

Der Einsatz einer klinischen Entscheidungsunterstützung für die präoperative Risikoevaluation – eine prospektiv randomisierte Studie (KIPeriOP)

Application of a clinical decision-making support system to improve preoperative risk evaluation – a prospective randomised study

S. Hottenrott¹ · A. Spaic · R. Alpers · P. Kelm · E. Bauer · P. Meybohm et al.¹

► **Zitierweise:** Hottenrott S, Spaic A, Alpers R, Kelm P, Bauer E, Meybohm P et al: Der Einsatz einer klinischen Entscheidungsunterstützung für die präoperative Risikoevaluation – eine prospektiv randomisierte Studie (KIPeriOP). *Anästh Intensivmed* 2026;67:153–163. DOI: 10.19224/ai2026.153

Zusammenfassung

Hintergrund

Die präoperative Risikoevaluation spielt eine entscheidende Rolle in der Anästhesiologie. Trotz multipler evidenzbasierter Leitlinien bestehen im Alltag häufig Diskrepanzen zwischen empfohlenen und tatsächlich durchgeführten Maßnahmen. Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (**Clinical Decision Support Systems**, CDSS) bieten eine vielversprechende Möglichkeit, leitlinienbasierte Empfehlungen strukturiert in den klinischen Entscheidungsprozess zu integrieren.

Methodik

Im Rahmen einer multizentrischen, prospektiven, randomisierten, kontrollierten Studie wurde die Umsetzbarkeit eines CDSS zur präoperativen Risikoevaluation untersucht. Eingeschlossen wurden PatientInnen im Alter von 18 Jahren oder älter, die einen nicht herzchirurgischen Eingriff erhalten sollten und dabei als ASA III oder IV klassifiziert waren. PatientInnen wurden randomisiert einer Interventionsgruppe (CDSS-gestützte Entscheidungsfindung) oder einer Kontrollgruppe (konventionelle Entscheidungsfindung) zugewiesen. Primärer Endpunkt war die Anzahl an durchgeführten, aber nicht nach den Leitlinien indizierten präoperativen Zusatzuntersuchungen. Sekundäre Endpunkte umfassten die präoperative Dokumentationsqualität sowie die Häufigkeit von intra- und postoperativen Komplikationen. Zusätzlich wurden AnästhesistInnen befragt, um die

Akzeptanz und den Stellenwert des CDSS für klinische Entscheidungen zu bewerten.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 229 PatientInnen eingeschlossen (Interventionsgruppe: n = 123, Kontrollgruppe: n = 106). Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe bezüglich der Häufigkeit der Durchführung nicht indizierter Zusatzuntersuchungen festgestellt (Interventionsgruppe 2,1 % versus Kontrollgruppe 0,6 %, p = 0,97). Insgesamt wurden Zusatzuntersuchungen in 68,1 % (Interventionsgruppe) bzw. 65,1 % (Kontrollgruppe) der Fälle leitlinienkonform angeordnet (p = 0,5). Die Häufigkeit der perioperativen Komplikationen war in beiden Gruppen vergleichbar (65 Komplikationen (0,54 Komplikationen/PatientIn) in der Interventionsgruppe; 53 Komplikationen (0,51 Komplikationen/PatientIn) in der Kontrollgruppe).

Schlussfolgerung

Ein leitlinienbasiertes CDSS zur präoperativen Risikoevaluation konnte erfolgreich in der Anästhesiologie pilotiert werden, wenngleich es keine Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe gab. Das CDSS erfährt hierbei eine hohe Akzeptanz und birgt Potential zur Verbesserung bei der klinischen Anwendung. Der Einfluss von CDSS auf die perioperative Patientenversorgung sollte daher in zukünftigen Studien weiter untersucht werden.

¹ Eine komplette Auflistung aller Autoren finden Sie in der Online-Ausgabe am Ende des Artikels.

Interessenkonflikt

Alle KIPeriOP-Konsortialpartner geben an, Zuschüsse vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) für das Projekt „KI-augmentierte perioperative klinische Entscheidungsunterstützung (KIPeriOP)“, ZMVI1-2520DAT10E erhalten zu haben. P. Börm ist Geschäftsführer der Börm Bruckmeier Verlag GmbH. Alle anderen AutorInnen geben keine weiteren Interessenkonflikte in Bezug auf die untersuchte Fragestellung an.

Schlüsselwörter

Klinische Entscheidungsunterstützung – Clinical Decision Support System – Perioperatives Outcome – Präoperative Evaluation

Keywords

Clinical Decision Support System – Cardiac Risk – Anaesthesia – Perioperative Outcome – Preoperative Evaluation

Summary

Background

Preoperative risk evaluation plays a crucial role in anaesthesiology. Despite multiple evidence-based guidelines, there are often discrepancies in clinical practice between the recommended and the actually performed measures. Clinical Decision Support Systems (CDSS) provide a promising approach to structurally integrate guideline-based recommendations into the clinical decision-making process.

Methods

In a multicentre, prospective, randomised controlled study, we tested the applicability of a CDSS for preoperative risk evaluation. Patients aged 18 years or older who were scheduled for a non-cardiac surgical procedure and classified as ASA status III or IV were included. Patients were randomised to either an intervention group (CDSS-supported decision-making) or a control group (conventional decision-making). The primary endpoint was the number of preoperative additional tests performed without indication according to guidelines. Secondary endpoints included preoperative documentation quality as well as the incidence of intra- and postoperative complications. In addition, participating anaesthesiologists were surveyed to assess the acceptance and perceived value of the CDSS in clinical decision-making.

Results

A total of 229 patients were included (intervention group: $n = 123$, control group: $n = 106$). No significant differences were observed between the control and intervention groups regarding the frequency of guideline recommendations for additional tests and their actual implementation (intervention 2.1 % versus control group 0.6 %, $p = 0.97$). Overall, additional tests were ordered or withheld in accordance with guidelines in 68.1 % (intervention group) and 65.1 % (control group) of cases ($p = 0.5$). The complication rates were comparable between groups, with a total of 65 complications (0.54 complications/patient)

in the intervention group and 53 complications (0.51 complications/patient) in the control group.

Conclusion

A guideline-based CDSS for preoperative risk assessment was successfully implemented in anaesthesiology while no differences between groups were observed. CDSS has received acceptance and still holds potential to further ease clinical use. The impact of CDSS on perioperative patient care should therefore be further investigated in future studies.

Hintergrund

Weltweit werden jedes Jahr mehr als 320 Millionen PatientInnen operiert und dabei anästhesiologisch betreut [1]. In Deutschland werden jährlich über 15 Millionen PatientInnen vollstationär operiert [2]. Die perioperative Sterblichkeit bleibt trotz medizinischer Innovationen und sicherer Anästhesieverfahren eine besondere Herausforderung. Auch in westlichen Industrienationen liegt die perioperative Sterblichkeitsrate weiterhin bei bis zu 4 %. Dies ist auf die komplexe Wechselwirkung zwischen patientenspezifischen Risikofaktoren und intraoperativen Komplikationen wie beispielsweise kardiovaskulären, pulmonalen, infektiösen und gerinnungsassoziierten Ereignissen zurückzuführen [3]. Eine präzise präoperative Risikoeinschätzung und die Implementierung geeigneter präventiver Maßnahmen sind entscheidend, um diese Risiken zu minimieren [4]. Diese Aspekte werden in einer Vielzahl von medizinischen Leitlinien umfassend behandelt. In der Praxis wird jedoch deutlich, dass klinische Entscheidungen nicht immer mit den aktuellen Empfehlungen der evidenzbasierten Leitlinien übereinstimmen, was auch auf die Komplexität der Empfehlungen, fehlendes Wissen oder fehlerhafte Risikobewertung zurückzuführen ist [5,6]. Das Ergebnis kann dann eine ressourcenintensive Überbehandlung mit zu vielen nicht indizierten präoperativen Zusatzuntersuchungen oder eine Unterbehandlung mit zu wenigen indizierten präoperativen Zusatzuntersuchungen sein.

