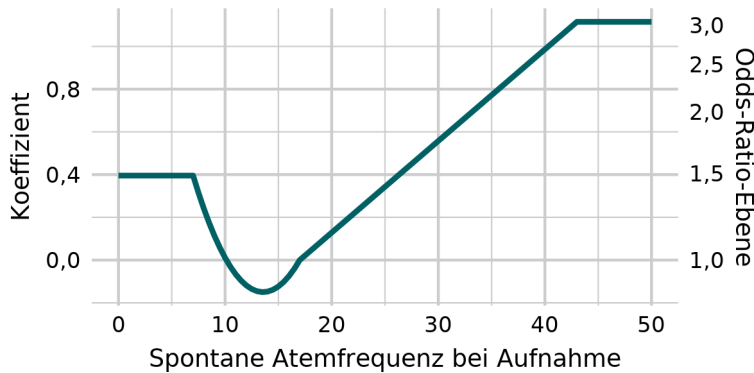


Abbildung 3: Einfluss der stetigen Variable Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme.

1.2.3 Verteilung der Risiken (Ergebnisse der Bundesauswertung)

Die folgende Grafik und Tabelle zeigt die bundesweite Verteilung der geschätzten Risiken für das Auswertungsjahr 2025

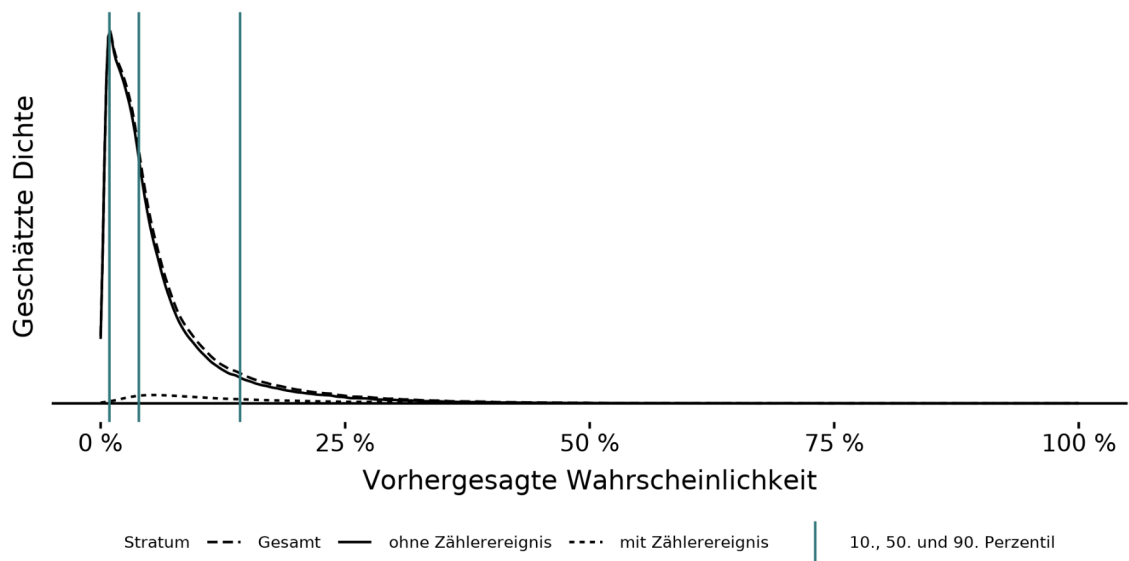


Abbildung 4: Dichtediagramm zur Verteilung der Risiken (Ergebnisse der Bundesauswertung).

