



Institut für Qualitätssicherung und  
Transparenz im Gesundheitswesen

**Statistische Methodik für die Ermittlung  
rechnerischer Auffälligkeiten und  
verteilungsabhängiger Referenzbereiche  
im QS-Verfahren *Perkutane Koronar-  
intervention (PCI) und Koronar-  
angiographie (QS PCI)***

Stand: 15. Juni 2022

---

# Impressum

**Thema:**

Statistische Methodik für die Ermittlung rechnerischer Auffälligkeiten und verteilungsabhängiger Referenzbereiche im QS-Verfahren *Perkutane Koronarintervention (PCI) und Koronarangiographie (QS PCI)*

**Datum der Abgabe:**

15. Juni 2022

**Herausgeber:**

IQTIG – Institut für Qualitätssicherung  
und Transparenz im Gesundheitswesen

Katharina-Heinroth-Ufer 1  
10787 Berlin

Telefon: (030) 58 58 26-0  
Telefax: (030) 58 58 26-999

[info@iqtig.org](mailto:info@iqtig.org)

<https://www.iqtig.org>

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
1 Hintergrund .....	4
2 Ermittlung rechnerischer Auffälligkeit .....	5
3 Ermittlung verteilungsabhängiger Referenzbereiche .....	7
3.1 Ratenbasierte Qualitätsindikatoren.....	7
3.2 Risikoadjustierte O/E-Qualitätsindikatoren .....	7
Literatur.....	8

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ermittlung rechnerischer Auffälligkeit für ratenbasierte Qualitätsindikatoren.....	5
Tabelle 2: Ermittlung rechnerischer Auffälligkeit für risikoadjustierte O/E-Qualitäts- indikatoren.....	5
Tabelle 3: Auszug aus der Ergebnistabelle für ein hypothetisches Leistungserbringerergebnis..	6

# 1 Hintergrund

Das vorliegende Dokument enthält eine Zusammenfassung der neuen statistischen Methodik zur Berechnung der rechnerischen Auffälligkeiten für Qualitätsindikatoren im Qualitätssicherungsverfahren (QS-Verfahren) *Perkutane Koronarintervention (PCI) und Koronarangiographie (QS PCI)*.<sup>1</sup> Wie in IQTIG (2022) und Hengelbrock et al. (2021) im Detail dargelegt, sind die Umstellung und die daraus resultierende explizite Festlegung der statistischen Methodik für die rechnerische Auffälligkeit dadurch motiviert, dass

- die übergangsweise verwendete Methodik die statistische Unsicherheit von Indikatorergebnissen nicht angemessen berücksichtigt, was nicht den wissenschaftlichen und internationalen Standards entspricht,
- die übergangsweise verwendete Methodik für die Berechnung perzentilbasierter Referenzbereiche nicht gewährleistet, dass der durch das Perzentil vorgegebene Anteil an Standortergebnissen rechnerisch auffällig wird (sondern in der Regel ein höherer Anteil), sowie
- die Festlegung kriteriumsbezogener Referenzbereiche voraussetzt, dass die statistische Methodik für die Auffälligkeitseinstufung explizit festgelegt ist.

Speziell für das QS-Verfahren *QS PCI*, in welchem Referenzbereiche bisher ausschließlich verteilungsabhängig ermittelt werden, ist eine Überarbeitung der Methodik zur Auffälligkeitseinstufung daher dringend geboten. Darüber hinaus basiert die anzuwendende statistische Auswertungsmethodik der Patientenbefragung PCI bereits auf der vom IQTIG empfohlenen Auswertungsmethodik. Die Umstellung dient daher auch der Vereinheitlichung der statistischen Methodik zur Auffälligkeitseinstufung der zwei Bereiche von *QS PCI*.

---

<sup>1</sup> Für eine Beschreibung der übergangsweise verwendeten Methodik für die anderen QS-Verfahren siehe die Erläuterung zur *rechnerischen Auffälligkeit* im Glossar der Leseanleitung zur Bundesauswertung.

## 2 Ermittlung rechnerischer Auffälligkeit

Für Qualitätsindikatoren im QS-Verfahren QS PCI wird die rechnerische Auffälligkeit von Leistungserbringerergebnissen gemäß der in Hengelbrock et al. (2021) entwickelten statistischen Methodik im Rahmen einer analytischen Zielsetzung ermittelt (vgl. auch IQTIG 2022). Das bedeutet, dass die statistische Unsicherheit der beobachteten Indikatorergebnisse bei ihrer rechnerischen Einstufung berücksichtigt wird. Die rechnerische Auffälligkeitseinstufung erfolgt anhand des Vergleichs der A-posteriori-Wahrscheinlichkeit für die Einhaltung des Referenzbereichs mit einem vorab festgelegten Schwellenwert  $\alpha$  (ähnlich einem Signifikanzniveau). Die A-posteriori-Wahrscheinlichkeit wird für ratenbasierte Qualitätsindikatoren dabei anhand eines Beta-Binomial-Modells (siehe Tabelle 1) und für risikoadjustierte O/E<sup>2</sup>-Qualitätsindikatoren anhand eines Poisson-Gamma-Modells (siehe Tabelle 2) berechnet, mit  $\theta$  als zugrunde liegendem Parameter, Fallzahl  $J$ ,  $O = o$  interessierenden Ereignissen und  $e$  als erwartete Anzahl interessierender Ereignisse.

