Kurzgutachten der

Hochschule Rhein Main

Wiesbaden Business School

"Evidenzbasierte Nutzenbewertung der Kopfstütze *Prone Guard* zur Risikoprävention bei Bauchlagerung"

Autoren:

Prof. Dr. Thomas Neusius — Professur für Quantitative Verfahren & Versicherung

e-mail: thomas.neusius@hs-rm.de

Prof. Dr. Reinhard Strametz — Professur für Patientensicherheit

e-mail: reinhard.strametz@hs-rm.de

Hochschule RheinMain
Postfach 3251
65022 Wiesbaden

Stand: 11.03.2026
Abgabe: 23.03.2026

Inhaltsverzeichnis

EXECUTIVE SUMMARY ... 3
1. Analyse des klinischen Risikopotenzials bei fehlender bzw. unzureichender Lagerungshilfe ... 5
2. Modellierung der Risikoabsenkung durch Einsatz der Prone Guard-Kopfstütze ... 8
2.1 Zielgröße und Grundlogik der Bewertung ... 8
2.2 Schadenskategorien, Schweregraddefinition und Basisparameter ... 8
2.3 Deterministische Erwartungswertrechnung (Punktwerte und Unsicherheitsband) ... 9
2.4 Probabilistische Modellierung der Parameterunsicherheit (Simulation) ... 12
2.5 Einordnung und methodische Konsequenzen ... 15
3. Ökonomische Bewertung der potenziellen Schadensvermeidung ... 16
3.1 Erwartungswertbetrachtung: Einsparpotenzial pro Fall ... 16
3.2 Sensitivität und Risikoaversion ... 17
3.3 Weitere Aspekte ... 17
4. Ableitung anwendungsbezogener Nutzenargumente für Kliniken und Einkaufsverantwortliche ... 18
LITERATUR ... 19

Executive Summary

- **Klinisches Ausgangsproblem und Relevanz:** Lagerungsbedingte Schäden im Kopf-/Gesichtsbereich (v. a. Ulzerationen) treten im Kontext der Bauchlage klinisch relevant auf; schwerwiegende Ereignisse wie Visusverlust sind selten, aber potenziell katastrophal. Das Gutachten fokussiert diese beiden Schadensklassen als maßgebliche Risiko- und Kostentreiber für eine ökonomische Bewertung.

- **Modellansatz und zentrale Parameter:** Für die Modellierung werden drei Schweregrade verwendet (leicht/mittel/schwer). Monetär bewertet werden in der Basisrechnung Schmerzensgeldgrößen als haftungsökonomische Rechengrößen: mittelschwer (Ulzerationen im Gesicht) mit 10.000 € und schwer (Visusverlust) mit 100.000 €; leichte Schäden werden in dieser Rechnung mit 0 € angesetzt. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten werden als Punktwerte (0,50% bzw. 0,01%) und Unsicherheitsbereiche (0,3–1,0% bzw. 0,005–0,02%) abgebildet.

- **Erwartungsschaden ohne Prävention:** Aus den Punktwerten ergibt sich ein erwarteter Durchschnittsschaden von **60 € pro Operation**. Eine konservative Bandbreitenrechnung ergibt **35–120 € pro Operation**; dominanter Treiber ist dabei der mittelschwere Schaden (Ulzerationen im Gesicht). Eine probabilistische Unsicherheitsmodellierung (10.000 Simulationen, Beta-Verteilungen für Eintrittswahrscheinlichkeiten und Gamma-Verteilungen für Schadenhöhen) bestätigt den Erwartungswert (Mittelwert ~59,6 €) und zeigt eine substanzielle Streuung (95%-Bereich grob ~21 € bis 131 €).

- **Ökonomischer Vergleich mit *Prone Guard* (Listenpreis 32 €):** Unter der Annahme korrekter Anwendung nach Schulung und vollständiger Vermeidung der modellierten Schäden ist das Device im Basisszenario **kostensparend**: 32 € Kosten stehen einem vermeidbaren Erwartungsschaden von 60 € gegenüber (Nettoeffekt ca. **–28 € pro Operation**). Auch unter konservativer Risikolage (untere Bandbreite ~35 €) bleibt die Maßnahme rechnerisch mindestens kostenneutral bis leicht kostensparend; in höheren Risikobereichen steigt die erwartete Nettoersparnis deutlich.

- **Limitationen und Interpretationsrahmen:** Die Ergebnisse sind **modell- und annahmenabhängig**. (a) Die monetäre Bewertung umfasst in der Basisrechnung primär Schmerzensgeld als Rechengröße; direkte medizinische Mehrkosten, indirekte Kosten sowie Prozess- und Reputationskosten sind nicht monetarisiert (dadurch kann der Nutzen unterschätzt

sein). (b) Die Annahme der vollständigen Schadensvermeidung bei korrekter Anwendung ist ein Best-Case; reale Wirksamkeit hängt von Schulung, Adhärenz und Einsatzkontext ab. (c) Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenhöhen beruhen auf plausibilisierten Parametern/Verteilungsannahmen und sind nicht als exakte Inzidenzen für ein konkretes Haus zu verstehen. (d) Die Modellierung bildet keine Subgruppenrisiken (z. B. OP-Dauer, BMI, spezifische Lagerungstechniken) ab; für eine haus- oder indikationsspezifische Entscheidung sollten lokale Daten (CIRS, Wund-/Anästhesie-/OP-Dokumentation, Haftungsfälle) zur Kalibrierung herangezogen werden.