Statistiken zur Verteilung der Risiken (Ergebnisse der Bundesauswertung).

|                     |              | Geschätzte Risiken |         |
|---------------------|--------------|--------------------|---------|
| Ereignis            | Anzahl Fälle | Mittelwert         | Median  |
| mit Zählerereignis  | 17.155       | 13,93 %            | 10,47 % |
| ohne Zählerereignis | 293.113      | 5,74 %             | 3,70 %  |
| Gesamt              | 310.268      | 6,19 %             | 3,91 %  |

## 1.3 Eigenschaften des geschätzten Modells

### 1.3.1 Kennzahlen zur Vorhersagegüte

|                         | AUC   | Brier-Score | Nagelkerkes Pseudo-R <sup>2</sup> |
|-------------------------|-------|-------------|-----------------------------------|
| in sample               | 0,767 | 0,060       | 0,153                             |
| out of sample (EJ 2022) | 0,762 | 0,068       | 0,152                             |

### 1.3.2 Kalibrierung (in sample)

Kalibrierungstabelle nach Risiko-Dezilen (in sample).

|    | Dezil                | Erwartet | Beobachtet | Statistik | Kalibrierungsdiagramm |
|----|----------------------|----------|------------|-----------|-----------------------|
| 1  | [0,00204 ... 0,0135] | 0,88 %   | 0,39 %     | 65,24     |                       |
| 2  | (0,0135 ... 0,0213]  | 1,74 %   | 1,25 %     | 33,22     |                       |
| 3  | (0,0213 ... 0,0287]  | 2,50 %   | 2,13 %     | 12,92     |                       |
| 4  | (0,0287 ... 0,0365]  | 3,25 %   | 3,08 %     | 2,29      |                       |
| 5  | (0,0365 ... 0,0456]  | 4,09 %   | 4,29 %     | 2,55      |                       |
| 6  | (0,0456 ... 0,0576]  | 5,13 %   | 5,47 %     | 5,68      |                       |
| 7  | (0,0576 ... 0,0748]  | 6,56 %   | 7,17 %     | 14,53     |                       |
| 8  | (0,0748 ... 0,102]   | 8,73 %   | 9,70 %     | 28,40     |                       |
| 9  | (0,102 ... 0,158]    | 12,59 %  | 13,23 %    | 8,94      |                       |
| 10 | (0,158 ... 0,9]      | 24,71 %  | 23,45 %    | 20,32     |                       |

In den Spalten 'Erwartet' und 'Beobachtet' sind die jeweiligen Mittelwerte dargestellt. Ein Aufsummieren der Spalte 'Statistik' ergibt die Teststatistik nach Hosmer und Lemeshow zur Modellkalibrierung.

### 1.3.3 Kalibrierung (out of sample (EJ 2022))

Kalibrierungstabelle nach Risiko-Dezilen (out of sample (EJ 2022)).

|    | Dezil                | Erwartet | Beobachtet | Statistik | Kalibrierungsdiagramm |
|----|----------------------|----------|------------|-----------|-----------------------|
| 1  | [0,00189 ... 0,0145] | 0,97 %   | 0,58 %     | 24,47     |                       |
| 2  | (0,0145 ... 0,0219]  | 1,83 %   | 1,52 %     | 8,37      |                       |
| 3  | (0,0219 ... 0,0292]  | 2,55 %   | 2,43 %     | 0,91      |                       |
| 4  | (0,0292 ... 0,0369]  | 3,30 %   | 3,79 %     | 12,00     |                       |
| 5  | (0,0369 ... 0,0462]  | 4,14 %   | 5,26 %     | 49,16     |                       |
| 6  | (0,0462 ... 0,0584]  | 5,19 %   | 6,55 %     | 57,45     |                       |
| 7  | (0,0584 ... 0,076]   | 6,66 %   | 8,29 %     | 66,68     |                       |
| 8  | (0,076 ... 0,105]    | 8,91 %   | 10,94 %    | 79,20     |                       |
| 9  | (0,105 ... 0,164]    | 12,96 %  | 14,96 %    | 54,61     |                       |
| 10 | (0,164 ... 0,808]    | 25,97 %  | 26,00 %    | 0,01      |                       |

In den Spalten 'Erwartet' und 'Beobachtet' sind die jeweiligen Mittelwerte dargestellt. Ein Aufsummieren der Spalte 'Statistik' ergibt die Teststatistik nach Hosmer und Lemeshow zur Modellkalibrierung.