Tabelle 1: Ermittlung rechnerischer Auffälligkeit für ratenbasierte Qualitätsindikatoren

<b>Statistisches Modell</b>	Beta-Binomial-Modell, mit A-posteriori-Verteilung $\theta \mid o, J \sim \text{Beta}\left(\frac{1}{2} + o, \frac{1}{2} + J - o\right)$
<b>Kriterium für die rechnerische Auffälligkeit</b>	$P(\theta \in \text{Referenzbereich} \mid o, J) \leq \alpha$
<b>Schwellenwert</b>	$\alpha = 2,5 \%$
<b>Pseudocode<sup>3</sup></b>	<code>compute_rate_dc(o, J, R, alternative = "greater") &lt;= 0.025</code>

Tabelle 2: Ermittlung rechnerischer Auffälligkeit für risikoadjustierte O/E-Qualitätsindikatoren

<b>Statistisches Modell</b>	Poisson-Gamma-Modell mit A-posteriori-Verteilung $\theta \mid o, J \sim \text{Gamma}\left(\frac{1}{2} + o, e\right)$
<b>Kriterium für die rechnerische Auffälligkeit</b>	$P(\theta \in \text{Referenzbereich} \mid o, J) \leq \alpha$
<b>Schwellenwert</b>	$\alpha = 2,5 \%$
<b>Pseudocode<sup>3</sup></b>	<code>compute_oe_dc(o, e, R, alternative = "greater") &lt;= 0.025</code>

<sup>2</sup> O/E bezeichnet das Verhältnis der beobachteten Rate (*observed*, O) eines interessierenden Ereignisses zur erwarteten Rate (*expected*, E).

<sup>3</sup> Durch das Argument `alternative` wird dabei die Richtung des Referenzbereichs spezifiziert ("greater" für Referenzbereich  $[0; R]$  und "less" für Referenzbereich  $[R; 1]$  bzw.  $[R; \infty)$  (risikoadjustierter O/E-Indikator)).

Je nach Polung des Indikators ist der Referenzbereich bei Referenzwert  $R$  entweder das Intervall  $[0; R]$  bzw.  $[R; 1]$  (ratenbasierter Qualitätsindikator) oder  $[0; R]$  bzw.  $[R; \infty)$  (risikoadjustierter O/E-Qualitätsindikator).

Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit und methodischen Transparenz sind die Funktionen `compute_rate_dc` und `compute_oe_dc` im R-Paket `iqtigbdt` exemplarisch implementiert.<sup>4</sup> Shiny-Apps zur Erstellung von Funnelplots und der Analyse von theoretischer Sensitivität und Spezifität der Auffälligkeitseinstufung sind im R-Paket implementiert und auch verfügbar unter <https://iqtig.shinyapps.io/funnelplot/> bzw. [https://iqtig.shinyapps.io/sensitivitaet\\_spezifitaet/](https://iqtig.shinyapps.io/sensitivitaet_spezifitaet/).

Bei der Interpretation von Funnelplots ist zu beachten, dass die rechnerische Auffälligkeit im QS-Verfahren *QS PCI* nicht daraus abgeleitet werden kann, ob ein Indikatorergebnis (als Zähler / Nenner) außerhalb des Referenzbereichs liegt oder nicht. Stattdessen ist eine rechnerische Auffälligkeit daran erkennbar, dass ein Indikatorergebnis oberhalb (bzw. unterhalb, je nach Polung des Indikators) eines fallzahlabhängigen Grenzwerts liegt, welcher definiert, für welche Indikatorergebnisse unter Berücksichtigung statistischer Unsicherheit genügend datenbasierte Evidenz für eine Klassifikation als „rechnerisch auffällig“ vorliegt.

**Beispiel**

Ob ein Leistungserbringerergebnis rechnerisch auffällig nach dieser neuen Methodik ist, ist anhand der Ergebnisliste erkennbar. Für einen ratenbasierten Indikator mit Referenzbereich  $\leq 15\%$  ist ein Ergebnis von  $o = 4, J = 10$  beispielsweise rechnerisch auffällig. Dies ist an dem Wert TRUE der Spalte BEWERTUNG\_RECH erkennbar. Dies folgt daraus, dass der Signifikanzwert kleiner gleich dem Schwellenwert von 2,5 % ist. Eine andere Interpretation dafür ist, dass die untere<sup>5</sup> Grenze des Vertrauensbereichs den Referenzbereich nicht einschließt (d. h. oberhalb von 15 % liegt):

Tabelle 3: Auszug aus der Ergebnistabelle für ein hypothetisches Leistungserbringerergebnis

QI-TYP	ZAEHLER	NENNER	ERGEBNIS	VERTRBER_UNTEN	VERTRBER_OBEN	BEWERTUNG_RECH	SIGNIFIKANZWERT	REF-WERT 1	REF OPERATOR
Rate	4	10	4	15,30671011	69,63205144	True	0,02317645	15	<=

<sup>4</sup> <https://github.com/iqtigorg/iqtigbdt>. Für einen ratenbasierten Indikator mit Referenzbereich  $\leq 15\%$  und ein Leistungserbringerergebnis von  $J = 10, o = 4$  kann die Auffälligkeitseinstufung beispielsweise berechnet werden über den Aufruf der R-Funktion:

```
iqtigbdt::compute_rate_dc(4, 10, .15) <= 0.025
## [1] TRUE
```

(wobei TRUE bedeutet, dass das Ergebnis *rechnerisch auffällig* ist).