Ein vielversprechender Ansatz zur Verbesserung der klinischen Entscheidungsfindung und der Umsetzung evidenzbasierter Leitlinien sind klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (Clinical Decision Support Systems, CDSS). Diese Systeme sind darauf ausgelegt, leitlinienbasierte Handlungsempfehlungen in Echtzeit bereitzustellen und eine individuelle Risikobewertung zu ermöglichen [7–11].

Methodik

In dieser prospektiven, randomisierten, kontrollierten Studie wurde die Umsetzbarkeit eines CDSS zur präoperativen Risikoevaluation bei nicht herzchirurgischen PatientInnen untersucht. Studiendetails wurden kürzlich publiziert [12,13]. Die Entwicklung des CDSS erfolgte durch den Medizinproduktehersteller Börm Bruckmeier Verlag GmbH in Zusammenarbeit mit den beteiligten Krankenhäusern [14]. Die integrierten CDS-Tools erleichterten eine strukturierte Erfassung von Anamnese-, Untersuchungs- und Laborwerten der PatientInnen. Durch die Integration bewährter Risikoscores und leitlinienbasierter Empfehlungen unterstützte das CDSS die ÄrztInnen bei der präoperativen Risikoevaluation und Entscheidungen zur präoperativen Versorgung.

Die Studie wurde multizentrisch an vier Standorten geplant, aufgrund technischer Herausforderungen konnten aber nur am Universitätsklinikum Würzburg und an der Asklepios Klinik-Nord Hamburg PatientInnen rekrutiert werden. Die lokalen Ethikkommissionen haben diese Studie genehmigt (Votum 144/21-me). Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt, unter ClinicalTrials.gov registriert (Identifizier: NCT05284227) und durch das Bundesministerium für Gesundheit finanziell gefördert (Förderkennzeichen: ZMV11-2520DAT10E). eingeschlossen wurden PatientInnen im Alter von 18 Jahren oder älter, die einen nicht herzchirurgischen Eingriff erhalten sollten sowie als ASA III oder IV klassifiziert waren. Die PatientInnen wurden randomisiert zwei Gruppen

zugewiesen. In der Interventionsgruppe wurde das CDSS zur Dokumentation und Entscheidungsunterstützung im präoperativen Anamnese- und Aufklärungsgespräch direkt genutzt. In der Kontrollgruppe wurde hingegen nach dem etablierten klinikinternen Standard ohne CDSS behandelt und im Krankenhausinformationssystem dokumentiert. PatientInnen und UntersucherInnen waren daher nicht verblindet. Die Daten der Kontrollgruppe wurden im Anschluss an das Patientengespräch für die Studienauswertung zusätzlich in das CDSS übertragen und mit CDSS-Empfehlungen abgeglichen, welche für die jeweilige Patientenversorgung aber unberücksichtigt blieben. Die Randomisierung erfolgte zentral und webbasiert über den webbasierten Dienst randomizer.at unmittelbar nach schriftlicher Einwilligung. Als Methode wurde eine einfache Randomisierung verwendet. Die Zuteilung wurde erst nach Randomisierung im System offengelegt, um eine verdeckte Zuteilung (**Allocation Concealment**) zu gewährleisten.

Primärer Endpunkt der Studie war die Anzahl der durchgeführten, aber nicht indizierten präoperativen Zusatzuntersuchungen im Sinne einer Überbehandlung. Grundlage boten dazu die zum Beginn der CDSS-Entwicklung neu veröffentlichte Leitlinie zum präoperativen Assessment nicht kardiochirurgischer PatientInnen der European Society of Cardiology (ESC) aus dem Jahr 2022 [15] sowie die gemeinsamen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie e. V. und der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin e. V. aus dem Jahr 2017 [16]. Analysiert wurden dabei die Untersuchungen Elektrokardiogramm (EKG), Echokardiographie, Carotis-Doppler, Stress-Echokardiographie, Röntgen-Thorax sowie Lungenfunktions-tests.

Sekundäre Endpunkte waren die präoperative Dokumentationsqualität, gemessen am Vorhandensein der Dokumentation von sieben wichtigen Symptomen (z. B. Angina Pectoris) und 24 Vorerkrankungen (z. B. Anämie) bei Vorliegen

selbiger, sowie die Häufigkeit intra- und postoperativer Komplikationen. Dabei wurden intraoperativ kardiale (Myokardinfarkt, nicht tödlicher Herzstillstand, Vorhofflimmern) und pulmonale (Pleuraerguss, Pneumothorax, Bronchospasmus, Aspiration, Lungenembolie) Komplikationen sowie tiefe Venenthrombose, Schlaganfall, die Gabe von Bluttransfusionen sowie der Tod erfasst. Postoperativ wurden kardiale (Myokardinfarkt, nicht tödlicher Herzstillstand, Vorhofflimmern, sonstige), pulmonale (Pleuraerguss, Pneumothorax, Atektase, Bronchospasmus, Aspiration, Lungenembolie, ungeplante Re-Intubation, invasive Intubation für mehr als 48 h, Pneumonie, akute respiratorische Insuffizienz) und infektiöse (Wundheilungsstörungen, tiefe oder Organ-betreffende Wundinfektionen, Sepsis, septischer Schock) Komplikationen sowie erneute Blutungen, tiefe Venenthrombose, Schlaganfall, postoperatives neurologisches Defizit, erneute Operation, akutes Nierenversagen, Delir, die Gabe von Bluttransfusionen sowie der Tod erfasst. Zu allen Komplikationen wurden die Häufigkeiten berechnet und zwischen den beiden Gruppen verglichen.

Zusätzlich wurde die an der Studie teilnehmenden AnästhesistInnen am Universitätsklinikum Würzburg befragt. Ziel war es, den empfundenen Nutzen sowie den Einfluss des CDSS auf die präoperative Entscheidungsfindung mittels eines Fragebogens zu untersuchen.

Darüber hinaus wurde eine deskriptive Analyse der fallbezogenen DRG-Erlöse (**Diagnosis Related Group**) durchgeführt, um Unterschiede in der Vergütungsstruktur zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zu beschreiben. Jeder DRG ist ein festes relatives Kostengewicht zugeordnet, das vom Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus basierend auf empirischen Daten von Musterkrankenhäusern berechnet wird. Diese Kosten enthalten keine Vergütungen, die durch Zusatzentgelte erstattet werden. Auf der Grundlage dieser Relativgewichte werden vorgegebene Vergütungssätze für einzelne Fälle definiert, die in tatsächliche Vergütungen umgerechnet werden [17]. Die fallbezogenen

Relativgewichte wurden für die Berechnung von Casemix-Indizes (CMI) und DRG-Erlösen herangezogen.