## 2 Kennzahl 232010\_50778: Sterblichkeit im Krankenhaus (COVID-19-Fälle)

|                        |                                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grundgesamtheit</b> | COVID-19-Fälle unter Ausschluss von Patientinnen und Patienten mit palliativer Therapiezielsetzung |
| <b>Zähler</b>          | Verstorbene Patientinnen und Patienten                                                             |

### 2.1 Datenbasis und Modellentwicklung

Die Modellschätzung basiert auf der Grundgesamtheit des Erfassungsjahres 2023.

| Anzahl Fälle in der Modellschätzung | Davon mit Zählerereignis | Anteil  |
|-------------------------------------|--------------------------|---------|
| 47.780                              | 4.776                    | 10,00 % |

#### 2.1.1 Normative Setzung von Koeffizienten

Das Modell enthält Koeffizienten, die normativ gesetzt wurden: Die Modellschätzung ergab, dass Fälle, bei denen die Atemfrequenz bei Aufnahme nicht bestimmt wurde, ein erhöhtes Risiko besitzen (Odds in etwa 1,6 erhöht im Vergleich zu Fällen mit einer Atemfrequenz von 14 pro Minute). Da die Bestimmung der Atemfrequenz in der Verantwortung der Leistungserbringer liegt und von der Leitlinie gefordert wird, wird dieses Risiko im Risikoadjustierungsmodell nicht berücksichtigt.

#### 2.1.2 Veränderungen zum Vorjahr

Verschiedene Komorbiditäten, die in den Entlassungsdiagnosen kodiert sind, werden zusätzlich als Risikofaktoren berücksichtigt.

#### 2.1.3 Erklärung zu „in sample“-Angaben

Mit „in sample“ bezeichnete Angaben in diesem Modellsteckbrief basieren auf dem zur Modellentwicklung genutzten Datensatz und auf dem geschätzten Modell vor normativer Setzung von Koeffizienten. Demgegenüber stehen die mit „Ergebnisse der Bundesauswertung“ bezeichneten Angaben. Sie basieren auf dem Datensatz der Bundesauswertung des aktuellen Auswertungsjahres und dem für die Bundesauswertung eingesetzten Modell (s. Abschnitt „Beschreibung des Risikomodells“), also nach normativer Setzung von Koeffizienten.

#### 2.1.4 Weiterführende Informationen

Detaillierte Informationen über die Datenerhebung und die Berechnung der Qualitätsindikatoren entnehmen Sie bitte den über die [Verfahrensübersicht des IQTIG](#) zugänglichen Dokumenten zu Spezifikation und Rechenregeln. Die [Bundesauswertungen des IQTIG](#) liefern im Kapitel *Basisauswertung* zudem beschreibende Statistiken zur Grundgesamtheit des QS-Verfahrens.

## 2.2 Beschreibung des Risikomodells

Risikokoeffizienten aus der logistischen Regression. Die Referenzwahrscheinlichkeit beträgt 3,32 % (Odds: 0,0343).

