

Simulation als Strategie zur Risikominimierung in der Anästhesie?

M. Rall¹, P. Dieckmann^{1,2}, T. Manser², J. Zieger¹, K. Unertl¹

¹ Universitätsklinikum Tübingen, Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin (Ärztl. Direktor Prof. Dr. K. Unertl)

² Institut für Arbeitspsychologie ifap, Prof. Dr. T. Wehner, ETH Zürich

Einleitung

Die Sicherheit des Patienten ist das höchste Ziel allen ärztlichen Handelns (*nihil nocere*). Speziell die Anästhesiologie hat es sich zur Aufgabe gemacht, das mit jedem Anästhesieverfahren verbundene Risiko möglichst gering zu halten, auch aus dem Grund, weil die Narkosetätigkeit selbst keine therapeutische oder heilende Disziplin ist. Dies ist dem Fachgebiet bisher durch systematische Beschäftigung mit sicherheitsrelevanten Aspekten anästhesiologischer Tätigkeiten in herausragender Weise gelungen. So trägt ein Artikel im Sonderheft des BMJ die Überschrift „Anästhesie als ein Vorbild für die Patienten-Sicherheits-Bewegung“ [1]. Diese Auszeichnung würdigt bisherige Leistungen, wie beispielsweise die Festlegung von minimalen Monitoringstandards [2,3] oder die Entwicklung von innovativen realistischen Patientensimulatoren [4,5], ist aber zugleich auch Auftrag für die Zukunft.

Die Patientensicherheit ist kein statischer Zustand, den es nur einmal zu erreichen gilt, sondern muss aktiv und immer wieder von neuem errungen werden. Insofern kann Sicherheit auch als ein dynamischer „Non-Event“ bezeichnet werden [6]. Um die Patientensicherheit nachhaltig zu gewährleisten, bedarf es längerfristig angelegter Strategien. Dabei ist Simulation allein sicher keine ausreichende Strategie zur Risikominimierung in der Anästhesie. Der Einsatz von modernen Simulationssystemen kann aber sehr wohl ein wichtiger Teil innerhalb einer breiter angelegten Strategie zur Erhöhung der Patientensicherheit sein oder dazu anregen, solche Strategien einzuführen und umzusetzen, z.B. wenn mit dem Simulator organisationale Schwachstellen aufgedeckt wurden [7]. Simulatoren können also nicht nur die Ausbildung von Individuen erheblich verbessern [8], sondern einen weitaus größeren Einfluss im Bereich des Sicherheitsmanagements einer Organisation haben. Die Zusammenhänge sollen im Folgenden erläutert und mit der Vorstellung des Modells der „Patienten-Sicherheits-Waage“ anschaulich zusammengefasst werden.

Bibliografie

Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2004; 39: ■-■
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0939-2661 ·
DOI 10.1055/s-2004-814407

Risiko in der Anästhesiologie

Will man die Sicherheit erhöhen, stellt sich zunächst die Frage nach dem erwarteten Risiko und seinen Ursachen. Die Durchführung von Anästhesieverfahren gilt insgesamt als sehr sicher, und das Fachgebiet ist im Vergleich mit anderen Disziplinen vorbildhaft hinsichtlich der Beschäftigung mit Patientensicherheit [1]. Dennoch ist die Sicherheit steigerungsfähig und liegt noch weit hinter anderen Arbeitsfeldern mit Hochrisiko und Hochsicherheitscharakteristika zurück (etwa Luftfahrt, Kernkraft). Die Zahlen zu anästhesiebedingten Todesfällen schwanken zwischen 1 : 10 000 und 1 : 250 000 und wurden vielfach kontrovers diskutiert [9–18]. Wichtig erscheint anzumerken, dass die anästhesieassoziierte Morbidität um ein Vielfaches höher liegt und in ihrer Bedeutung bisher eher unterschätzt wurde. Zwischenfälle entstehen typischerweise weniger aufgrund von mangelndem Fachwissen als vielmehr aufgrund von Defiziten in den so genannten „Human Factors“ (HF) und organisationalen, systembedingten Rahmenbedingungen [14,19]. Dies sollte noch mehr bewusst gemacht werden, um effektive präventive Maßnahmen nutzen zu können. Die „Nullfehlerrate“ ist eine Illusion und nicht einmal Ziel so genannter High-Reliability-Organisationen (HRO) [20–23]. Es geht also nicht darum, Fehler völlig zu eliminieren (was niemals möglich wäre), sondern sie im Sinne einer „Fehlerfreundlichkeit“ [24] so früh wie möglich zu erkennen, ihre Folgen abzumildern und aus ihnen zu lernen [25,14]. Obwohl aus verschiedenen anderen Arbeitsfeldern Strategien für sicherheitsfördernde Organisationskonzepte zur Verfügung stehen, ist vor einem ungeprüften, lediglich auf Analogie und Plausibilität begründeten Transfer in die Medizin zu warnen [26,27]. Vielmehr gilt es, die Eigenheiten des medizinischen Arbeits- und Kulturfeldes zu berücksichtigen und entsprechend adaptierte Strategien zu entwickeln [28]. Dies könnte in Form einer interdisziplinären „wissensorientierten Kooperation“ geschehen [26,29], aus der dann in das Fachgebiet integrierte Methoden zur Verbesserung der Patientensicherheit entstehen könnten. Dieser Ansatz wird seit einigen Jahren in Tübingen verfolgt [30].