Für die Dauer des stationären Aufenthaltes wurde beginnend mit dem Aufnahme-tag jeder Tag außer dem Entlassungstag gezählt. Für Fälle mit einer Verweildauer außerhalb der für jede DRG individuell definierten oberen und unteren Grenzverweildauer galten DRG-spezifische Zu-/Abschläge auf das Relativgewicht. Aufgrund der multizentrischen Durchführung der Studie wurde entsprechend dem Operationsdatum der Bundesbasisfallwert der Jahre 2023 und 2024 für die fallbezogene Erlösberechnung herangezogen. Fallstruktur und Charakteristika der DRG-basierten Vergütung wurden deskriptiv dargestellt und anschließend hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe untersucht. Weiterhin wurden die DRG-Gesamterlöse nach Hauptdiagnosegruppen (**Major Diagnostic Categories**, MDC) zwischen den Gruppen verglichen. Eingeschlossen wurden nur MDCs, denen jeweils mindestens fünf PatientInnen zugeordnet werden konnten. Diese Erlösanalyse stellt keine gesundheitsökonomische Kostenerhebung dar, da DRG-Erlöse die Vergütung und nicht den tatsächlichen Ressourceneinsatz abbilden.

Eine Fallzahlplanung basierte auf einer numerischen Simulation, wobei die Studie unter verschiedenen Planungsannahmen jeweils (mindestens) 1000-fach wiederholt wurde. Die Simulation wurde mit der Software R (Version 4.1.0) durchgeführt, wobei u. a. die Pakete batchtools (Simulation) sowie lme4 (Modellierung) verwendet wurden. Es wurde angenommen, dass 120 PatientInnen pro Klinik rekrutiert werden (ca. 30–40 ÄrztInnen pro Klinik mit im Mittel 3–4 PatientInnen) und die Rate nicht indizierter Untersuchungen von 25 % in der Kontroll- auf 20 % in der Interventionsgruppe reduziert werden könnte. Bei vier partizipierenden Zentren ergibt sich eine Gesamtfallzahl von 480. Die Power ist vor allem von der Gesamtzahl der PatientInnen abhängig. Bei einer

höheren Anzahl von Untersuchungen pro PatientIn und PatientInnen pro Arzt oder Ärztin pro Klinik erhöht sich die Power (sofern die anderen Größen konstant bleiben). Dabei ergab sich, dass eine Power von 80 % bei einer Fallzahl von insgesamt 480 PatientInnen erreicht wird.

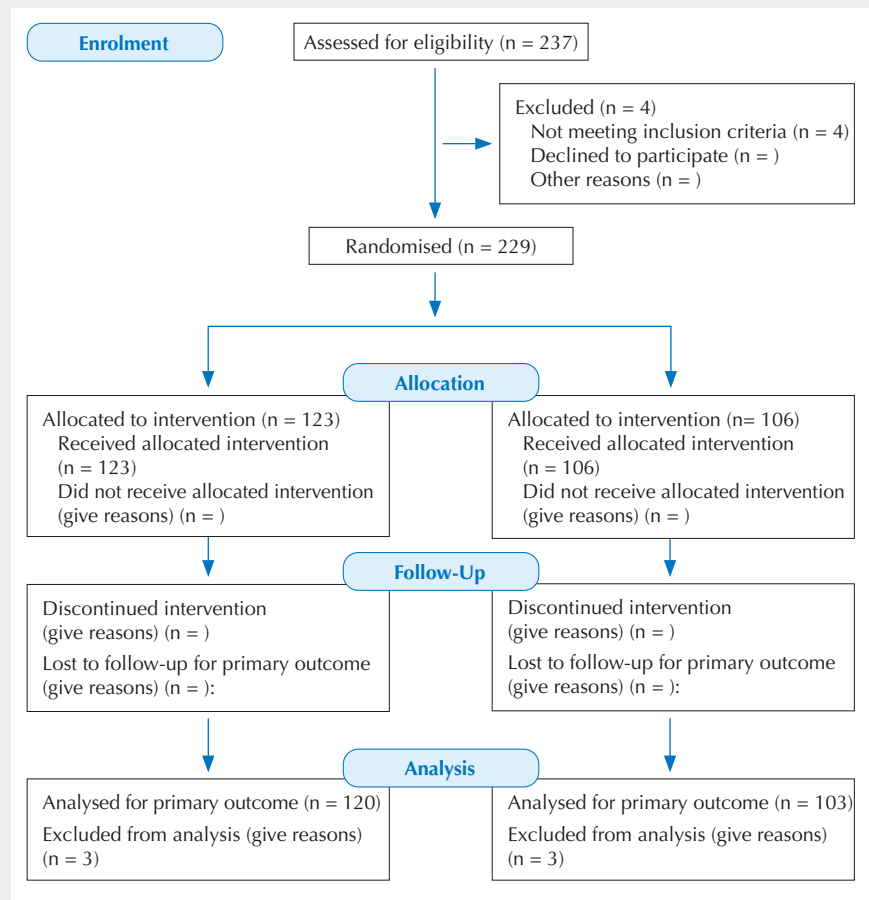
Es wurden Mittelwerte mit Standardabweichung, Mediane mit Interquartilsabstand (IQA) sowie Minimal- und Maximalwerte berechnet. Für nominal skalierte Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test, respektive der Exakte Fisher-Test verwendet; für ordinal und metrisch skalierte Variablen wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Ein p-Wert $<0,05$ wurde als statistisch signifikant gewertet. Alle statistischen Analysen wurden mit R (Version 4.3.2) durchgeführt.

Ergebnisse

Demographie

In der Studie wurden insgesamt 229 PatientInnen rekrutiert (Interventionsgruppe: $n = 123$, Kontrollgruppe: $n = 106$; Abb. 1). Demographische Daten sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Das Durchschnittsalter der PatientInnen betrug 69,5 bzw. 68,5 Jahre, mit einem Männeranteil von 72,4 % in der Interventionsgruppe und 62,3 % in der Kontrollgruppe. Der durchschnittliche Body-Mass-Index lag in beiden Gruppen bei 28 kg/m². Der präoperative Gesundheitszustand der PatientInnen, gemessen am ASA-Status, war überwiegend mit ASA III (schwere systemische Erkrankung) klassifiziert. Eine hohe Prävalenz an kardiovaskulären Erkrankungen wurde sowohl in der Interventionsgruppe (75,6 %) als auch in der Kontrollgruppe (80,2 %) festgestellt, mit Bluthochdruck als häufigste Diagnose. Metabolische Vorerkrankungen, insbesondere Diabetes mellitus und Übergewicht, waren ebenfalls in über 50 % der Fälle vertreten. Beide Gruppen waren in Bezug auf die Vorerkrankungen vergleichbar. Das operative Spektrum war vielfältig und umfasste vorwiegend allgemein-/viszeralchirurgische, gefäßchirurgische sowie urologische Eingriffe.

Abbildung 1



CONSORT 2025 Flow Diagram

Flow diagram of the progress through the phases of a randomised trial of two groups (that is, enrolment, intervention allocation, follow-up, and data analysis).