| Risikofaktor                                                                                   | Regressionskoeffizient | Std.-Fehler | Z-Wert | Odds-Ratio (mit 95 %-Vertrauensbereich) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|--------|-----------------------------------------|
| <b>Konstante</b>                                                                               | -3,372876              | 0,040120    | -84,07 |                                         |
| <b>Geschlecht männlich vs. weiblich</b>                                                        | 0,279175               | 0,033259    | 8,39   | 1,322 (1,239 – 1,411)                   |
| <b>Alter (linear bis 100)</b>                                                                  | 0,037398               | 0,001703    | 21,96  |                                         |
| <b>Aufnahme aus stationärer Pflegeeinrichtung</b>                                              | 0,134595               | 0,044756    | 3,01   | 1,144 (1,048 – 1,249)                   |
| <b>Aufnahme aus anderem Krankenhaus oder aus stationärer Rehabilitationseinrichtung</b>        | 0,245664               | 0,064923    | 3,78   | 1,278 (1,124 – 1,450)                   |
| <b>Chronische Bettlägerigkeit</b>                                                              | 0,480025               | 0,048264    | 9,95   | 1,616 (1,470 – 1,776)                   |
| <b>Invasive maschinelle Beatmung bei Aufnahme</b>                                              | 2,295609               | 0,092240    | 24,89  | 9,930 (8,278 – 11,886)                  |
| <b>Desorientierung bei Aufnahme</b>                                                            |                        |             |        |                                         |
| Desorientierung bei Aufnahme, pneumoniebedingt                                                 | 0,755726               | 0,049941    | 15,13  | 2,129 (1,930 – 2,347)                   |
| Desorientierung bei Aufnahme, nicht pneumoniebedingt                                           | 0,491105               | 0,046359    | 10,59  | 1,634 (1,492 – 1,789)                   |
| Desorientierung bei Aufnahme nicht beurteilbar                                                 | 1,173955               | 0,075791    | 15,49  | 3,235 (2,784 – 3,748)                   |
| <b>Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme</b>                                                      |                        |             |        |                                         |
| Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme (linear zwischen 14 und 38)                                 | 0,046726               | 0,002803    | 16,67  |                                         |
| <b>Blutdruck bei Aufnahme</b>                                                                  |                        |             |        |                                         |
| Mittlerer arterieller Blutdruck bei Aufnahme (linear zwischen 30 und 100)                      | -0,015160              | 0,001418    | -10,69 |                                         |
| Differenz zwischen Blutdruck systolisch und Blutdruck diastolisch bei Aufnahme (linear bis 60) | -0,013179              | 0,001452    | -9,08  |                                         |
| <b>Bösartige Tumorerkrankungen</b>                                                             | 0,386097               | 0,088591    | 4,36   | 1,471 (1,233 – 1,745)                   |
| <b>Herzrhythmusstörungen, Herzklappenerkrankungen &amp; andere Herzerkrankungen</b>            | 0,328519               | 0,033215    | 9,89   | 1,389 (1,301 – 1,482)                   |
| <b>chronische Lungenerkrankung</b>                                                             | -0,028204              | 0,045271    | -0,62  | 0,972 (0,889 – 1,062)                   |
| <b>chronische Magen-Darm- oder Lebererkrankungen</b>                                           | 0,483008               | 0,125958    | 3,84   | 1,621 (1,258 – 2,063)                   |
| <b>chronische zerebrovaskuläre oder neurologische Erkrankung</b>                               | -0,096659              | 0,038607    | -2,50  | 0,908 (0,842 – 0,979)                   |

2.2.1 Odds-Ratios



Abbildung 5: Odds-Ratios (grafische Darstellung).

2.2.2 Einfluss stetiger Variablen

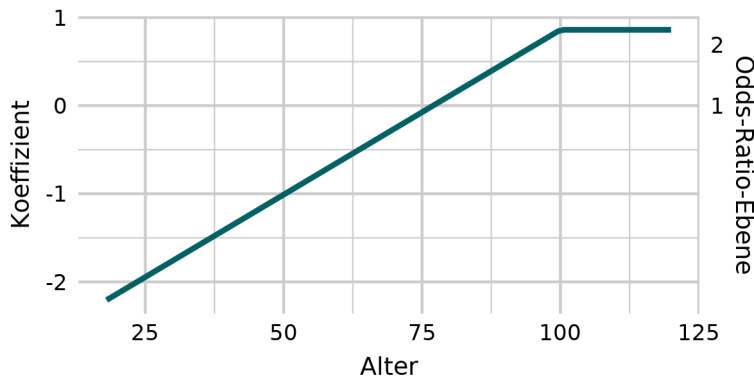


Abbildung 6: Einfluss der stetigen Variable Alter.

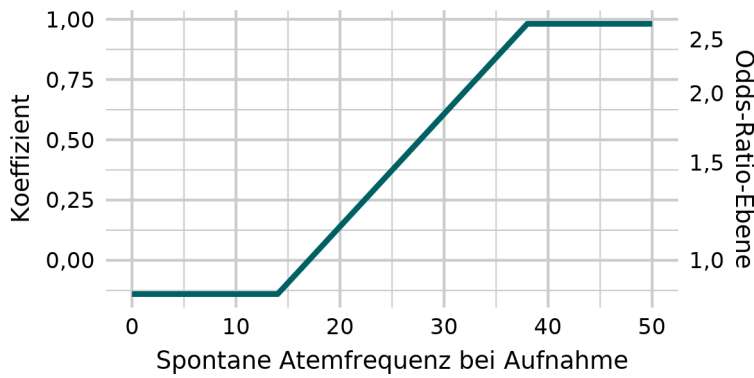


Abbildung 7: Einfluss der stetigen Variable Spontane Atemfrequenz bei Aufnahme.