Fehlerursachen

Ein Fehler bedeutet im Sinne der Patientensicherheitsforschung nur, dass eine nicht gewünschte Handlung durchgeführt oder eine notwendige Handlung fälschlicherweise unterlassen wurde. „Fehler“ darf nicht mit „Schuld“ einer Person gleichgesetzt werden. Um über Fehler sprechen zu können, ist es vorteilhaft, Fehlerarten, Fehlerklassifikationen und Fehlerentstehungsmechanismen auf individueller und organisationaler Ebene zu verstehen. In der Literatur gibt es dazu einige Übersichten [24,31–34], wobei speziell die für den Bereich der Anästhesie übertragenen leicht verständlich sind [11,35,36]. Vom Erstautor wurde ein anästhesiologischer Zwischenfall exemplarisch unter Anwendung der Fehlertheorien aufgearbeitet [14]. Bei der Analyse und Beurteilung von Zwischenfällen ist es wichtig, dass der Fokus bisher meist viel zu stark auf dem Individuum lag und zu wenig auf den beeinflussenden Rahmenbedingungen. Außerdem führt der „Hindsight-Bias“ [37], also die veränderte Beurteilung im Nachhinein, zu verschiedenen falschen Annahmen über die Entscheidungsmöglichkeiten und vorhandenen Informationen zum Zeitpunkt des Ereignisses [24,34,38]. Insbesondere das Wissen um das Schädigungsausmaß beeinflusst die Einschätzung der (Fehl-)Leistung. So weichen selbst die Beurteilungen von Gut-

achtern nachweislich stark voneinander ab, wenn für denselben Fallablauf das Patienten-Outcome verändert wurde [39].

Geht man davon aus, dass niemand die medizinische Laufbahn eingeschlagen hat, um Patienten zu schaden, so gilt es doch, Ursachen und Gründe zu finden, die eine eigentlich kompetente Person dazu bringen konnten, diese nicht intendierte Fehllhandlung auszuführen.

Die Aussage von Reason [38], dass „Fehlhandlungen *keine Ursache* von Zwischenfällen sind, sondern die *Folge* aus mehreren Ursachen“, die dann erst noch gesucht werden müssen, soll durch Abb. 1 veranschaulicht werden. Resultierende Fehlhandlungen führen meist erst in Kombination mit anderen Begleitfaktoren (oder Fehlern) zum Zwischenfall. Ähnlich wie das bekannte Schaubild „Flugbahn der Zwischenfallsentstehung“ von Reason [31] (auch als Swiss Cheese Modell bekannt [6]) verdeutlicht Abb. 1, dass an einem Zwischenfall immer mehrere Faktoren beteiligt sind und dass nie nur eine Person „schuld“ war. Dies bedeutet umgekehrt, dass sich der Zwischenfall auf mehreren Ebenen im Vorfeld hätte verhindern lassen.

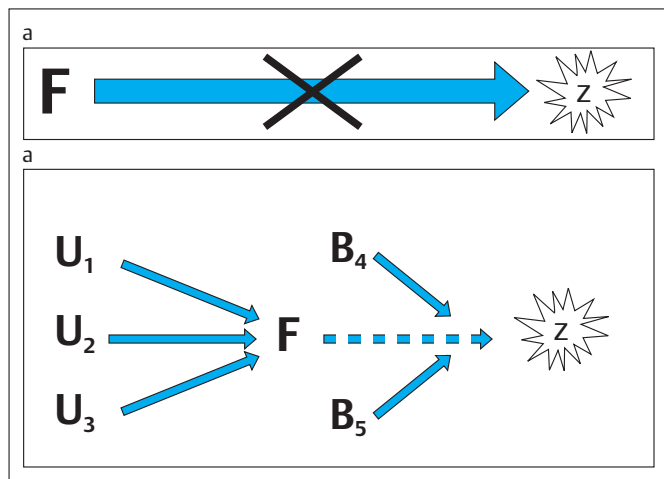


Abb. 1 Ursachen-Fehler-Diagramm. Ein Fehler (F) ist nicht die Ursache eines Zwischenfalls (Z). Der Fehler ist vielmehr Folge des Zusammentreffens verschiedener Ursachen und latenter Bedingungen ($U_1 - U_3$) und führt meist erst in Kombination mit weiteren Begleitfaktoren ($B_4 + 5$) zum Zwischenfall. Dabei kann der Fehler selbst nur als Trigger wirken oder direkter Kofaktor (gestrichelter Pfeil) sein. Schaubild modifiziert aus [40].

Das Verständnis von Fehlerursachen (eigentlich von Bedingungen der Fehllhandlung) kann durch den Einsatz von realistischen Fallsimulationen erheblich verbessert werden. Einerseits führen Trainingskurse nach dem ACRM-Modell von Gaba [41,42] bei den Teilnehmern zu einem erweiterten Verständnis für Ursachenzusammenhänge, speziell auch im Bereich der Human Factors. Andererseits sorgt die systematische wissenschaftliche Analyse von Simulationen für einen Zuwachs an Erkenntnissen im Bereich der Fehlerentstehung, die wiederum Eingang in Trainingselemente haben können. Über diese „synthetisierende“ Fehler- und Zwischenfallanalyse können Simulatoren zu Analyse- und Trainingsinstrumenten für menschliche Zuverlässigkeit werden [43]. Schließlich kann das Nachstellen von realen Zwi-

schneefällen im Simulator dazu beitragen, die Ursachenzusammenhänge eines Falles genauer herauszufinden.

Unbeachtete Wirkfaktoren

Zahlreiche Faktoren im System der Patientenbehandlung werden in ihrem Einfluss auf die Patientensicherheit und das Zustandekommen von Zwischenfällen weitgehend nicht beachtet.

Hierzu gehören:

Personalauswahl. In der Medizin gibt es so gut wie keine relevante Eingangsselektion. Jeder, der Medizin studieren möchte, kann dies (früher oder später) tun und wird, ungeachtet seiner speziellen Eignung (oder eben Nicht-Eignung) auch irgendwann ärztlich tätig sein. Im Gegensatz zur Luftfahrt können Arbeits- und Trainingsbedingungen also nicht auf eine mehr oder weniger homogene Gruppe zugeschnitten werden, sondern müssen einer großen Heterogenität bei den Beteiligten gerecht werden.