1. Analyse des klinischen Risikopotenzials bei fehlender bzw. unzureichender Lagerungshilfe

Lagerungsbedingte Gewebeschäden gehören zu den relevanten unerwünschten Ereignissen im perioperativen Setting. Chirurgische Patientinnen und Patienten sind aufgrund von Immobilität unter Anästhesie, reduzierter Eigenwahrnehmung, eingeschränkter Perfusion sowie der häufig mehrstündigen Exposition gegenüber Druck- und Scherkräften besonders gefährdet, Druckschäden der Haut und tieferer Gewebeschichten zu erleiden. Systematische Übersichten berichten für chirurgische Kollektive insgesamt Inzidenzen operationsassoziierter Druckschäden in der Größenordnung von etwa 15–17 %, bei zugleich sehr großer Spannweite der berichteten Raten in Abhängigkeit von Population, Operationsdauer, Setting und Erhebungsmethode [1,2].

Während der Fokus vieler Arbeiten auf sakralen und Fersenulzera liegt, rücken mit der zunehmenden Nutzung der Bauchlage in der Chirurgie – insbesondere bei Wirbelsäulenoperationen – sowie in der Intensivmedizin (z. B. bei ARDS- und COVID-19-Patient:innen) lagerungsassoziierte Schäden im Kopf- und Gesichtsbereich stärker in den Vordergrund [3]. Dazu zählen insbesondere Ulzerationen im Bereich von Stirn, Wangen, Augenregion, Nase, Lippen, Kinn und Ohren [3]. Für Wirbelsäulenoperationen in Bauchlage zeigen klinische Studien, dass faciale Druckulzera trotz spezifischer Kopfauflagen nicht selten sind: In einer Studie wurden bei Operationsdauern von mehr als drei Stunden Inzidenzen facialer Druckulzera von rund 27 % berichtet; betroffen sind dabei vor allem druckexponierte knöcherne Prominenzen im Gesichtsbereich [4].

Fallserien und Übersichtsarbeiten zu COVID-19-Patient:innen beschreiben, dass diese zunächst „banal“ erscheinenden Hautulzera nicht nur Schmerzen und Infektionsrisiken sowie einen prolongierten Behandlungsaufwand verursachen können, sondern auch in dauerhaft entstellende Narben mit erheblicher psychosozialer Belastung münden [3,5]. Einzelfallberichte verdeutlichen zudem, dass selbst bei Einsatz spezialisierter Lagerungstechnik schwere lokale Nekrosen im Gesichtsbereich auftreten können [6].

Besondere gesundheitsökonomische und haftungsrechtliche Relevanz besitzen lagerungsbedingte Schäden am Auge bis hin zum dauerhaften Visusverlust. Postoperative Visusminderungen nach nicht ophthalmologischen Operationen sind selten, aber potenziell katastrophal; sie treten gehäuft nach längeren Wirbelsäulenoperationen in Bauchlage unter Allgemeinanästhesie auf [7,8]. Als wesentliche Ursachen werden insbesondere ischämische Optikusneuropathien (ION) sowie zentrale retinale Gefäßverschlüsse diskutiert [7]. In der Literatur werden als

Risikofaktoren unter anderem lange Operationsdauer, erheblicher Blutverlust, perioperative Anämie und Hypotonie, erhöhter venöser Druck im Kopf-Hals-Bereich sowie eine unzureichende Kopflagerung mit direkter Druckeinwirkung auf die Augen beschrieben (Bergese 2012; Apfelbaum 2019) [7,8]. Die berichteten Inzidenzen perioperativer Visusverluste nach Wirbelsäulenoperationen in Bauchlage variieren in Abhängigkeit von Studiendesign und Definitionskriterien; in Übersichten werden Spannweiten von etwa 0,028 % bis 1,3 % genannt [7].

Die American Society of Anesthesiologists (ASA) stuft perioperative Visusverluste nach Wirbelsäulenoperationen in Bauchlage als seltenes, jedoch hochgradig invalidisierendes Ereignis ein und hat hierzu eine eigene Practice Advisory vorgelegt [8]. Auch wenn es sich um ein seltenes Ereignis handelt, ist die individuelle und gesundheitsökonomische Bedeutung eines solchen Schadens außerordentlich: Betroffene erleiden typischerweise eine anhaltende bis dauerhafte Sehbeeinträchtigung, die weitreichende Konsequenzen für Lebensqualität, Teilhabe, Erwerbsfähigkeit und Rehabilitationsbedarf nach sich ziehen kann [7].