2.2.3 Verteilung der Risiken (Ergebnisse der Bundesauswertung)

Die folgende Grafik und Tabelle zeigt die bundesweite Verteilung der geschätzten Risiken für das Auswertungsjahr 2025

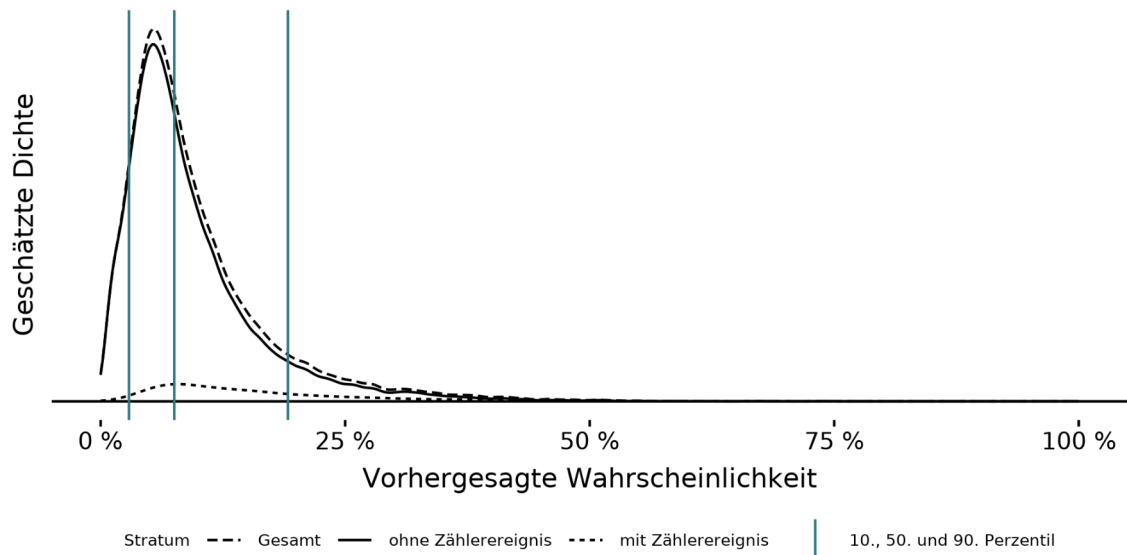


Abbildung 8: Dichtediagramm zur Verteilung der Risiken (Ergebnisse der Bundesauswertung).

Statistiken zur Verteilung der Risiken (Ergebnisse der Bundesauswertung).

|                     |               | Geschätzte Risiken |               |
|---------------------|---------------|--------------------|---------------|
| Ereignis            | Anzahl Fälle  | Mittelwert         | Median        |
| mit Zählerereignis  | 2.341         | 15,97 %            | 12,69 %       |
| ohne Zählerereignis | 28.366        | 9,19 %             | 7,26 %        |
| <b>Gesamt</b>       | <b>30.707</b> | <b>9,70 %</b>      | <b>7,53 %</b> |

## 2.3 Eigenschaften des geschätzten Modells

### 2.3.1 Kennzahlen zur Vorhersagegüte

|                         | AUC   | Brier-Score | Nagelkerkes Pseudo-R <sup>2</sup> |
|-------------------------|-------|-------------|-----------------------------------|
| in sample               | 0,711 | 0,084       | 0,111                             |
| out of sample (EJ 2022) | 0,726 | 0,093       | 0,124                             |

### 2.3.2 Kalibrierung (in sample)

Kalibrierungstabelle nach Risiko-Dezilen (in sample).