Persönlichkeit. Die Rolle verschiedener persönlicher Charakteristika in Bezug auf die Patientensicherheit ist kaum untersucht, und dementsprechend können auch keine Empfehlungen ausgesprochen werden (z.B. kann einem Bewerber zur Zeit nicht auf fundierter Grundlage ein für seinen „Typ“ geeignetes medizinisches Fachgebiet empfohlen werden). Die sehr geringen Kenntnisse in diesem Bereich [44] weisen jedoch auf die Wichtigkeit weiterer Untersuchungen hin.

Standardisierung. Ob die im Vergleich zu anderen Hochsicherheitsbereichen geringe Standardisierung in der Medizin tatsächlich mit der großen Bandbreite an individuellen Erfordernissen durch verschiedene Patienten begründet werden kann [45], ist unbekannt. Es scheint aber, dass mit dem Argument der Individualisierung („jeder Patient ist anders“) zu viel „Wildwuchs“ gerechtfertigt wird.

Einsatz von Checklisten. Checklisten gelten in vielen dynamischen Bereichen als unverzichtbare kognitive Hilfsmittel. Der weitgehende Verzicht auf Checklisten in der Medizin (etwa für die Gerätenutzung, für Abläufe oder Handlungssequenzen) ist vermutlich ein Zeichen von angelernten Omnipotenzgefühlen als Folge einer „Culture of Blame“ („Gute“ machen keine Fehler und wissen immer alles) [14]. Letztendlich sind die Möglichkeiten von Checklisten im Bereich der Medizin aber nicht hinreichend analysiert.

Persönliche Faktoren, wie Müdigkeit (Fatigue). Hier liegen erste Beweise für die negativen Auswirkungen von Müdigkeit vor, ganz aktuell auch für den Bereich der Anästhesie als Ergebnis von Studien am Patientensimulator [46,47].

Ausbildung/Weiterbildung. Für keine der traditionellen Ausbildungsarten und -methoden wurde der Einfluss auf das Outcomes von Patienten anhand „harter“ Daten erbracht. Im Gegensatz dazu wird der Beweis der Verbesserung des Patienten-Outcome aber von der Methode „Patientensimulation“ unerbittlich gefordert, obwohl deren offensichtlicher Nutzen („face validity“) wesentlich höher erscheint. Tatsache ist jedenfalls, dass immer noch die meisten invasiven Maßnahmen ohne jegliches Simulatortraining das erste Mal am „echten“ Patienten durchgeführt werden. Diesen „Erstversuch am Patienten“ zu eliminieren

muss gemeinsames Ziel aller in der Ausbildung Tätigen sein und könnte durch erweiterte Anwendung von komplexen Simulatoren und so genannten Skill-Trainern erreicht werden.

Mangelnde Zwischenfallsanalysen. Wie oben erwähnt, werden Zwischenfälle im Bereich der Medizin, wenn überhaupt, nur mangelhaft analysiert und aufgearbeitet [36]. Dies führt nicht nur dazu, dass keine systematischen präventiven Maßnahmen eingeleitet werden können, sondern auch zu einem reduzierten oder schlimmer falschen Verständnis der tatsächlichen Probleme. Das bedeutet, dass wir die wahren Ursachen und Gründe für Zwischenfälle und deren Verläufe nur unvollständig kennen [34,38]. Hier haben in Zukunft sicher auch intelligente Fallberichtssysteme („Incident reporting“) ihren Platz, die typische Human Factors und Rahmenbedingungen, wie latente organisationale Faktoren und soziotechnische Systemfaktoren, berücksichtigen sollten. Unsere Arbeitsgruppe in Tübingen hat einen Prototypen eines Human Factors basierten „Fall-Analyse-Tools“ (FAT) entwickelt, das Teile dieser Forderungen abzudecken versucht [48]. Die rein medizinisch-fachliche Erfassung des „Was ist wann passiert?“ entspricht jedenfalls nicht einer Ursachenanalyse (im Sinne einer „Root-Cause-Analysis“), weil sie zu viele Wirkfaktoren nicht berücksichtigt. Für die Prävention ist sie daher nur von geringem Nutzen [49,50].

Für das effektive und zielgerichtete Training mit Simulatoren ist dieser Sachverhalt sehr relevant, denn schließlich kann Training nur für vorher bekannte und erkannte Probleme und Defizite entwickelt werden.

Sicherheitskultur

Die Verurteilung der vor Ort handelnden Personen hat bei Zwischenfällen in der Medizin leider eine lange Tradition („Culture of Blame“) und führt bei der Aufarbeitung des Falles oft zum Abbruch der Ursachenanalyse, sobald man einen „Schuldigen“ gefunden hat [6,35,51,52]. Dies lässt systembedingte Faktoren für das Zustandekommen von Zwischenfällen unberücksichtigt und damit auch unverbessert. Spätestens seit dem Bericht des Institute of Medicine „To Err is Human“ [36] sollte Patientensicherheit die höchste Priorität in Gesundheitsorganisationen haben („first, do not harm“). Dabei erscheint es notwendig, für diese Aufgabe eigene Strukturen und Organe zu schaffen. Die Gründung einer Organisation in Analogie zur amerikanischen interdisziplinären „Anesthesia Patient Safety Foundation (apsf)“ (www.apsf.org) könnte neben dem Einrichten einer „aktiven Arbeitsgruppe“ im Rahmen der DGAI und des BDA ein erster Schritt sein.