Citation: Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, et al. CONSORT 2025 Statement: updated guideline for reporting randomised trials. *BMJ* 2025;388:e081123. DOI: 10.1136/bmj-2024-081123

© 2025 Hopewell et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Primäre und Sekundäre Endpunkte

Insgesamt wurde in der Interventionsgruppe in 68,1 % der Fälle eine leitlinienkonforme Zusatzuntersuchung angeordnet. Das bedeutet, dass von insgesamt 599 Fällen, in denen eine Zusatzuntersuchung leitlinienkonform gewesen wäre, tatsächlich 408 Mal die Entscheidung korrekt getroffen wurde. In der Kontrollgruppe wurden in 65,1 % der Fälle, d. h. in 342 von 525 Fällen, leitlinienkonforme Zusatzuntersuchungen korrekt angeordnet. In der Interventionsgruppe wurde aus insgesamt

377 Fällen, in denen eigentlich keine Zusatzuntersuchung leitlinienkonform empfohlen war, dennoch 8 Mal (2,1 %) eine Zusatzuntersuchung angeordnet. In der Kontrollgruppe fand dies bei 2 aus 308 Fällen (0,6 %) statt ($p = 0,97$) (Abb. 2) und lag damit weit unterhalb der angenommenen Rate nicht indizierter Untersuchungen von 20 % in der Interventionsgruppe und 25 % in der Kontrollgruppe.

Sowohl in der Interventions- als auch der Kontrollgruppe wurden jeweils 3 PatientInnen während der Studienlauf-

Tabelle 1

Demographische Daten.

	Interventionsgruppe (n = 123)	Kontrollgruppe (n = 106)
Alter [Mittelwert in Jahren (SD)]	69,5 (12,4)	68,5 (12,3)
Geschlecht [n (%)]		
männlich/weiblich	89 (72,4 %) / 34 (27,6 %)	66 (62,3 %) / 40 (37,7 %)
BMI [Mittelwert in kg/m² (SD)]	27,9 (6,2)	27,8 (7,6)
ASA-Status [n (%)]		
III	111 (90,2 %)	99 (93,4 %)
IV	7 (5,7 %)	4 (3,8 %)
fehlt	5 (4,1 %)	3 (2,8 %)
Vorerkrankungen [n (%)]		
kardiovaskulär	93 (75,6 %)	85 (80,2 %)
pulmonal	29 (23,6 %)	32 (30,2 %)
zerebrovaskulär	28 (22,8 %)	22 (20,8 %)
neurologisch	6 (4,9 %)	4 (3,8 %)
renal	30 (24,4 %)	16 (15,1 %)
metabolisch	66 (53,7 %)	62 (58,5 %)
Fachdisziplin [n (%)]		
Allgemein-/Viszeralchirurgie	35 (28,5 %)	37 (34,9 %)
Gefäßchirurgie	19 (15,4 %)	17 (16,0 %)
Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie	7 (5,7 %)	11 (10,4 %)
Neurochirurgie	5 (4,1 %)	1 (0,9 %)
Ophthalmologie	4 (3,3 %)	1 (0,9 %)
Orthopädie/Unfallchirurgie	8 (6,5 %)	8 (7,5 %)
Urologie	26 (21,1 %)	18 (17,0 %)
Thoraxchirurgie	5 (4,1 %)	4 (3,8 %)
Plastische Chirurgie	9 (7,3 %)	2 (1,9 %)
Sonstiges	3 (2,4 %)	7 (6,6 %)

SD: Standardabweichung; BMI: Body mass index; ASA: American Society Association Score.

zeit nicht operiert, sodass sich die Gruppengröße für die Analyse der intra- und postoperativen Komplikationen auf 120 bzw. 103 verringerte. Die Häufigkeit von Komplikationen war in beiden Gruppen vergleichbar. Insgesamt wurden 65 Komplikationen (0,54 Komplikationen/PatientIn) in der Interventionsgruppe und 53 Komplikationen (0,51 Komplikationen/PatientIn) in der Kontrollgruppe beobachtet, wobei bei einigen PatientInnen mehrere Komplikationen gleichzeitig auftraten (Abb. 3 und 4). Die größten Trends zwischen den Gruppen wurden bei postoperativen Wundinfektionen mit 4,9 % (n = 5) in der Kontroll- und 10,8 % (n = 13) in der Interventionsgruppe sowie wiederkehrenden Blutungen mit 7,8 %

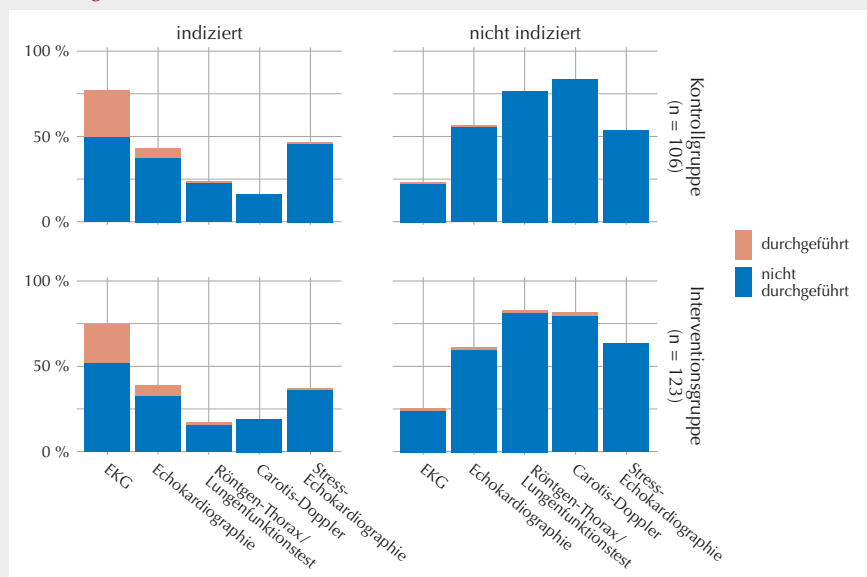
(n = 8) in der Kontroll- und 5,8 % (n = 7) in der Interventionsgruppe beobachtet.

Die Dokumentationsqualität wurde innerhalb der Kontrollgruppe durch einen Vorher-Nachher-Vergleich anhand der korrekten Nennung von Symptomen und Vorerkrankungen bewertet. Es ergab sich keine signifikant bessere Erfassung relevanter Symptome und Vorerkrankungen durch die Nutzung des CDSS. Die größten Unterschiede zeigten sich bei dem Symptom Dyspnoe (16 PatientInnen ohne vs. 11 PatientInnen mit CDSS) und bei den Vorerkrankungen Adipositas (26 PatientInnen ohne vs. 34 PatientInnen mit CDSS) und Reflux (16 PatientInnen ohne vs. 25 PatientInnen mit CDSS).