Im Rahmen des vorliegenden Kurzgutachtens wird ein „schwerer Lagerungsschaden“ am Kopf – in Anlehnung an die Fragestellung – definiert als dauerhafter Verlust einer Körperfunktion, insbesondere der dauerhafte Verlust der Sehfähigkeit auf mindestens einem Auge infolge insuffizienter Kopflagerung (z. B. in Bauchlage). Demgegenüber stehen leichtere und mittelschwere Lagerungsschäden am Kopf, zu denen oberflächliche Ulzerationen, tiefere Weichteilschäden und daraus resultierende Narbenbildungen mit funktionellen und ästhetischen Beeinträchtigungen zählen. Die verfügbaren epidemiologischen Daten zeigen, dass leichte bis mittelschwere Ulzerationen im Kopf- und Gesichtsbereich nach Operationen in Bauchlage sowie nach intensivmedizinischer Pronationstherapie relativ häufig sind, während schwerwiegende Visusverluste sehr selten auftreten, jedoch eine extrem hohe individuelle Schadenlast verursachen [3,4,7–9].

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage nach der ökonomischen Bedeutung von Lagerungsschäden am Kopf im Kontext operativer Eingriffe und intensivmedizinischer Behandlungen. Für eine fundierte gesundheitsökonomische Bewertung sind quantitative Abschätzungen der Eintrittswahrscheinlichkeiten für leichte, mittelschwere und schwere Lagerungsschäden ebenso erforderlich wie plausible Annahmen zu den jeweils entstehenden direkten medizinischen Kosten (z. B. zusätzliche Wundbehandlung, plastisch-chirurgische Rekonstruktionen, rehabilitative Maßnahmen), indirekten Kosten (Produktivitätsverluste, Frühberentung) und immateriellen Schäden.

Ziele und Leistungsinhalt des Kurzgutachtens.

Inhalt der angebotenen Leistung ist die evidenzbasierte Ermittlung des präventiven Nutzens des Produkts *Prone Guard* (Kopfstütze zur Bauchlage) durch:

1. Analyse des klinischen Risikopotenzials bei fehlender bzw. unzureichender Lagerungshilfe (u. a. Auftreten und Folgen von Ulzerationen im Gesichtsbereich sowie perioperativer okulärer Komplikationen).
2. Modellierung der Risikoabsenkung durch den Einsatz der *Prone Guard*-Kopfstütze als Präventionsmaßnahme.
3. Ökonomische Bewertung der potenziellen Schadensvermeidung (z. B. Vermeidung von Behandlungsmehraufwand, haftungsrechtlich relevanten Zahlungen sowie langfristiger Folgelasten) unter Anwendung eines gesundheitsökonomischen Modells.
4. Ableitung anwendungsbezogener Nutzenargumente für Kliniken und Einkaufsverantwortliche, insbesondere im Sinne einer belastbaren, zahlenbasierten Entscheidungsvorlage zur Bewertung von Präventionsinvestitionen.

Ziel dieses Gutachtens ist es damit, auf Basis der verfügbaren epidemiologischen und klinischen Evidenz die Wahrscheinlichkeiten und möglichen Schadenssummen für lagerungsbedingte Ulzerationen und Visusverluste im Kopfbereich herzuleiten und darauf aufbauend ein gesundheitsökonomisches Modell zu entwickeln, das die gesamtwirtschaftliche Relevanz dieser Schadenskategorien sowie den erwartbaren Nutzen präventiver Lagerungshilfen abbildet.

2. Modellierung der Risikoabsenkung durch Einsatz der *Prone Guard*-Kopfstütze

2.1 Zielgröße und Grundlogik der Bewertung

Ziel der Methodik ist die Herleitung eines erwarteten monetären Schadens pro Operation (Erwartungsschaden) für lagerungsbedingte Schäden im Kopf-/Gesichtsbereich. Der Erwartungsschaden ergibt sich als Summe über definierte Schadenskategorien aus Eintrittswahrscheinlichkeit p_i mal Schadenhöhe c_i. Für das Kurzgutachten wird die Schadenhöhe zunächst als Schmerzensgeld (als haftungsökonomische Rechengröße) angesetzt; direkte medizinische Mehrkosten und indirekte Kosten können in einem Folgeschritt ergänzt werden. Demnach ist der erwartete Schaden

$$E(S) = \sum_{i \in \{L,M,S\}} p_i \cdot c_i$$

wobei die Summe über die drei Szenarien leichter, mittlerer und schwerer Schaden geführt wird.

Die in diesem Gutachten verwendeten Schmerzensgeldsummen wurden nicht frei gesetzt, sondern als typisierte Rechengrößen aus Präzedenzfällen abgeleitet. Grundlage war eine Recherche vergleichbarer Fälle (Falltyp „lagerungsbedingte Gesichtsulzerationen/Entstellung“ sowie „lagerungsbedingter Visusverlust“) in verfügbaren Sammlungen und Datenbanken zu gerichtlichen Entscheidungen. Die so identifizierten Entscheidungen wurden hinsichtlich Verletzungsbild, Dauerhaftigkeit, Funktionseinbuße und Kontext (perioperativ, Lagerung, Prone-Position) vergleichend ausgewertet; aus den gefundenen Präzedenzfällen wurden anschließend repräsentative Größenordnungen für die Modellierung gebildet. Die Beträge dienen damit als plausibilisierte Referenzsummen zur erwartungswertbasierten Risiko- und Nutzenquantifizierung im Rahmen des Kurzgutachtens.