Vertreter des Qualitätsmanagements behaupten zwar oft, die Patientensicherheit sei bereits Bestandteil des Qualitätsmanagements [12]. Aus unserer Sicht ist Sicherheit jedoch etwas anderes als Qualität. Theoretisch könnten beispielsweise Rettungsringe mit hoher Qualität und ISO-zertifiziert aus Beton gefertigt werden, sind aber deshalb nicht unbedingt sicher. Obwohl dieses Beispiel etwas krass sein mag, kann es doch den Unterschied zwischen Qualität und Sicherheit veranschaulichen. Dabei soll dem Qualitätsmanagement seine Wichtigkeit nicht abgesprochen werden. Vielmehr ist ein gutes Qualitätsmanagement sicherlich integraler Bestandteil eines Konzepts zur Erhöhung der Patientensicherheit. Ein interessanter Ansatzpunkt für die Zu-

kunft könnte die Adaptierung der so genannten „High-Reliability-Organisations“ (HRO)-Theorie [20,22,23] für den Fachbereich der Medizin sein. In den USA werden Elemente solcher HRO bereits systematisch im Rahmen der „Joint Commission for the Accreditation of Health Care Organizations“ (JCAHO) für die Medizin eingesetzt, und die „Anesthesia Patient Safety Foundation“ hat unter Leitung von D. Gaba eine Arbeitsgruppe zu diesem Thema ins Leben gerufen.

Prinzipien der HRO für die Anästhesie sind auszugsweise:

- Anerkennen von Patientensicherheit als höchste Priorität innerhalb aller Ebenen einer Organisation,
- Aufbau und Pflege einer proaktiven Sicherheitskultur, die ständig mit möglichen Fehlern rechnet und Fehlerquellen aktiv sucht,
- Betrieb von effektiven Incident Reporting Systemen mit anonymer Meldemöglichkeit und Analyse der Fälle durch Experten,
- Verfügbarmachen von notwendigen Geräten und Ersatzgeräten sowie deren einwandfreie Wartung,
- Einführen von „organisationalem Lernen“, wobei jede Gelegenheit zum Lernen ausgenutzt wird, sowohl bei Routinetätigkeiten als auch für Zwischenfälle (positive Fehlerkultur, Fehlerfreundlichkeit),
- kontinuierliche Ausbildung auf hohem Niveau,
- intensives Teamtraining für Gefahrensituationen und Zwischenfälle unter möglichst weitgehendem Einsatz von Simulatoren [36].

Simulation und Patientensicherheit

Die Möglichkeit zur realitätsnahen Simulation von im Alltag seltenen schweren Zwischenfällen ist ein einzigartiger Vorteil moderner Patientensimulationssysteme [4,5,53–56]. Die Verbesserung des Umgangs mit kritischen Situationen nach einem Simulationstraining ist nicht nur offensichtlich („face validity“), sondern wurde auch nachgewiesen [57–59]. Die Anwendungsmöglichkeiten moderner Simulationsverfahren wurden mehrfach beschrieben [59–75]. Einige sollen hier besonders erwähnt werden:

ACRM-Training

Eine besondere und herausragende Form des Einsatzes von Simulatoren ist die Durchführung von Anaesthesia-Crisis-Resource-Management-(ACRM)-Kursen [76]. Diese Kurse wurden von D. Gaba und S. Howard in Stanford entwickelt und haben sich mittlerweile mit einigen Varianten weltweit verbreitet und gelten als „Gold-Standard“ für Simulatortrainingskurse [77]. In diesen Simulationskursen, in denen sehr viel Wert auf die alltagsrelevante und realitätsnahe Simulation gelegt wird, geht es zu ca. 40% um medizinisch-fachliche Aspekte und zu 60% um Human Factors, Teamwork und das Management von Zwischenfällen. Aufbauend auf einer Einführung in Fehlerarten und Fehlerentstehung im Bereich der Medizin und einigen theoretischen Aspekten des Crisis Resource Management [11] (übersetzt: Zwischenfallsmanagement, nicht „Krisenmanagement“) liegt der Schwerpunkt dieser Kurse auf dem aktiven Durchführen von verschiedenen Fallszenarien im Team. Dabei werden Themen bearbeitet wie Management von Ressourcen, Planung, Verteilung der eigenen Aufmerksamkeit, Delegation von Aufgaben, rechtzeitiges Anfordern von Hilfe, optimierte Kommunikation und ständi-

ge Reevaluierung des Patientenzustandes sowie das Erkennen von Fixierungsfehlern. Nach jedem Szenario folgt eine interaktive Nachbesprechung (Debriefing) innerhalb der Trainingsgruppe. Der Einsatz von Videosequenzen aus den Szenarien (videogestütztes Debriefing) erhöht den Lerneffekt und unterstützt die Prozesse der Selbstreflexion. Die DGAI hat im März 2002 ein Konsensuspapier für minimale Anforderungen an solche ACRM-Kurse veröffentlicht [78], das von allen deutschen Simulationszentren unter Beteiligung einiger ausländischer Zentren erstellt wurde. Diese Anforderungen wurden auch von der europäischen Simulationsgesellschaft SESAM bestätigt (SESAM = Society in Europe for Simulation Applied to Medicine, Homepage: <http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anaesthesie/SESAM/welcome.html>).

Das Feedback von Teilnehmern solcher ACRM-Kurse reicht von sehr gut bis begeistert. Häufig werden die Kurse als große Bereicherung für den Umgang mit Problem- und Zwischenfallsituationen angesehen. Der durch den Kurs gewonnene „neue Blick“ auf Zwischenfälle und Ursachen von „Fehlern“ sowie die Erkenntnis, dass jedem einmal Fehler passieren können [14], dürften ein wichtiger Schritt in Richtung einer „Evolution zu einer neuen Sicherheitskultur“ [50] und damit zur Erhöhung der Patientensicherheit sein. Die großen Potenziale dieser Kurse sind aber nur dann optimal nutzbar, wenn das Simulatorsetting als Ganzes sorgfältig geplant und vorbereitet wird [79].