|    | Dezil                | Erwartet | Beobachtet | Statistik | Kalibrierungsdiagramm |
|----|----------------------|----------|------------|-----------|-----------------------|
| 1  | [0,00441 ... 0,0336] | 2,35 %   | 1,82 %     | 5,83      |                       |
| 2  | (0,0336 ... 0,0456]  | 3,98 %   | 4,27 %     | 1,03      |                       |
| 3  | (0,0456 ... 0,0556]  | 5,06 %   | 5,36 %     | 0,86      |                       |
| 4  | (0,0556 ... 0,0659]  | 6,07 %   | 5,84 %     | 0,45      |                       |
| 5  | (0,0659 ... 0,0772]  | 7,14 %   | 6,57 %     | 2,32      |                       |
| 6  | (0,0772 ... 0,0915]  | 8,40 %   | 8,69 %     | 0,52      |                       |
| 7  | (0,0915 ... 0,111]   | 10,07 %  | 10,17 %    | 0,06      |                       |
| 8  | (0,111 ... 0,14]     | 12,43 %  | 12,62 %    | 0,15      |                       |
| 9  | (0,14 ... 0,194]     | 16,38 %  | 16,87 %    | 0,83      |                       |
| 10 | (0,194 ... 0,758]    | 28,07 %  | 27,75 %    | 0,24      |                       |

In den Spalten 'Erwartet' und 'Beobachtet' sind die jeweiligen Mittelwerte dargestellt. Ein Aufsummieren der Spalte 'Statistik' ergibt die Teststatistik nach Hosmer und Lemeshow zur Modellkalibrierung.

### 2.3.3 Kalibrierung (out of sample (EJ 2022))

Kalibrierungstabelle nach Risiko-Dezilen (out of sample (EJ 2022)).

|    | Dezil                | Erwartet | Beobachtet | Statistik | Kalibrierungsdiagramm |
|----|----------------------|----------|------------|-----------|-----------------------|
| 1  | [0,00358 ... 0,0251] | 1,74 %   | 1,31 %     | 8,22      |                       |
| 2  | (0,0251 ... 0,0369]  | 3,12 %   | 3,88 %     | 14,27     |                       |
| 3  | (0,0369 ... 0,0476]  | 4,23 %   | 5,84 %     | 47,79     |                       |
| 4  | (0,0476 ... 0,0581]  | 5,28 %   | 6,47 %     | 21,32     |                       |
| 5  | (0,0581 ... 0,0699]  | 6,39 %   | 7,99 %     | 32,51     |                       |
| 6  | (0,0699 ... 0,0841]  | 7,67 %   | 9,66 %     | 42,05     |                       |
| 7  | (0,0841 ... 0,103]   | 9,32 %   | 12,02 %    | 64,69     |                       |
| 8  | (0,103 ... 0,133]    | 11,66 %  | 15,00 %    | 81,21     |                       |
| 9  | (0,133 ... 0,19]     | 15,73 %  | 18,95 %    | 58,73     |                       |
| 10 | (0,19 ... 0,805]     | 28,21 %  | 31,78 %    | 47,29     |                       |

In den Spalten 'Erwartet' und 'Beobachtet' sind die jeweiligen Mittelwerte dargestellt. Ein Aufsummieren der Spalte 'Statistik' ergibt die Teststatistik nach Hosmer und Lemeshow zur Modellkalibrierung.

## 3 Leseanleitung zu den Modellsteckbriefen

Zu einigen Risikoadjustierungsmodellen veröffentlicht das IQTIG ergänzend zu den Angaben in der QIDB sogenannte Modellsteckbriefe. Sie enthalten detaillierte Informationen über die Entstehung der Modelle sowie ihre statistischen Eigenschaften. Für eine Einführung in die Risikoadjustierung von Qualitätsindikatoren siehe das entsprechende Kapitel in der Leseanleitung zur Bundesauswertung.

Die Modellsteckbriefe gliedern sich in drei Abschnitte: „Datenbasis und Modellentwicklung“, „Risikomodell des Qualitätsindikators“ und „Eigenschaften des geschätzten Modells“.