2.2 Schadenskategorien, Schweregraddefinition und Basisparameter

Für das Modell werden drei Schweregrade unterschieden. Die Kategorien sind so gewählt, dass sie einerseits klinisch plausibel und andererseits für eine ökonomische Modellierung handhabbar sind. Die Basisschätzer und Unsicherheitsbereiche sind als Modellannahmen im Sinne eines Parametersets zu verstehen.

Schweregrad	Definition (für Modell)	Punkt-Schätzer (p)	Unsicherheits-bereich (h)	Schmerzens-geld (c)
Leichter Lagerungsschaden (L)	Reversible Beschwerden, Stadium-1-Druckschaden (Hautrötung)	10 %	5–20 %	0 €
Mittelschwerer Lagerungsschaden (M)	Objektivierbare, aber reversible Funktionsstörung, z. B. Ulzerationen im Gesicht	0,50 %	0,3–1,0 %	10.000 €
Schwerer Lagerungsschaden (S)	Dauerhafter Funktionsverlust (Visusverlust)	0,01 %	0,005–0,02 %	100.000 €

Hinweis zur Modellierung:

Leichte Schäden (L) werden für die haftungsökonomische Basisrechnung mit **0 €** angesetzt (kein Schmerzensgeld). Sie beeinflussen den Erwartungsschaden in dieser Konfiguration daher nicht und werden im Folgenden nicht weiter in die monetäre Erwartungswertrechnung einbezogen. Für eine Vollkostenrechnung (medizinische Mehrkosten, Zusatzpflege, Prozesskosten) wären leichte Schäden allerdings relevant und könnten später ergänzt werden.

2.3 Deterministische Erwartungswertrechnung (Punktwerte und Unsicherheitsband)

2.3.1 Erwartungsschaden auf Basis der Punktwerte

Bei Verwendung der Punkt-Schätzer ergibt sich:

- Mittelschwerer Schaden: $E_M = 0{,}005 \cdot 10.000 = 50$ €
- Schwerer Schaden: $E_S = 0{,}0001 \cdot 100.000 = 10$ €

Gesamt: $E(S) = E_M + E_S = 60$ € pro Operation

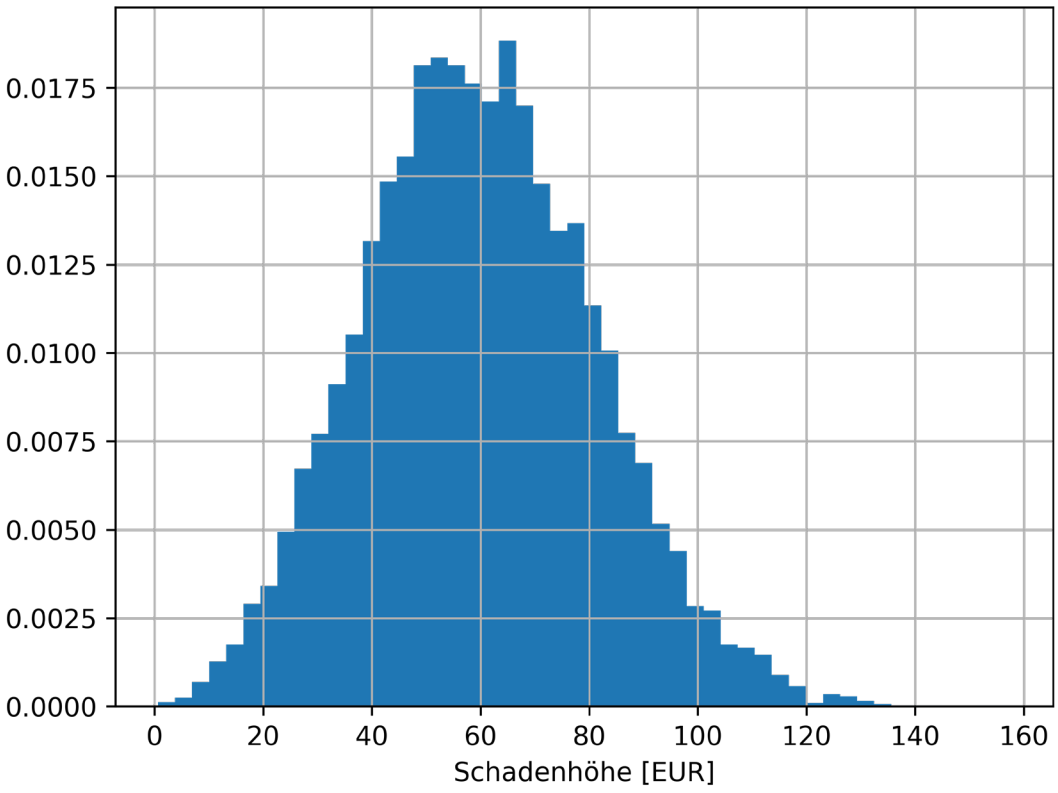
Damit beträgt der **Erwartungsschaden pro Operation 60 €**.