Zwei spezielle Aspekte machen eine fundierte Schulung von ACRM-Instruktoren besonders wichtig und führten dazu, dass sich die Arbeitsgruppe in Tübingen seit längerem mit der Erarbeitung einer bestmöglichen Instruktorausbildung beschäftigt:

1. ACRM-Kurse exponieren die Teilnehmer in ungewohnter Weise. Das Bearbeiten von realitätsnahen Zwischenfällen lässt auch negative Leistungen in einem realitätsnahen Licht erscheinen. Obwohl das Auftreten von Fehlleistungen in diesen Kursen durchaus gewünscht ist, können Teilnehmer bei falscher Anwendung des „stark wirkenden“ Simulationskurses auch „unerwünschte Nebenwirkungen“ zeigen. Ein solcher negativer Trainingseffekt muss von den Instruktoren zuverlässig verhindert werden.
2. Das Debriefing wird anerkanntermaßen als wichtigster Teil eines Simulationskurses angesehen, sowohl von den Teilnehmern als auch den Instruktoren [80,81]. Regeln und Techniken des videogestützten Debriefings sind für diese Einschätzung essenziell und können bei zukünftigen Instruktoren nicht einfach vorausgesetzt werden [73,82].

Daher kommt neben der fachlichen Qualifikation der speziellen Schulung der Instruktoren, auch in den psychologischen Aspekten dieser anspruchsvollen Tätigkeit, eine sehr große Bedeutung zu. Für die Qualität von Simulationskursen scheint nach Salas und Kollegen die technische „fidelity“ der eingesetzten Simulatoren weniger bedeutend zu sein als die Qualifizierung der Instruktoren („It's not how much you have, it's how you use it“) [83].

Weitere Einsatzformen

Der Einsatz realistischer Simulationstechniken findet auch zunehmend Anwendung in Gebieten außerhalb der Anästhesie. Simulationen haben einen festen Platz in vielen modernen Studentenkurricula, zum einen als annähernd lebenssechte Demonstration von physiologischen und pathophysiologischen Abläufen (der Simulator als „elektronischer Tierversuch“), zum anderen für praktische, fertigkeitenorientierte Trainingssessions im Bereich der Notfallmedizin oder von Anästhesie-PJ-Tertialen [69,84]. Die DGAI hat kürzlich mit ihrem Vorstoß, allen Universitäten Simulatoren zur Verbesserung der studentischen Lehre zur Verfügung zu stellen, einen einzigartigen internen „Beweis“ für die Einschätzung der Effektivität von Simulatorschulungen geliefert. Der kurzfristige Einsatz von 30–40 weiteren Simulatoren in Deutschland dürfte der Simulation einen ungekannten Schub verleihen. Andere Fachgebiete (v.a. Chirurgie, Geburtshilfe und innere Medizin) erkennen zunehmend den Vorteil realistischer Simulatoren zum Training von Notfallsituationen [40,85–93]. Auch der Einsatz von Simulatoren zum Üben von Sedierung („conscious sedation“) und dem Management damit verbundener Komplikationen (Atemdepression) ist ein neues attraktives Feld. Ebenso verbreiten sich Simulatortrainings zunehmend in der Aus- und Weiterbildung von Pflegekräften, vor allem im Bereich der Anästhesie und Intensivmedizin.

Simulatoren – mehr als Training von Individuen

Bisher lag die Anwendung moderner Simulationssysteme vorwiegend auf dem Gebiet des Trainings von Einzelpersonen oder seltener von Teams [8,94]. Damit wird aber das Potenzial der Simulatoren für Teamaspekte bei weitem nicht ausgeschöpft. Die Annahme, das optimierte Training von Einzelpersonen (allein) würde Fehler eliminieren und die Patientensicherheit erhöhen, erscheint unter einer Systemperspektive nicht ausreichend. Auch ein optimales Training von Einzelpersonen hat einen limitierten Effekt, da die vielfältigen organisationalen und systembedingten Aspekte von Sicherheit und Risiko nicht verändert werden. Dabei liegen die Ursachen für viele Zwischenfälle eben genau in diesen Rahmenbedingungen der anästhesiologischen Tätigkeit (latente Fehler, Ausbildungsstandards etc.). Patientensimulatoren eignen sich aber auch für eine Anwendung in diesen erweiterten Bereichen der Patienten- und Systemsicherheit. Mit Hilfe von realistischen Simulationen können Entscheidungsträger von der Notwendigkeit besserer Ausbildungskonzepte überzeugt werden, können einzelne Personen an sich selbst erleben, dass jeder einmal einen Fehler macht, wobei aber die Sensibilisierung zur Verbesserung der Sicherheitskultur führen kann. Sowohl zum Training als auch für wissenschaftliche Untersuchungen können ungünstige organisationale Rahmenbedingungen in die Simulation integriert, systematisch variiert und so in ihrer Auswirkung studiert werden. Beispiele sind wissenschaftliche Untersuchungen zur Leistung übermüdeten Assistenzärzte am Simulator [95–97] oder die Simulation von Personalmangel, sowohl quantitativ als auch qualitativ im Rahmen von ACRM-Kursen.

So kann die realistische Patientensimulation als zentrales Thema im Mensch-Technik-Organisations-Dreieck angesehen werden (Abb. 2), wo sich alle Elemente der Eckpunkte treffen und gemeinsam wirkend dargestellt und analysiert werden können [12]. Der breite Einsatz von realitätsnahen Simulationen, speziell

Simulation im Fokus der Patienten-Sicherheit

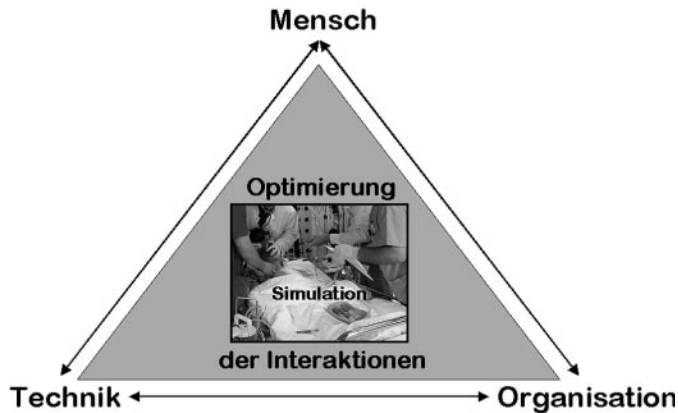


Abb. 2 Simulation im Zentrum des Mensch-Technik-Organisations-Dreieck. „Mensch“ steht dabei sowohl für das Individuum als auch für das Team. Simulation kann ein wertvolles Werkzeug zur Optimierung der Interaktionen der äußeren Hauptfaktoren sein. Die Simulation sollte damit einen zentralen Punkt im Sicherheitsmanagement einer Organisation einnehmen.

auch mit Teams, hat das Potenzial zu einer erheblichen Optimierung der Interaktionen von menschlich-psychologischen, technischen und organisationalen Faktoren [28,98].