<sup>5</sup> Bei Qualitätsindikatoren mit umgedrehter Polung ist stattdessen die obere Grenze entsprechend zu vergleichen.

### 3 Ermittlung verteilungsabhängiger Referenzbereiche

Verteilungsabhängige Referenzbereiche werden für das QS-Verfahren QS PCI anhand aller Leistungserbringer ermittelt, welche im betrachteten Erfassungsjahr mindestens einen Fall in der Grundgesamtheit des jeweiligen Qualitätsindikators aufweisen. Anhand der A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Leistungserbringer, des vorgegebenen Schwellenwertes ( $\alpha$ ) sowie des vorgegebenen Perzentils wird der Referenzbereich so bestimmt, dass der Anteil an Indikatorergebnissen als rechnerisch auffällig (nach der in Kapitel 2 verwendeten Methodik und unter Verwendung des Schwellenwertes  $\alpha$  des Indikators) eingestuft wird, der durch das Perzentil definiert ist.

#### 3.1 Ratenbasierte Qualitätsindikatoren

Für ratenbasierte Qualitätsindikatoren seien dafür  $P(\theta_i \leq R | o_i, J_i)$  die A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten für die Einhaltung des Referenzbereichs  $[0; R]$  von Leistungserbringer  $i, i = 1, \dots, I$ , mit  $o_i$  als Anzahl interessierender Ereignisse und Fallzahl  $J_i$ . Der Referenzwert  $R$  wird so gewählt, dass die absolute Differenz zwischen der Anzahl an rechnerisch auffälligen Indikatorergebnissen und der durch das Perzentil definierten Anzahl (im Folgenden  $q \cdot I$ ) minimiert wird:

$$R = \arg \min_R \left| \sum_{i=1}^I [P(\theta_i \leq R | o_i, J_i) \leq \alpha] - q \cdot I \right|,$$

bzw. mit  $P(\theta_i \geq R | o_i, J_i)$  für Indikatoren mit Referenzbereich  $[R; 1]$ . Dabei ist es nicht immer möglich, dass genau die durch das Perzentil vorgegebene Anzahl an Leistungserbringern  $q \cdot I$  rechnerisch auffällig wird.

Beispiel: Liegen  $I = 11$  Leistungserbringerergebnisse mit  $J_i > 0$  vor, und sind die Ergebnisse als  $(o_i, J_i)$  Paare eineindeutig, so wird der Referenzbereich nach oben beschriebener Methodik so gewählt, dass genau ein Leistungserbringerergebnis als rechnerisch auffällig klassifiziert wird. Dies entspricht einem Anteil von  $\frac{1}{11} = 9,1\%$ .

#### 3.2 Risikoadjustierte O/E-Qualitätsindikatoren

Für risikoadjustierte O/E-Indikatoren erfolgt die Ermittlung analog anhand der Anzahl interessierender Ereignisse  $e_i$  (statt  $J_i$ ). Zusätzlich gilt bei diesen Indikatoren, dass für den Referenzbereich ein unteres Limit von 1 festgelegt wird, welches der Referenzwert bei Indikatoren mit Referenzbereich  $[0; R]$  nicht unterschreitet:

$$R = \arg \min_{R \geq 1} \left| \sum_{i=1}^I [P(\theta_i \leq R | o_i, e_i) \leq \alpha] - q \cdot I \right|,$$

bzw. mit  $P(\theta_i \geq R | o_i, e_i)$  für Indikatoren mit Referenzbereich  $[R; \infty)$ .

Sowohl für ratenbasierte als auf für risikoadjustierte O/E-Indikatoren kann das Minimum über eine numerische Lösung des Optimierungsproblems bestimmt werden.

## Literatur

Hengelbrock, J; Rauh, J; Cederbaum, J; Kähler, M; Höhle, M (2021): Hospital profiling using Bayesian decision theory. DOI: 10.1101/2021.06.23.21259367

IQTIG [Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen] (2022): Methodische Grundlagen. Version 2.0. Stand: 27.04.2022. Berlin: IQTIG. URL: [https://iqtig.org/downloads/berichte-2/meg/IQTIG\\_Methodische-Grundlagen\\_Version-2.0\\_2022-04-27.pdf](https://iqtig.org/downloads/berichte-2/meg/IQTIG_Methodische-Grundlagen_Version-2.0_2022-04-27.pdf) (abgerufen am: 18.05.2022).