### 3.1 Datenbasis und Modellentwicklung

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Informationen über das Zustandekommen des Modells, die zugrundeliegenden Daten und eventuelle Veränderungen zum Vorjahr.

### 3.2 Beschreibung des Risikomodells

Dieser Abschnitt enthält eine Beschreibung des für die Berechnung des Qualitätsindikators / der Qualitätsindikatoren in der Bundesauswertung genutzten Modells. Neben der bereits in der QIDB enthaltenen Tabelle der Koeffizienten der Risikofaktoren werden die Einflüsse der diskreten und stetigen Risikofaktoren graphisch dargestellt.

Schließlich wird die empirische Verteilung der Risiken mittels Dichteschätzer dargestellt. Dies vermittelt einen Eindruck darüber, wie sich die Grundgesamtheit des Modells in Hochrisiko- und Niedrigrisikofälle verteilt. Die Verteilung wird stratifiziert für die Fälle mit und ohne Zählerereignisse dargestellt (grob- bzw. feingestrichelte Linie). Die Darstellung ist so gewählt, dass die Fläche unter der grobgestrichelten, feingestrichelten bzw. durchgezogenen Linie proportional ist zur Anzahl an Fällen mit bzw. ohne Zählerereignissen bzw. zur Gesamtanzahl an Fällen. Vertikale Linien markieren das 10., 50. (Median) und 90. Perzentil der Gesamtverteilung.

Zusätzlich zur grafischen Darstellung werden hier Maße für die Lage der geschätzten Risiken tabellarisch berichtet, ebenfalls stratifiziert für die Fälle mit und ohne Zählerereignisse. Dies vermittelt, wie stark sich die Modellvorhersagen im Mittel und im Median zwischen Fällen mit und ohne Zählerereignis unterscheiden. Die Größe dieses Unterschieds wird auch oft als Maß für die Diskriminationsfähigkeit eines Modells interpretiert. Dazu muss allerdings auch die Gesamtprävalenz des Zählerereignisses berücksichtigt werden.

### 3.3 Eigenschaften des geschätzten Modells

In diesem Abschnitt werden statistische Eigenschaften des Risikoadjustierungsmodells dargestellt. Die in diesem Abschnitt dargestellten Modelleigenschaften beschreiben das Verhältnis des Modells mit der empirischen Grundgesamtheit des Modells. Falls das für die Bundesauswertung genutzte Risikoadjustierungsmodell normativ gesetzte Koeffizienten enthält, so werden die ent-

sprechenden Setzungen in diesem Abschnitt nicht berücksichtigt (siehe dazu auch den Unterabschnitt „Erklärung zu , in sample'-Angaben“ im Modellsteckbrief). Dies ist darin begründet, dass die normative Setzung datenunabhängig geschieht.

Die statistischen Eigenschaften lassen sich dabei grundsätzlich *in sample* und *out of sample* berechnen. *In sample* bedeutet, dass die jeweilige Eigenschaft auf Grundlage des Datensatzes berechnet wird, der auch für die Schätzung des Modells selbst genutzt wurde. *Out of sample* bedeutet, dass die jeweilige Modelleigenschaft auf einem anderen Datensatz (z. B. den Daten aus einem anderen Erfassungsjahr) berechnet wurde. Jeder Modellsteckbrief enthält mindestens Informationen zu den *in-sample*-Eigenschaften des Modells. Darüber hinaus sind die Modelleigenschaften unter Umständen auch für einen oder mehrere *out-of-sample*-Datensätze dargestellt – ebenfalls vor normativen Setzungen von Koeffizienten. Unterschiede zwischen *in-sample*- und *out-of-sample*-Eigenschaften können auf Überanpassung hindeuten.

### 3.3.1 Kennzahlen zur Vorhersagegüte

Bei den drei dargestellten Kennzahlen AUC, Brier-Score und Nagelkerkes Pseudo- $R^2$  handelt es sich um weitverbreitete und wichtige Maßzahlen für klinische Vorhersagemodelle. Für die genaue Definition wird z.B. auf das Buch *Clinical Prediction Models* von Ewout Steyerberg (2. Auflage, Springer 2019) verwiesen.