Schließlich kommt der realitätsnahen Patientensimulation eine große Bedeutung für die Forschung zu. So können am Simulator nicht nur in einzigartiger Weise Zwischenfälle reproduzierbar nachgestellt und systematisch analysiert, sondern auch Untersuchungen zur Arbeitsaufgabe des Anästhesisten durchgeführt werden. Zum Beispiel wurde mit der „Handlungsdichte“ eine Möglichkeit entwickelt, Handlungsverläufe aus der Beobachtung zu beschreiben [99,100]. Studien, bei denen neue Methoden, zum Beispiel im Bereich der Telemedizin [75], oder Geräte unter alltagsrelevanten und realitätsnahen Bedingungen eingehend „auf den Prüfstand“ gestellt werden, ermöglichen es, diese Geräte oder Methoden vor dem Einsatz am Patienten zunächst am Simulator zu evaluieren, ohne Personen zu gefährden.

„Patienten-Sicherheits-Waage“

Patientensicherheit ergibt sich also aus vielfältigen, komplexen und dynamischen Elementen, die ein hohes, oft aber nicht offensichtlich erkennbares Interaktionspotenzial haben. Aus diesem Grund werden komplexe Systeme auch als opak bezeichnet [101]. Um trotzdem eine bildliche Assoziation von den Zusammenhängen haben zu können, soll das Modell der „Patienten-Sicherheits-Waage“ vorgestellt werden (Abb. 3):

Patientensicherheit ist, falls sie erreicht wird, ein labiler Zustand, der leicht und durch verschiedene Faktoren aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann. Die rechte, sichere Seite der Waage steht für die proaktive Sicherheitskultur und deren Mechanismen, im Idealfall bis hin zu Kennzeichen einer „High-Reliability-Organisation“ (Sicherheit = höchstes, auf allen Ebenen akzeptiertes organisationales Ziel). Die linke, unsichere Seite der Waage zeigt patientensicherheitsgefährdende Elemente. Diese können aus einer „Culture of Blame“ resultieren oder Kennzeichen von

Die Patienten-Sicherheits-Waage

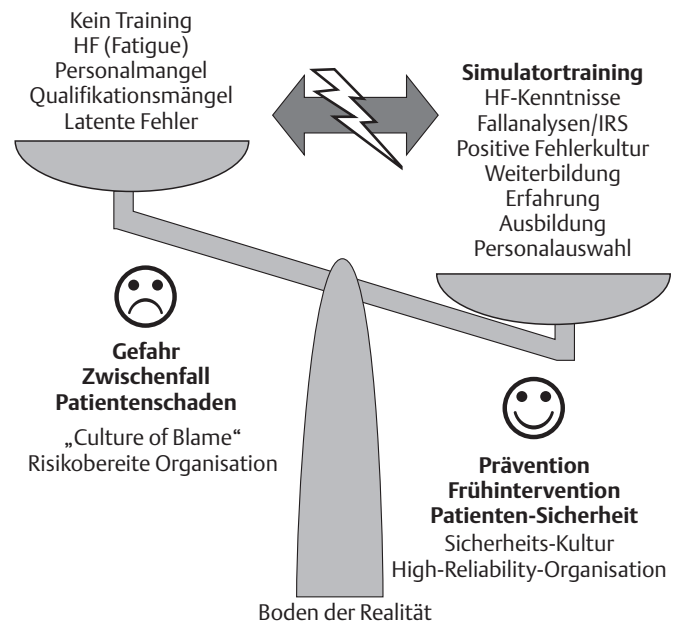


Abb. 3 Das Modell der „Patienten-Sicherheits-Waage“: Die rechte Seite steht für sicherheitsfördernde Elemente einer positiven Sicherheitskultur, während links negative Elemente und Faktoren einer „Culture of Blame“ dargestellt sind. Verschiebungen zwischen den Seiten wirken sich besonders stark aus (Pfeil mit Blitz). „HF“ = Human Factors; „IRS“ = Incident Reporting Systeme.

Organisationen sein, die bereit sind, bestimmte Risiken einzugehen oder die Augen davor zu verschließen.

Das Modell der Waage wurde gewählt, weil es folgende Effekte veranschaulicht:

- Es spielt für die Störung des Gleichgewichts keine Rolle, ob auf der „guten“ Seite etwas weggenommen wird oder auf der „schlechten“ Seite etwas hinzukommt.
- Wird allerdings ein Element von einer Seite auf die andere verschoben, so wirkt sich dies besonders stark aus (Bsp: Wird eine Maßnahme zur Erhöhung der Patientensicherheit (z.B. gute Ausbildung) auf der rechten Seite weggenommen, dann führt dies nicht nur zu einem relativen Überwiegen der bereits auf der linken Waagschale liegenden negativen Elemente, sondern die negative Komponente (im Beispiel dann Qualifikationsmängel) kommt auf der linken Seite zusätzlich hinzu). Verschiebungen des feinen Gleichgewichts (oder besser Übergewichts) der Patientensicherheit können sich also überproportional auswirken. Der Vorteil dieses Effektes ist, dass dies umgekehrt auch für positive Veränderungen gilt.
- Nur weil die Waage sanft hin- und herwippt, sollte man sich nicht in Sicherheit wiegen.