2.3.2 Quantifizierung der Unsicherheit

Um eine erste Einschätzung der Unsicherheit des Erwartungsschadens zu bekommen, wurden die vier relevanten Parameter (zwei Eintrittswahrscheinlichkeiten p_M und p_S, zwei Schadenhöhen c_M und c_S) jeweils durch Normalverteilungen modellieren. Es wurden dafür die folgenden Parameter angewendet

	Verteilungsannahme	**Erwartungswert**	**Standardabweichung**
Verteilung von p_M	Normalverteilung	0,005	0,002
Verteilung von p_S	Normalverteilung	0,001	0,00005
Verteilung von c_M	Normalverteilung	10.000	1.000
Verteilung von c_S	Normalverteilung	100.000	10.000

Die Verteilung ist in Abbildung 1 dargestellt:



Die in der Simulation von 10.000 Einzelschäden erzeugte Verteilung weist eine Standardabweichung von 21,23 € auf. Das emprirische 95%-Konfidenzintervall beträgt **[20,78 €; 103,14 €]**.

Auffällig ist, dass in allen Szenarien der **mittelschwere Schaden (Ulzerationen im Gesicht)** die Ergebnisgröße dominiert; die schwere Kategorie (Visusverlust) trägt aufgrund ihrer Seltenheit trotz hoher Schadenhöhe im Erwartungswert weniger bei.

2.4 Probabilistische Modellierung der Parameterunsicherheit (Simulation)

2.4.1 Motivation und Vorgehen

Die deterministische Bandbreite nutzt lediglich Randwerte und bildet die **Unsicherheit der Parameter** nicht als Verteilung ab. Für eine robustere Quantifizierung wurde daher die Verteilung des Erwartungsschadens unter Parameterunsicherheit stochastisch modelliert und mittels Monte-Carlo-Simulation ausgewertet.

Es werden zwei Schäden modelliert: **mittelschwer (M)** und **schwer (S)**. Pro Simulationsdurchlauf werden jeweils

1. eine Eintrittswahrscheinlichkeit p_M und p_S gezogen,
2. eine Schadenhöhe c_M und c_S gezogen,
3. der Erwartungsschaden $E=p_M \cdot p_M + c_S \cdot c_M$ berechnet.

Insgesamt wurden **10.000 Durchläufe** simuliert.

2.4.2 Verteilungsannahmen

Eintrittswahrscheinlichkeiten (Parameterunsicherheit): Beta-Verteilung

Die Beta-Verteilung ist Standard zur Modellierung von Unsicherheit über Wahrscheinlichkeiten im Intervall [0,1]. Sie entspricht zudem dem üblichen Bayes'schen Update einer Binomialwahrscheinlichkeit und wird häufig gewählt, wenn in einer Stichprobe α Schadensfälle in $\alpha+\beta$ Beobachtungen gesehen wurden (die Beta-Verteilung als konjugierte Prior/Posterior-Familie).

Schadenhöhen (Höhenunsicherheit): Gamma-Verteilung

Schadenhöhen sind nichtnegativ und typischerweise rechts-schief; hierfür ist die Gamma-Verteilung eine versicherungsmathematisch etablierte Wahl.

Die konkret angesetzten Parameter lauten:

Mittelschwerer Schaden (M):

- Eintrittswahrscheinlichkeit: $p_M \sim$Beta(5,1000)
  - Mittelwert ca. **0,5%**, Standardabweichung ca. **0,2%**
  - 95%-Intervall: **[0,163%; 1,011%]**
- Schadenhöhe: $c_M \sim$Gamma(10,1000)
  - Mittelwert ca. **10.011 €**, Standardabweichung ca. **3.165 €**
  - 95%-Intervall: **[4.810 €; 17.235 €]**

Schwerer Schaden (S):

- Eintrittswahrscheinlichkeit: $p_S \sim$Beta(5,50.000)
  - Mittelwert ca. **0,01 %**, Standardabweichung ca. **0,004 %**
  - 95%-Intervall: **[0,003 %; 0,021 %]**
- Schadenhöhe: $c_S \sim$Gamma(50,2000)
  - Mittelwert ca. **99.889 €**, Standardabweichung ca. **14.063 €**
  - 95%-Intervall: **[74.114 €; 129.315 €]**

(Hinweis: Die Gamma-Parametrisierung entspricht hier der in vielen Softwarepaketen üblichen Form mit „shape“ und „scale“.)