Befragung der Teilnehmenden

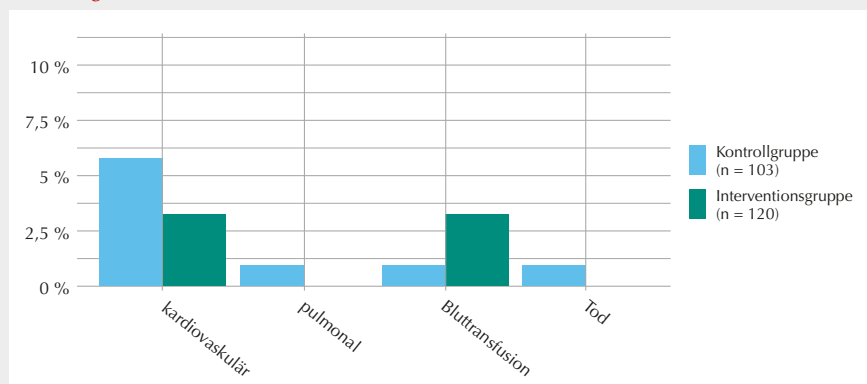
Am Universitätsklinikum Würzburg wurden 24 AnästhesistInnen mittels eines strukturierten anonymen Fragebogens zum Stellenwert des CDSS im Rahmen der präoperativen Entscheidungsfindung befragt. 23 Fragebögen wurden von den Teilnehmenden vollständig ausgefüllt und in der Auswertung berücksichtigt. Mithilfe von Likert-Skalen wurde erfasst, dass das CDSS als unterstützend im leitlinienkonformen Vorgehen und der umfassenden Risikoabschätzung wahrgenommen wird und als vertrauenswürdige Quelle gilt. Die Mehrheit der Teilnehmenden war überzeugt, dass das CDSS das Potential hat, die perioperative Versorgung und klinische Entscheidungsfindung zukünftig zu verbessern (Abb. 5). Sechs Teilnehmende gaben an, dass ihnen durch das CDSS-Tool bestimmte Risiken bewusst wurden, die sie sonst übersehen hätten. Dennoch betonten die Befragten, dass die Konsultation erfahrener KollegInnen durch das CDSS nicht ersetzt werden könne. Das CDSS unterstützte die Vollständigkeit und Genauigkeit der Dokumentation, während sich die Strukturierung nur teilweise verbesserte. Zehn der Teilnehmenden sahen den primären Nutzen des CDSS in der Förderung der Leitlinienadhärenz, während auch verbesserte Dokumentation, objektivere Patientenbeurteilung und Unterstützung für BerufseinsteigerInnen mehrfach als Vorteile genannt wurden. Bei abweichenden Handlungsempfehlungen des CDSS-Tools gaben 13 Teilnehmende an, ihren Plan zu überdenken, wobei sie die Rücksprache mit erfahrenen KollegInnen als wertvoller einschätzten. Die Verantwortung solle bei breiter Nutzung weiterhin beim ärztlichen Personal liegen und es müsse auf persönliche Erfahrungen geachtet werden. Verbesserungsvorschläge fokussierten sich auf die Übersichtlichkeit der Benutzeroberfläche, die Reduktion des zeitlichen Aufwands und die Möglichkeit zur Nutzung in deutscher Sprache. Eine einfache Einsicht in Vorbefunde, die Übernahme aus Kliniksystemen durch Interoperabilität und eine präzisere Trennung aktueller Diagnosen wurden ebenfalls gefordert.

Abbildung 2



Histogramm der Kontroll- (oben) und Interventionsgruppe (unten) über die indizierten (links) und nicht indizierten (rechts) Zusatzuntersuchungen, mit farblicher Trennung der durchgeführten (orange) und nicht durchgeführten (blau) Untersuchungen (z. B. EKG Interventionsgruppe: bei 75 % der 123 PatientInnen war ein EKG indiziert (links), bei 25 % nicht (rechts). Betrachtet man auf der linken Seite die 75 % mit indiziertem EKG, so wurde bei über zwei Drittel (blau) davon kein EKG durchgeführt).

Abbildung 3



Histogramm über die beobachteten intraoperativen Komplikationen der Kontroll- (blau) und Interventionsgruppe (grün).

Diskussion

Die präoperative Risikoevaluation erwachsener Patientinnen und Patienten spielt eine zentrale Rolle in der Anästhesiologie. Interdisziplinär erarbeitete Empfehlungen ermöglichen ein strukturiertes Vorgehen in dieser Phase. Ziel ist eine individuell angepasste Vorbereitung auf den operativen Eingriff, um die Patientensicherheit zu erhöhen. Im klinischen Alltag bestehen jedoch häufig Diskrepanzen zwischen leitlinienbasierten Empfehlungen und tatsächlich durchgeführten Maßnahmen. Gründe hierfür können in der Komplexität der Leitlinien, in fehlendem Wissen oder in einer fehlerhaften Risikobewertung liegen. Weitere Gründe, warum Leitlinien im klinischen Alltag häufig nicht befolgt werden, sind fehlende Vertrautheit mit den Inhalten, fehlende Zustimmung zu einzelnen Empfehlungen, Zweifel an der eigenen Kompetenz zur Umsetzung, Trägheit etablierter Routinen, Zeitmangel im klinischen Alltag, externe Ressourcenengpässe (z. B. Personal, Geräte, Finanzen), unterschiedliche Zielvorstellungen von ÄrztInnen und PatientInnen sowie hohe Fallkomplexität und Multimorbidität, die eine Leitlinienanwendung erschweren [5].

Ein vielversprechender Ansatz zur verbesserten Umsetzung evidenzbasierter Empfehlungen sind CDSS, die in Echtzeit leitlinienbasierte Handlungsempfehlungen bereitstellen und eine individuelle Risikobewertung ermöglichen [7–11].

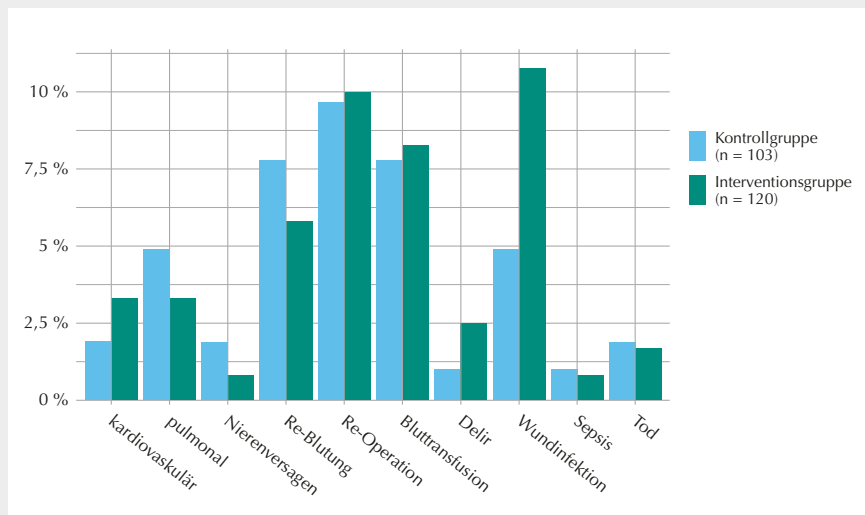
Die im Projekt entwickelte leitlinienbasierte Software zur Entscheidungsunterstützung hat das Ziel, im klinischen Alltag eine strukturierte Erfassung von Patientendaten, die Berechnung etablierter Risikoscores sowie die Anzeige von Handlungsempfehlungen zu ermöglichen. Die erstmalige Implementierung des CDSS in die präoperative anästhesiologische Versorgung unterstützte die AnästhesiologInnen im Arbeitsalltag. Befragte ÄrztInnen nahmen das System überwiegend positiv wahr und stufen es als verlässliche Hilfe bei der leitliniengerechten präoperativen Risikoabschätzung und Entscheidungsfindung

Analyse der DRG-Erlöse

Von 229 eingeschlossenen PatientInnen lagen für 149 Patientenfälle Daten zur Analyse der DRG-basierten Vergütungen vor (Interventionsgruppe: n = 83, Kontrollgruppe: n = 66). Zwischen beiden Gruppen unterschieden sich die Basischarakteristika nicht signifikant (Tab. 2). In der Hauptdiagnosegruppe

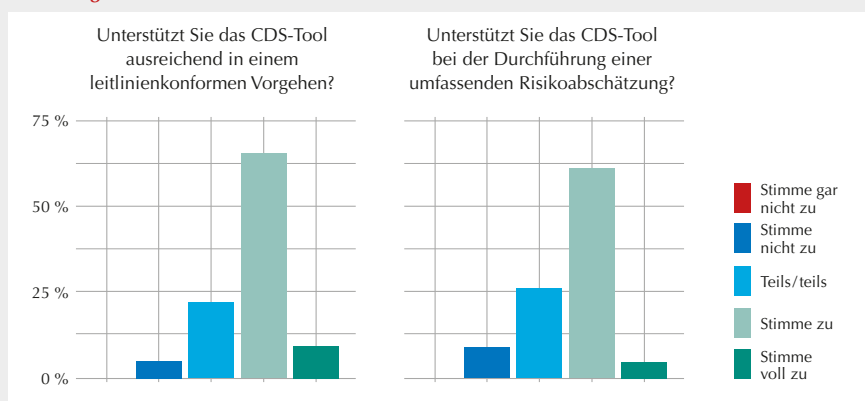
der Krankheiten und Störungen des Kreislaufsystems ergab sich ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der DRG-Gesamterlöse (Median (IQA): Interventionsgruppe 9.710 € (8.978 €) vs. Kontrollgruppe 5.655 € (3.801 €); p = 0,005). Innerhalb der übrigen MDCs zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab. 3).