Die **AUC** (*area under the ROC curve*, auch *c-statistic* bzw. Konkordanzstatistik) ist ein Maß für die Diskriminationsfähigkeit des Modells. Der Wert liegt zwischen 0.5 und 1. Der Wert 0.5 tritt nur dann auf, wenn sämtlichen Fällen das gleiche Risiko zugewiesen wird.

Der **Brier-Score** beschreibt, wie gut das Modell das Eintreten von Zählerereignissen vorhersagen kann. Der Wert liegt in der Regel zwischen 0 und 0.25. Der Wert 0.25 tritt nur dann auf, wenn sämtlichen Fällen das Risiko 0.5 zugewiesen wird.

**Nagelkerkes Pseudo- $R^2$**  ist ein Maß für den Anteil an der Variabilität oder Unsicherheit über das Zählerereignis, den das Modell erklärt. Der Wert liegt zwischen 0 und 1. Der Wert 0 tritt nur dann auf, wenn sämtlichen Fällen das gleiche Risiko zugewiesen wird.

Es handelt sich bei diesen Kennzahlen nicht um Gütekriterien für Risikoadjustierungsmodelle: Perfekte Werte (also ein AUC von 1, ein Brier-Score von 0 und ein Pseudo- $R^2$  von 1) sind bei Risikoadjustierungsmodellen nicht möglich und auch nicht wünschenswert, da solche perfekten Werte nur dann auftreten können, wenn sich aus den Risikofaktoren sicher vorhersagen lässt, ob ein interessierende Zählerereignis auftritt oder nicht. In der externen Qualitätssicherung werden jedoch Ereignisse betrachtet, bei denen die Leistungserbringer einen starken Einfluss haben. „Schlechte“ Werte der Kennzahlen deuten also auf einen schwachen Einfluss der berücksichtigten Risikofaktoren auf das Zählerereignis hin. Solche Werte treten daher unter anderem dann auf, wenn es, wie beispielsweise bei vielen Prozessindikatoren, nur wenige patientenseitige Risikofaktoren gibt, die berücksichtigt werden sollen.

### 3.3.2 Kalibrierung

Die Kalibrierung beschreibt, inwiefern die vorhergesagten Risiken mit beobachteten Häufigkeiten in den Daten zusammen passen: Unter allen Fällen mit einem Risiko von  $x$  % wird erwartet, dass der Anteil von Fällen mit beobachtetem Zählerereignis in etwa  $x$  % beträgt.

Die Kalibrierung wird gelegentlich mit dem Hosmer-Lemeshow-Test überprüft. Dieser Test ist jedoch umstritten: Bei großen Fallzahlen kann der Test sehr kleine  $p$ -Werte liefern, auch wenn die Verletzung der Kalibrierung nicht relevant erscheint. Zudem wird in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert, welche Anzahl an Freiheitsgraden man für die Verteilung der Teststatistik annehmen sollte. Aussagekräftiger sind die Kalibrierungstabelle sowie das Kalibrierungsdiagramm, aus denen ersichtlich wird, in welchen Bereichen die Kalibrierung verletzt wird. In der Kalibrierungstabelle werden die Fälle nach ihrem vorhergesagten Risiko in zehn gleich große Gruppen, sogenannte Dezile, eingeteilt und geprüft, wie weit innerhalb dieser Gruppen die vorhergesagte und beobachtete Anzahl an Zählerereignissen auseinanderliegen. Diese Gruppierung liegt auch dem Hosmer-Lemeshow-Test zugrunde. Für jede Gruppe ist daher der Beitrag zur Hosmer-Lemeshow-Statistik dargestellt. Im Kalibrierungsdiagramm ist die Kalibrierung ohne Diskretisierung mit Hilfe eines Glätters dargestellt (siehe z.B. *Clinical Prediction Models* von Ewout Steyerberg, 2. Auflage, Springer 2019). Ergänzt wird die Darstellung durch die Werte für die Dezile aus der Kalibrierungstabelle, die als Punkte eingetragen sind.