2.4.3 Ergebnis der Simulation (Verteilung des Erwartungsschadens)

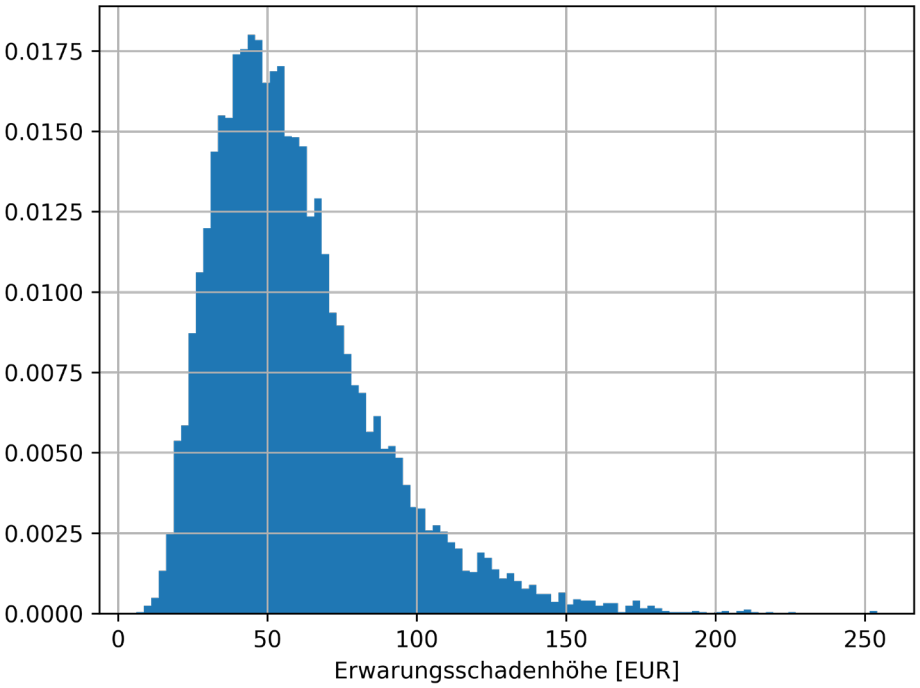
Die Simulation liefert für den Erwartungsschaden pro Operation folgende Kenngrößen:

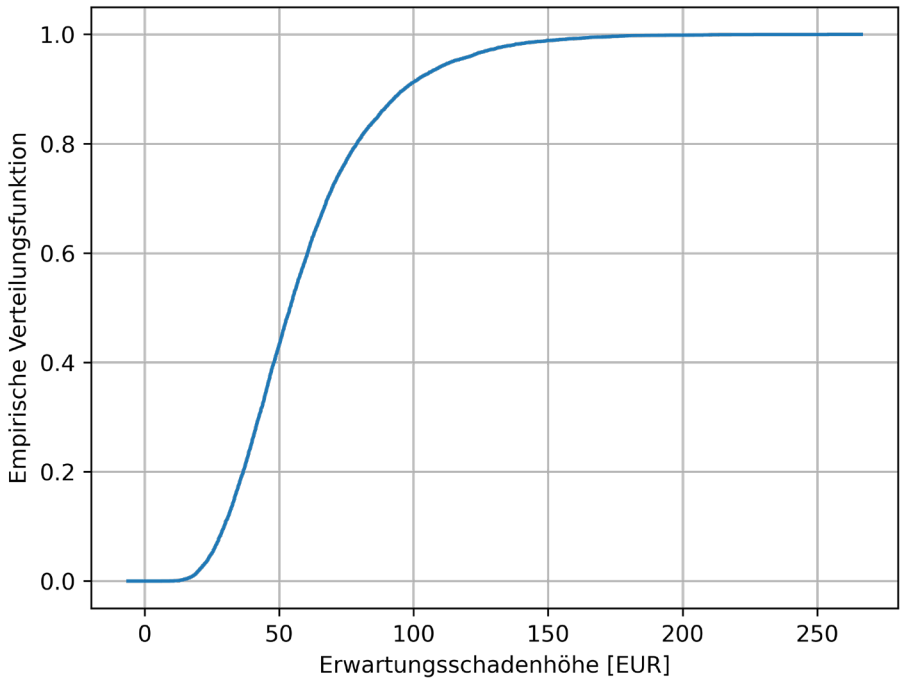
- Mittelwert (MW): **59,58 €**
- Standardabweichung: **28,30 €**
- 2,5%-Quantil: **21,14 €**
- Median (50%-Quantil): **54,04 €**
- 97,5%-Quantil: **131,04 €**

Damit bestätigt die probabilistische Modellierung:

- Der Erwartungswert liegt sehr nahe am deterministischen Punktwert (~60 €).
- Die Unsicherheit ist jedoch materiell; das 95%-Intervall der Simulation reicht grob von ~21 € bis ~131 €.
- Auch in der Simulation ist der mittlere Schaden (M) der dominante Treiber der Erwartungswert- und Streuungsstruktur.

Die entsprechende Verteilung ist grafisch in Abbildung 2 dargestellt, die empirische Verteilungsfunktion in Abbildung 3:





2.5 Einordnung und methodische Konsequenzen

1. **Dominanz der Kategorie „mittelschwer“:** Für die Wirtschaftlichkeitsargumentation und spätere Präventionsmodellierung ist vor allem die Reduktion von Ulzerationen im Gesichtsbereich entscheidend, da diese im Erwartungswert den Hauptanteil tragen.