Hinzu kommen nämlich noch zahlreiche kurz- und mittelfristig wirkende interagierende Effekte [101] innerhalb der Waagschalen. So kann kurzfristig ein gewisser Personalmangel bei hoher Qualifikation des vorhandenen Personals mit geringen Einbußen an Patientensicherheit kompensiert werden, während sich derselbe Personalmangel bei grenzwertigem Qualifikationsstand deletär auswirken kann. Eine Verschlechterung der Ausbildung

(rechts in Abb. 3) von Mitarbeitern kann sich nicht nur akut in einer reduzierten Qualifikation (links in Abb. 3) dieser Mitarbeiter auswirken, sondern mittelfristig auch auf die Weiterbildung späterer Mitarbeiter oder auf einer anderen Ebene, z. B. der Arbeitszufriedenheit.

Das vorgeschlagene Modell der „Patienten-Sicherheits-Waage“ kann auch bei der Analyse von Zwischenfällen Anwendung finden, indem die verschiedenen im jeweiligen Fall wirkenden Faktoren auf die Waagschalen verteilt und ihr Effekt auf den Verlauf „erwogen“ wird.

Der Pfeil zwischen den Waagschalen steht für das Verschieben von Inhalten zwischen Risiko und Sicherheit. Er symbolisiert dabei Strategien zur Risikominimierung in der Anästhesie, die eben diese Wechselwirkungen und deren komplexe Auswirkungen auf die Struktur der Patientensicherheit berücksichtigen sollen [14]. Der Einsatz moderner Simulationstechniken kann an mehreren Stellen der Sicherheitswaage wirken: Negative Elemente können reduziert (z. B. durch Erhöhung der Qualifikation) und positive Elemente (z. B. durch Teamtraining und durch Verbesserung der Sicherheitskultur) verstärkt werden.

Es ist an der Zeit, das Thema Patientensicherheit auch in Deutschland von den an der Patientenbehandlung direkt Beteiligten zu lösen und alle Mitarbeiter einer Organisation im Gesundheitswesen, vom Reinigungsdienst bis zur ärztlichen und wirtschaftlichen Führungsebene, in die Gestaltung und Verantwortung für Patientensicherheit einzubeziehen [102]. Dies wird auch von den Gutachtern der konzertierten Aktion im Gesundheitswesen nachdrücklich gefordert [50]. Die „Patienten-Sicherheits-Waage“ soll dabei einen kleinen Beitrag zur Veranschaulichung der Zusammenhänge leisten und damit die Diskussion über Patientensicherheit auf allen Ebenen einer Organisation erleichtern. Es versteht sich von selbst, dass die hier gezeigte „Patienten-Sicherheits-Waage“, um nicht aus dem Gleichgewicht zu geraten oder gar ganz umzufallen, immer stabil auf dem Boden der klinischen Realität stehen muss.

Literatur

- Gaba DM. Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ* 2000; 320: 785–788
- Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ, Maier WR, Philip JH, Seeman RG. Standards for patient monitoring during anesthesia at Harvard Medical School. *JAMA* 1986; 256: 1017–1020
- Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ et al. Anesthesia practice standards at Harvard: a review. *J Clin Anesth* 1988; 1: 55–65
- Gaba DM, DeAnda A. A comprehensive anesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training. *Anesthesiology* 1988; 69: 387–394
- Good ML, Gravenstein JS. Anesthesia simulators and training devices. *International Anesthesiology Clinics* 1989; 27: 161–168
- Reason J. Human error: models and management. *BMJ* 2000; 320: 768–770
- Rall M. Simulation als Strategie zur Risikominimierung in der Anästhesie. ■: DAK Abstractband, 2003
- Schüttler J. Training im Simulator: Spielerei oder unverzichtbare Komponente ärztlicher Lernprozesse? *Anaesthesist* 1999; 48: 431–432
- Chopra V, Bovill JG, Spierdijk J. Accidents, near accidents and complications during anaesthesia. A retrospective analysis of a 10-year period in a teaching hospital. *Anaesthesia* 1990; 45: 3–6
- Chopra V, Bovill JG, Spierdijk J, Koornneef F. Reported significant observations during anaesthesia: a prospective analysis over an 18-month period. *Br J Anaesth* 1992; 68: 13–17
- Gaba DM, Fish KJ, Howard SK. Zwischenfälle in der Anästhesie. Prävention und Management. (Übersetzt und bearbeitet von M. Rall). Luebeck: Gustav Fischer, 1998
- Grube C, Schaper N, Graf BM. Man at Risk. Präventionsstrategien und Risikomanagement zur Erhöhung der Patientensicherheit [Man at risk. Preventive strategies and risk management for patient safety]. *Anaesthesist* 2002; 51: 239–247
- Murray JP, Geiduschek JM, Caplan RA, Posner KL, Gild WM, Cheney FW. A comparison of pediatric and adult anesthesia closed malpractice claims. *Anesthesiology* 1993; 78: 461–467
- Rall M, Manser T, Guggenberger H, Gaba DM, Unertl K. [Patient safety and errors in medicine: development, prevention and analyses of incidents] Patientensicherheit und Fehler in der Medizin. Entstehung, Prävention und Analyse von Zwischenfällen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001; 36: 321–330
- Webb RK, Currie M, Morgan CA et al. The Australian Incident Monitoring Study: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 1993; 21: 520–528
- Newland MC, Ellis SJ, Lydiatt CA et al. Anesthetic-related cardiac arrest and its mortality: a report covering 72,959 anesthetics over 10 years from a US teaching hospital. *Anesthesiology* 2002; 97: 108–115
- Lagasse RS. Anesthesia safety: model or myth? A review of the published literature and analysis of current original data. *Anesthesiology* 2002; 97: 1609–1617
- Cooper JB, Gaba D. No myth: anesthesia is a model for addressing patient safety. *Anesthesiology* 2002; 97: 1335–1337
- Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeck B. Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. *Anesthesiology* 1978; 49: 399–406
- Roberts KH, Rousseau DM, La Porte TR. The culture of high reliability: Quantitative and qualitative assessment aboard nuclear powered aircraft carriers. *Journal of High Technology Management Research* 1994; 5: 141–161
- Roberts KH. Managing high reliability organizations. *California Management Review* 1990; 32: 101–114
- Roberts KH. Some characteristics of high reliability organizations. *Organization Science* 1990; 1: 160–177
- Rochlin GI, La Porte TR, Roberts KH. The self-designing high reliability organization: aircraft carrier flight operations at sea. *Naval War College Review* 1987; 42: 76–90
- Norman DA. *The Psychology of Everyday Things*. ■: BasicBooks, 1988
- Wehner T. Sicherheit als Fehlerfreundlichkeit. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1992
- Manser T, Wehner T. Wissensorientierte Kooperation in der Medizin – Ein Konzept und seine Implikationen für die Praxis. In: Ulich E (ed). *Arbeitspsychologie in Krankenhaus und Arztpraxis*. Bern: Huber, 2003: 323–339
- Manser T, Wehner T. Analysing Action Sequences: Variations in Action Density in the Administration of Anaesthesia. *Cognition Tech Work* 2002; 4: 71–81
- Thiele K, Manser T. Soziotechnische Systemanalyse im Krankenhaus. Eine arbeitspsychologische Fallstudie in der Anästhesiologie. *Harburger Beiträge zur Psychologie und Soziologie der Arbeit* [27]. 8-1-2001
- Manser T, Wehner T, Dieckmann P, Rall M. Gründe, Mühen und Chancen einer interdisziplinären Forschungsk Kooperation zwischen Arbeitspsychologie und Anästhesie. In: Manser T (ed). *Komplexes Handeln in der Anästhesie*. Lengerich: Pabst, 2003: 25–45
- Rall M, Dieckmann P, Schaedle B, Manser T. MDs and psychologists: Potentials and pitfalls of interdisciplinary cooperation in a medical simulation research center. *Anesth Analg* 2002; 95: S115–S140
- Reason J. *Human error*. Cambridge: ■, 1994
- Rasmussen J. Skills, rules, knowledge: signals, signs and symbols and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics* 1983; SMC-13: 257–267
- Rasmussen J. The concept of human error: Is it useful for the design of safe systems in healthcare? *Safety in Medicine* 2000; ■: 31–47
- Perrow C. *Normal Accidents*. Princeton: Princeton University Press, 1999
- Gaba DM. Human error in anesthetic mishaps. *Int Anesthesiol Clin* 1989; 27: 137–147
- Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To Err is Human – Building a Safer Health System*. Washington: National Academy Press, 1999