Abbildung 4



Histogramm über die beobachteten postoperativen Komplikationen der Kontroll- (blau) und Interventionsgruppe (grün).

Abbildung 5



Unterstützung des CDS-Tools bei leitlinienkonformem Vorgehen und Risikoabschätzung.

ein, insbesondere für weniger erfahrene Kolleginnen und Kollegen, wenngleich aufgrund der geringen Anzahl an ausgefüllten Fragebögen und der Nutzerbefragung ausschließlich an einem Standort eine Generalisierbarkeit nicht gegeben ist.

Entgegen der initialen Hypothese fanden wir sowohl in der Interventions- als auch in der Kontrollgruppe relevante Abweichungen von Leitlinienempfehlungen, insbesondere durch das Unterlassen empfohlener Untersuchungen. Auffällig war dies besonders bei der Anordnung einer EKG-Untersuchung. Nicht indi-

zierte Untersuchungen wurden hingegen in beiden Gruppen nur selten durchgeführt. In über 20 % der Fälle lagen bereits Vorbefunde aus vorangegangenen Untersuchungen vor, z. B. EKG, sodass trotz Empfehlung keine erneute Untersuchung erfolgte. Im Rahmen der Studie wurde dies als „nicht durchgeführt“ gewertet. In den Leitlinien ist jedoch selten festgelegt, wie lange ein Vorbefund als aktuell gilt. Dies erschwert eine einheitliche Beurteilung der Notwendigkeit erneuter Untersuchungen. Ein weiterer Erklärungsansatz ist, dass das in der KIPeriOP-Studie eingesetzte CDSS

auch auf der zum Zeitpunkt der Studiedurchführung recht neuen europäischen Leitlinie der ESC [15] basierte, während im klinischen Alltag die gemeinsamen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin [16] angewandt wurden. Hinzu kommt, dass zusätzliche Untersuchungen zusätzliche Ressourcen erfordern, die in Einzelfällen von den behandelnden Ärztinnen und Ärzten als nicht gerechtfertigt bewertet wurden.

Überraschenderweise zeigte sich keine umfassende Verbesserung der Dokumentationsqualität in der CDSS-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Lediglich bei einzelnen Symptomen, wie Adipositas und Reflux, führte der CDSS-gestützte Prozess zu einer häufigeren korrekten Erfassung. In der Kontrollgruppe wurde im Krankenhausinformationssystem häufig ein „Verdacht auf ...“ dokumentiert, wodurch das Symptom erfasst, jedoch nicht abschließend bewertet wurde. Im CDSS war hingegen eine eindeutige Entscheidung für oder gegen das Vorliegen eines Symptoms oder einer Vorerkrankung erforderlich. Bei Unsicherheit wurde die Eingabe oft ausgelassen. Zudem führte die in der Kontrollgruppe notwendige doppelte Dokumentation (Standardverfahren ohne CDSS und anschließend Eingabe mithilfe des CDSS) möglicherweise zu Dokumentationsmüdigkeit und damit zu einer Verzerrung der Ergebnisse.

Ein weiterer Erklärungsansatz für unzureichende Leitlinienadhärenz, auch in der CDSS-Gruppe, könnte die fehlende „echte“ Digitalisierung von Leitlinien sein. In Zukunft könnten digitale Leitlinien sogar so beschaffen sein, dass sie die Transformation analoger, textbasierter Leitlinien-Informationen in Formate berücksichtigen, die über Benutzeroberflächen eine Mensch-Maschine-Interaktion ermöglichen, ÄrztInnen die Anforderungen an eine leitlinienkonforme Patientenversorgung aufzeigen und außerdem die Nutzung interoperabler Datenmodelle zur Gewinnung maschinenlesbarer Versorgungsdaten er-

Tabelle 2

Fallstruktur und DRG-basierte Vergütung in Interventions- und Kontrollgruppe.

	Interventionsgruppe (n = 83)	Kontrollgruppe (n = 66)	delta	p-Wert ¹
Geschlecht (n (%))				0,2
männlich	59 (71,1 %)	40 (60,6 %)		
weiblich	24 (28,9 %)	26 (39,4 %)		
Alter (Jahre)	68,1 (11,2)	67,0 (12,3)	1,1	0,6
Fälle mit mind. einer postoperativen Komplikation (n (%))	27 (32,5 %)	20 (30,3 %)		> 0,9
durchschnittliche Verweildauer in Tagen (SD)	9,1 (10,3)	7,5 (10,4)	1,6	0,2
Fälle unter mittlerer Verweildauer (InEK)	61 (73,5 %)	47 (71,2 %)		> 0,9
Fälle über mittlerer Verweildauer (InEK)	22 (26,5 %)	19 (28,8 %)		> 0,9
Fälle innerhalb der Verweildauergrenzen	77 (92,8 %)	62 (93,9 %)		> 0,9
Fälle außerhalb der Verweildauergrenzen				
Fälle mit überschrittener OGV	5 (6,0 %)	1 (1,5 %)		0,2
Fälle mit unterschrittener UGV	1 (1,2 %)	3 (4,5 %)		0,3
Vergütung: Fälle gesamt				
CMI	2,1 (1,4)	2,0 (1,8)	0,03	0,3
durchschnittlicher DRG-Gesamterlös in € (SD)	8.497 (5.887)	8.412 (9.161)	85	0,2
Vergütung: Fälle innerhalb der Verweildauergrenzen				
CMI	2,0 (1,2)	1,9 (1,5)	0,1	0,2
durchschnittlicher DRG-Gesamterlös in € (SD)	7.876 (4.959)	7.420 (6.055)	456	0,2

CMI: Casemix-Index; **DRG:** Diagnosis Related Group; **InEK:** Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus; **MDC:** Major Diagnostic Category (Hauptdiagnosegruppe); **OGV:** Obere Grenzverweildauer; **SD:** Standardabweichung; **UGV:** Untere Grenzverweildauer.

¹ χ^2 -Test, Exakter Fisher-Test, Mann-Whitney-U-Test.

möglichen würden. Ebenso könnten MedizinerInnen durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Data-Mining-Techniken wertvolle Erkenntnisse gewinnen, Muster erkennen und Behandlungspläne personalisieren, was zu präziseren Diagnosen, wirksameren Interventionen und einer kostengünstigeren Versorgung führen könnte.