2. **Bedeutung probabilistischer Sensitivitätsanalysen:** Die Simulation zeigt, dass eine reine Randwertbetrachtung zwar eine grobe Bandbreite liefert, die Risikoposition aber besser durch eine Verteilung beschrieben wird. Für die nachfolgende Modellauswahl und Entscheidungsvorlage (z. B. für Einkaufsverantwortliche) ist die Darstellung von Mittelwert, Streuung und Quantilen daher fachlich zweckmäßig.

3. **Abgrenzung der Schadendimension:** In diesem Kapitel werden als Schadenhöhe primär Schmerzensgeldgrößen verwendet. In einem nächsten Schritt kann das Modell um **direkte medizinische Mehrkosten** (Wundversorgung, plastische Rekonstruktion, Reha) und **indirekte Kosten** (Produktivitätsverluste) erweitert werden, um die gesamtwirtschaftliche Perspektive vollständig abzubilden.

3. Ökonomische Bewertung der potenziellen Schadensvermeidung

Bei Operationen in Bauchlage (Prone-Position) besteht das Risiko von druck- und lagebedingten Verletzungen (Druckgeschwüre, Nervenschäden, Weichteilverletzungen). Solche Schäden verursachen für die Klinik bzw. den Träger materielle Kosten (Schmerzensgelder, verlängerte Liegezeiten, Zusatzbehandlungen, Rehabilitationsbedarf, ggf. Reputations- und Haftungskosten). Eine Lagerungshilfe, die diese Risiken reduziert, ist daher nicht nur aus medizinischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht zu prüfen.

Teilweise sind diese Risiken jedoch über Versicherungen abgedeckt.

3.1 Erwartungswertbetrachtung: Einsparpotenzial pro Fall

Der erwartete zu vermeidende Schaden liegt bei ca. 60 EUR pro Patient. Jede Anwendung der Lagerungshilfe, die das Auftreten eines schadensträchtigen Ereignisses verhindert oder dessen Schwere reduziert, spart im Mittel diesen Betrag.

Allerdings wurde hier unterstellt, dass durch die Lagerungshilfe das Auftreten von Lagerungsschäden vollständig ausgeschlossen ist. Dies ist eventuell eine zu optimistische Annahme. Bei einem verbleibenden Risiko für Lagerungsschäden wäre mit dem Einsatz der Lagerungshilfe nur ein Teil des zu erwartenden Schadens abgewendet. Demnach wäre auch eine geringere Grenze für den ökonomischen Nutzen zu ziehen. Eine Abschätzung dieses Sachverhaltes nehmen wir folgendermaßen vor:

Wenn die Wirksamkeit der Präventionsmaßnahme mit $e \in [0; 100\%]$ bezeichnet wird, so ist die tatsächliche Reduktion des Erwartungsschadens $e \cdot E(S)$. Damit zumindest in 75% der Fälle die Präventionsmaßnahme mindestens kostendeckend ist, muss also die tatsächliche Reduktion in 75% der Fälle über den mit 32 € veranschlagten Anschaffungskosten liegen. In unserer Simulation ist der zugehörige Wert (25%-Quantil der Verteilung) 39,63 €. Damit ergibt sich die notwendige Wirksamkeit zu

$$e = \frac{32}{39{,}63} = 80{,}7\%.$$

Zudem wurde hier nur auf Schmerzensgelder abgestellt. Im Umkehrschluss könnte dies auch höhere Investitionen in die Reduktion des Risikos von Lagerungsschäden rechtfertigen.

Es stellt sich die Frage, ob alternative Risikovermeidungsstrategien (i.e. bestehende Versicherungsverträge) nicht effizienter sind. Die Attraktivität der Lagerungshilfe als Risikovermeidungsstrategie ist davon abhängig, wie weit sie sich als Präventionsmaßnahme

prämienmindernd auf bestehende Versicherungen auswirkt; dies gilt zumindest dann, wenn entsprechende Haftpflichtabsicherungen ohnehin vorliegen und nicht entfallen können (z.B. weil sie weitere Haftungsbereiche abdecken).

3.2 Sensitivität und Risikoaversion

Das 95%-Konfidenzintervall [21,14 EUR; 131,04 EUR] zeigt Unsicherheit, aber auch die Möglichkeit deutlich höherer Kosten. Einrichtungen mit niedriger Risikoaversion (Vermeidung von Haftungs- und Reputationsrisiken) werden eine Prävention bevorzugen, da sie das Potenzial für hohe Einmalaufwendungen (gerichtliche Zahlungen, längere Reha) mindert.

Vor allem bei seltenen, aber teuren Einzelfällen (z. B. langwierige Nervenschäden oder teure Rechtsstreitigkeiten) amortisiert sich Prävention schnell.