Zudem sind Kostenanalysen, die ausschließlich auf DRG-basierten direkten Kosten beruhen, nicht ausreichend, um die ökonomische Relevanz einer Intervention zu bewerten. Künftige Analysen sollten alle relevanten Kosten- und Nutzenaspekte einbeziehen – sowohl aus Sicht der Krankenversicherung als auch unter Berücksichtigung individueller und gesamtgesellschaftlicher Auswirkungen. Die gesundheitsökonomische Relevanz der Intervention sollte in multizentrischen, longitudinalen Studien mit größeren Stichproben weiter untersucht werden.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die aktuelle Analyse liefert wertvolle Erkenntnisse zur Umsetzung leitlinienkonformer Entscheidungen mittels CDSS und zur Durchführung indizierter Untersuchungen. Es zeigt sich eine Lücke zwischen theoretischen Empfehlungen und praktischer Anwendung im Klinikalltag. Implementierungsstrategien sollten entsprechend aktueller Erkenntnisse iterativ zwischen „Clinical“ und „Digital Use Case“ erfolgen [18]. Die bestehenden Hürden sollten in Folgestudien genauer untersucht und Leitlinien bei Bedarf angepasst werden. Unsere Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, zukünftige Studien mit größeren Fallzahlen und optimierten Prozessen durchzuführen, um die Effektivität des CDSS weiter zu evaluieren. Die Verantwortung für klinische Entscheidungen liegt jedoch auch bei Einsatz eines CDSS wie bei einer Künstlichen Intelligenz weiterhin

bei der behandelnden Ärztin oder dem behandelnden Arzt [19,20].

Im Verlauf des Projekts traten verschiedene Hürden und Herausforderungen auf, die die Vorbereitungen, den Start und die Umsetzung der Studie erschwerten. Die initiale Fallzahlplanung sah eine Rekrutierung von 480 PatientInnen vor. Tatsächlich wurden nur 229 PatientInnen eingeschlossen. Da die Anzahl der nicht indizierten Untersuchungen mit 2,1 % und 0,6 % aber ohnehin um den Faktor 10 unterhalb der angenommenen Rate nicht indizierter Untersuchungen von 25 % und 20 % lag, hat die zusätzlich geringere Anzahl rekrutierter PatientInnen keine zusätzlichen Auswirkungen auf die eingeschränkte Aussagekraft der Studie.

Eine besondere Herausforderung war die Entwicklung eines Datenschutzkonzepts für eine multizentrische Studie mit mehreren Konsortialpartnern sowie die Prü-

Tabelle 3

DRG-Gesamterlös nach Hauptdiagnosegruppen (in Euro).

MDC	Interventionsgruppe (n = 83)	Kontrollgruppe (n = 66)	p-Wert
Krankheiten und Störungen der Verdauungsorgane (n (%))	17 (20,5 %)	11 (16,7 %)	
Median (IQA)	8.057 (7957)	5.953 (8.231)	0,299
Minimum; Maximum	2.869; 22.636	1.556; 14.979	
Krankheiten und Störungen der Harnorgane (n (%))	11 (13,3 %)	10 (15,2 %)	
Median (IQA)	4.509 (5.019)	3.025 (1.484)	0,520
Minimum; Maximum	1.864; 15.919	1.468; 9.190	
Krankheiten und Störungen des Kreislaufsystems (n (%))	9 (10,8 %)	8 (12,1 %)	
Median (IQA)	9.710 (8.978)	5.655 (3.801)	0,005
Minimum; Maximum	5.465; 28.581	2.421; 9.090	
Krankheiten und Störungen an hepatobiliärem System und Pankreas (n (%))	6 (7,2 %)	10 (15,2 %)	
Median (IQA)	10.210 (8.798)	10.366 (14.417)	0,700
Minimum; Maximum	3.269; 22.444	3.269; 22.444	
Krankheiten und Störungen der männlichen Geschlechtsorgane (n (%))	9 (10,8 %)	5 (7,6 %)	
Median (IQA)	6.045 (6.301)	3.621 (0)	0,375
Minimum; Maximum	2.184; 9.350	2.548; 3.725	
Krankheiten und Störungen an Muskel-Skelett-System und Bindegewebe (n (%))	8 (9,6 %)	6 (9,1 %)	
Median (IQA)	8.938 (7.274)	12.362 (10.513)	0,364
Minimum; Maximum	2.396; 16.231	3.397; 63.331	
Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (n (%))	6 (7,2 %)	5 (7,6 %)	
Median (IQA)	6.185 (177)	5.865 (3.373)	0,103
Minimum; Maximum	3.917; 6.937	2.813; 6.185	

IQA: Interquartilsabstand; **KI:** Konfidenzintervall; **MDC:** Major Diagnostic Category (Hauptdiagnosegruppe).

Es wurden nur Hauptdiagnosegruppen in der Analyse berücksichtigt, denen sich sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe jeweils mindestens 5 PatientInnen zuordnen ließen. Mann-Whitney-U-Test.

fung eines Medizinprodukts mit nachgelagerten KI-Modellrechnungen [13]. Die komplexen Anforderungen und unterschiedlichen lokalen Regelungen verdeutlichen, dass künftige Projekte von zentral entwickelten und standardisierten Datenschutzkonzepten profitieren würden. Diese sollten die Zusammenarbeit zwischen beteiligten Institutionen, Kliniken und Partnern erleichtern und zugleich alle datenschutzrechtlichen Anforderungen erfüllen. Die im Projekt gewonnenen Erfahrungen liefern wertvolle Hinweise für die Planung und Durchführung zukünftiger Vorhaben.

Im Folgeprojekt TelePeriOP [21,22] wurde das bestehende CDSS weiterentwickelt und um eine telemedizinische Patientenaufklärung ergänzt. Ziel ist es, die präoperative Versorgung durch

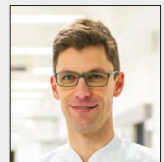
vernetzte, ortsunabhängige Patientenberatung und Entscheidungsunterstützung zu optimieren. Die Kombination aus CDSS und telemedizinischer Aufklärung soll die Effizienz steigern, unnötige Fahr- und Wartezeiten für die Patientinnen reduzieren, medizinisches Personal entlasten und Prozesse verbessern. Zudem sollen die KI-Modelle im Rahmen von TelePeriOP verfeinert und um weitere Merkmale ergänzt werden.

Literatur

Das Literaturverzeichnis sowie die Auflistung der Autor:innen finden Sie unter **ai-online.info** in der frei verfügbaren PDF-Version des Artikels.