3.3 Weitere Aspekte

Die Simulation modellierte primär Schmerzensgelder; tatsächlich kommen hinzu: zusätzliche Diagnostik, therapeutische Maßnahmen, längere Verweildauer auf Normal- oder Intensivstation, erhöhter Pflegeaufwand und potenzielle Kosten für Reha oder Arbeitsausfall des Patienten. Berücksichtigt man konservativ nur 20–50 % Zusatzkosten, steigt der erwartete Schaden je Fall deutlich über 60 EUR. Das erhöht die ökonomische Attraktivität der Lagerungshilfe weiter.

Präventive Maßnahmen wie standardisierte Lagerungshilfen stärken die Qualitätsdokumentation und können bei Haftungsfällen als Sorgfaltsnachweis dienen, was indirekt Haftungsrisiken reduziert. Die Vermeidung von Komplikationen schützt die eigene Reputation und erhöht die Patientenzufriedenheit, was langfristig ökonomisch relevant ist (Wiederaufnahmequote, Überweisungen, Vergütungssysteme mit Qualitätskomponenten).

4. Ableitung anwendungsbezogener Nutzenargumente für Kliniken und Einkaufsverantwortliche

Aus Sicht von Kliniken und Einkaufsverantwortlichen lässt sich der Nutzen der Kopfstütze *Prone Guard* in mehreren praxisrelevanten Dimensionen zusammenfassen.

Erstens ergibt sich ein klar bezifferbares Potenzial zur Kostenreduktion pro Fall: Der erwartete Schaden beträgt im Modell rund 60 EUR pro Patient (95%-Konfidenzintervall 21,14 bis 131,04 EUR). Selbst unter konservativer Annahme am unteren Ende dieser Spanne bleibt damit ein positiver Nutzen möglich; Investitionen sind insbesondere dann wirtschaftlich plausibel, wenn Anschaffungs- und Einsatzkosten pro Anwendung unterhalb des erwarteten Schadens liegen.

Zweitens steht die Vermeidung von Komplikationen im Vordergrund: Durch die Reduktion druck- und lagebedingter Verletzungen (insbesondere Druckgeschwüre und Nervenschäden) sinken typischerweise klinischer Behandlungsaufwand und Komplikationsmanagement. Gleichzeitig können sich kürzere Verweildauern, geringerer Therapiebedarf und bessere Outcomes ergeben.

Drittens schafft eine standardisierte Lagerungshilfe einen Vorteil im Sinne einer nachweisbaren Sorgfaltspflicht: Die dokumentierbare Anwendung stärkt die rechtliche Position der Klinik in Haftungsfällen und kann zugleich als Qualitätsnachweis gegenüber Aufsichts- und Zertifizierungsstellen genutzt werden.

Viertens bietet das Instrument eine Absicherung gegen seltene, aber hohe Schadensfälle: Auch wenn viele Ereignisse im unteren Schweregradbereich liegen, können einzelne Fälle erhebliche Kosten verursachen; Prävention reduziert dieses Extremrisiko.

Fünftens ist der Reputationsschutz ein eigenständiges Nutzenargument: Weniger Komplikationen mindern negative Bewertungen und potenzielle Einbußen durch sinkende Patientenzufriedenheit, was mittel- bis langfristig auch ökonomisch relevant sein kann.

Literatur

1 *Chen H-L, Chen X-Y, Wu J*. The incidence of pressure ulcers in surgical patients of the last 5 years: a systematic review. Wounds a compendium of clinical research and practice 2012; 24(9): 234–241

2 *Kurian S, Moore Z, Patton D, George S*. The Incidence of Pressure Ulcers in Surgical Patients: A Systematic Review. International wound journal 2025; 22(8): e70738

3 *Mernier T, Taveau C, Cetrulo CL et al.* Facial Pressure Sores in COVID-19 Patients during Prone Positioning: A Case Series and Literature Review. Plastic and reconstructive surgery. Global open 2022; 10(10): e4610

4 *Ling XW, Raman SK, Tan JKT et al.* Incidence of facial pressure ulcers following surgery in the prone position - experience in a tertiary care hospital in Singapore. Sri Lankan J Anaesthesiol 2019; 27(2): 139

5 *Schols RM, Henau M* de, *Colla C et al.* Facial Scars Due to Prone Position Pressure Ulcers: Underestimated Sequelae in COVID-19 Survivors? Aesthetic surgery journal 2021; 41(11): NP1812-NP1813

6 *Nazerali RS, Song KR, Wong MS*. Facial pressure ulcer following prone positioning. Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery JPRAS 2010; 63(4): e413-4

7 *Uribe AA, Baig MN, Puente EG et al.* Current intraoperative devices to reduce visual loss after spine surgery. Neurosurgical focus 2012; 33(2): E14

8 Practice Advisory for Perioperative Visual Loss Associated with Spine Surgery 2019: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Visual Loss, the North American Neuro-Ophthalmology Society, and the Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care. Anesthesiology 2019; 130(1): 12–30

9 *Techanivate A, Athibai N, Siripongsaporn S, Singhatanadgige W*. Risk Factors for Facial Pressure Ulcers in Patients Who Underwent Prolonged Prone Orthopedic Spine Surgery. Spine 2021; 46(11): 744–750