**Korrespondenz-
adresse**



**Prof. Dr. med.
Patrick Meybohm**

Universitätsklinikum Würzburg,
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie
Oberdürrbacher Straße 6
97080 Würzburg, Deutschland
E-Mail: meybohm_p@ukw.de
ORCID-ID: 0000-0002-2666-8696

Literatur

- Weiser TG, Haynes AB, Molina G, Lipsitz Sr, Esquivel MM, Uribe-Leitz T, et al: Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes. *Lancet* 2015;385 Suppl 2:S11
- Statistisches Bundesamt [Destatis]: Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern (4-Steller) – 2021. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhauser/_inhalt.html#_8dukthxs7 (Zugriffsdatum: 29.04.2026)
- Pearse RM, Moreno RP, Bauer P, Pelosi P, Metnitz P, Spies C, et al: Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet* 2012;380:1059–1065
- Zöllner C, Böhmer A, Geldner G, Karst U, Obertacke M, Pauschinger T et al: Präoperative Evaluation erwachsener Patientinnen und Patienten vor elektiven, nicht herz-thorax-chirurgischen Eingriffen. Eine gemeinsame Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin. *Anästh Intensivmed* 2024;65:240–270
- Barth JH, Misra S, Aakre KM, Langlois MR, Watine J, Twomey PJ, et al: Why are clinical practice guidelines not followed? *Clin Chem Lab Med* 2016;54:1133–1139
- Flamm M, Fritsch G, Seer J, Panisch S, Sönnichsen AC: Non-adherence to guidelines for preoperative testing in a secondary care hospital in Austria: the economic impact of unnecessary and double testing. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:867–873
- Buchner LM, Park EJ, Bendz P, Englert A, von der Groeben C, Vo L, et al: Evaluation of a Clinical Decision Support System for the most evidence-based approach to managing perioperative anticoagulation. *J Clin Anesth* 2022;80:110877
- Kwok R, Dinh M, Dinh D, Chu M: Improving adherence to asthma clinical guidelines and discharge documentation from emergency departments: implementation of a dynamic and integrated electronic decision support system. *Emerg Med Australas* 2009;21:31–37
- Meybohm P, Ghanem A, von Dincklage F, Kranke P, Börm P: Digital guidelines of the twenty-first century : Requirements for the structured development, application and evaluation of medical knowledge. *Anaesthesiologie* 2023;72:584–589
- Lewkowicz D, Wohlbrandt A, Boettinger E: Economic impact of clinical decision support interventions based on electronic health records. *BMC Health Serv Res* 2020;20:871
- Lichtner G, Spies C, Jurth C, Bienert T, Mueller A, Kumpf O, et al: Automated Monitoring of Adherence to Evidence-based Clinical Guideline Recommendations: Design and Implementation Study. *J Med Internet Res* 2023;25:e41177
- Englert A, Bendz P, KIPeriOP Group: Artificial intelligence-augmented perioperative clinical decision support, KIPeriOP. *Anaesthesist* 2021;70:962–963
- Hottenrott S, Bendz P, Meybohm P, Bauer E, Schmee S, Haas T et al: KI-augmentierte perioperative klinische Entscheidungsunterstützung (KIPeriOP) – Studiendesign und erste Zwischenergebnisse. *Anästh Intensivmed* 2024;65:156–172
- Börm P: Leitlinienbasierter Clinical Decision Support – Anforderungen an evidenzbasierte Entscheidungsunterstützungssysteme. *OP-JOURNAL* 2021(37):28–35
- Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamid M, Barbato E, et al: 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J* 2022;43:3826–3924
- Geldner G, Karst J, Wappler F, Zwissler B, Kalbe P, Obertacke U et al: Präoperative Evaluation erwachsener Patienten vor elektiven, nicht herz-thoraxchirurgischen Eingriffen. Gemeinsame Empfehlung der DGAI, DGCH und DGIM. *Anästh Intensivmed* 2017;58:349–364
- Klein-Hitpaß U, Scheller-Kreinsen D: Policy trends and reforms in the German DRG-based hospital payment system. *Health Policy* 2015;119:252–257
- Michaels M: Adapting Clinical Guidelines for the Digital Age: Summary of a Holistic and Multidisciplinary Approach. *Am J Med Qual* 2023;38:S3–S11
- Stellungnahme der Zentralen Kommission zur Wahrung ethischer Grundsätze in der Medizin und ihren Grenzgebieten (Zentrale Ethikkommission) bei der Bundesärztekammer „Entscheidungsunterstützung ärztlicher Tätigkeit durch Künstliche Intelligenz“ Die Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer hat die Stellungnahme „Entscheidungsunterstützung ärztlicher Tätigkeit durch Künstliche Intelligenz“ am 23.06.2021 beschlossen. Die Stellungnahme (DOI: 10.3238/arztebl.zeko_sn_cdss_2021): <https://www.zentrale-ethikkommission.de/cdss2021>
- Vorstand der Bundesärztekammer: Künstliche Intelligenz in der Medizin. *Dtsch Arztebl* 2021;122:1–14
- Meybohm P: TelePeriOP: Virtuelle Operationsvorbereitung. *innoreports* 2024. <https://www.innovations-report.de/gesundheit-leben/medizin-gesundheit/teleperiop-virtuelle-operationsvorbereitung/> (Zugriffsdatum: 01.02.2026)
- Hasenrück A: Telemedizin – Operationen virtuell vorbereiten. *Dtsch Arztebl* 2025;122:A31.

An der Erstellung des Beitrags „Der Einsatz einer klinischen Entscheidungsunterstützung für die präoperative Risikoevaluation – eine prospektiv randomisierte Studie (KIPeriOP)“ haben maßgeblich mitgewirkt:

Anja Hennemuth*

Fraunhofer Institut für Digitale Medizin
MEVIS, Bremen /
Institut für Kardiovaskuläre
Computer-assistierte Medizin, Charite-
Universitätsmedizin Berlin

Patrick Meybohm*

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Sebastian Hottenrott

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Alexandra Spaic

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Rieke Alpers

Fraunhofer Institut für Digitale Medizin
MEVIS, Bremen /
Institut für Kardiovaskuläre
Computer-assistierte Medizin, Charite-
Universitätsmedizin Berlin

Pamela Kelm

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Elena Bauer

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Sophia Schmee

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Tobias Haas

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Peter Kranke

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Florian Rumpf

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Philipp Helmer

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin, Notfallmedizin und
Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Würzburg

Max Westphal

Fraunhofer Institut für Digitale Medizin
MEVIS, Bremen

Markus Hüllebrand

Fraunhofer Institut für Digitale Medizin
MEVIS, Bremen /
Institut für Kardiovaskuläre
Computer-assistierte Medizin, Charite-
Universitätsmedizin Berlin

Miguel Bernardes

Fraunhofer Institut für Digitale Medizin
MEVIS, Bremen /
Institut für Kardiovaskuläre
Computer-assistierte Medizin, Charite-
Universitätsmedizin Berlin

Philipp Börm

Börm Bruckmeier Verlag GmbH, Grünwald

Nathalie Blanck

Börm Bruckmeier Verlag GmbH, Grünwald

Kai Zacharowski

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin
und Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Frankfurt

Linda Vo

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin
und Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Frankfurt

Patrick Booms

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin
und Schmerztherapie, Universitätsklinikum
Frankfurt

Alexander Ghanem

Klinik für Innere Medizin II, Asklepios Klinik
Nord-Heidelberg, Hamburg

Christoph Milz

Klinik für Innere Medizin II, Asklepios Klinik
Nord-Heidelberg, Hamburg

Claus Wagner

Klinik für Innere Medizin II, Asklepios Klinik
Nord-Heidelberg, Hamburg

Luise Milz

Klinik für Innere Medizin II, Asklepios Klinik
Nord-Heidelberg, Hamburg

Fatima Yürek

Klinik für Anästhesiologie und
Intensivmedizin, Charité –
Universitätsmedizin Berlin

Eduardo Salgado

Klinik für Anästhesiologie und
Intensivmedizin, Charité –
Universitätsmedizin Berlin

Claudia Spies

Klinik für Anästhesiologie und
Intensivmedizin, Charité –
Universitätsmedizin Berlin

Felix Balzer

Institut für Medizinische Informatik, Charité –
Universitätsmedizin Berlin

Amelie Flothow

Fachgebiet für Gesundheitsökonomie,
Technische Universität München

Tobias Bock

Fachgebiet für Gesundheitsökonomie,
Technische Universität München

* shared last-authorship