- 37 Fischhoff B. Hindsight/foresight: The effect of outcome knowledge on judgment under uncertainty. *J Exp Psych Hum Perception Perf* 1975; 1: 288–299
- 38 Reason J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate, 1997
- 39 Caplan RA, Posner KL, Cheney FW. Effect of outcome on physician judgments of appropriateness of care. *JAMA* 1991; 265: 1957–1960
- 40 Rall M, Schaedle B, Zieger J, Naef W, Weinlich M. [Innovative training for enhancing patient safety. Safety culture and integrated concepts] Neue Trainingsformen und Erhöhung der Patientensicherheit – Sicherheitskultur und integrierte Konzepte. *Unfallchirurg* 2002; 105: 1033–1042
- 41 Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-based training in anesthesia crisis resource management (ACRM): a decade of experience. *Simulation and Gaming* 2001; 32: 175–193
- 42 Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, Yang GS, Sarnquist FH. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 1992; 63: 763–770
- 43 Mehl K, Dieckmann P, Manser T, Wehner T. Psychologischer Erkenntnisgewinn mit und für Simulatoren. Virtuelle Realität als Zugang zur Erforschung verhaltenswissenschaftlicher Mechanismen – Verhaltenswissenschaftliche Mechanismen als Gestaltungselemente virtueller Realität. In: Reuter H, Stadler M (eds). *Lebenswelt und Erleben*. Lengerich: Pabst, 2002: 153–171
- 44 Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ* 2000; 320: 745–749
- 45 Taylor TH, Major E. *Hazards and Complications of Anaesthesia*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1993
- 46 Howard SK, Rosekind MR, Katz JD, Berry AJ. Fatigue in Anesthesia – Implications and Strategies for Patient and Provider Safety. *Anesthesiology* 2002; in press
- 47 Howard S, Gaba DM, Rosekind MR, Zarcone VP. The Risks and Implications of Excessive Daytime Sleepiness in Resident Physicians. *Acad Med* 2002; 77: 1019–1025
- 48 Rall M, Zieger J, Schaedle B, Haible T, Dieckmann P. The Critical Incident Analysis Tool: Facilitating to Find Underlying Causes of Critical Incidents in Anaesthesiology for Novices in Human Error. 2002. http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/iria2002/IRIA_2002.pdf. Workshop on Investigating and Reporting of Incidents and Accidents Glasgow.
- 49 Committee on quality of health care in America. *Crossing the quality chasm: a new health system for the 21st century*. Washington, D.C: National Academy Press, 2001
- 50 Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen. Gutachten 2003: Finanzierung, Nutzerorientierung und Qualität. 2003. <http://www.svr-gesundheit.de/gutacht/gutalt/gutaltle.htm>. Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen.
- 51 Leape LL, Brennan TA, Laird N et al. The nature of adverse events in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study II. *N Engl J Med* 1991; 324: 377–384
- 52 Leape LL, Woods DD, Hatlie MJ, Kizer KW, Schroeder SA, Lundberg GD. Promoting patient safety by preventing medical error. *JAMA* 1998; 280: 1444–1447
- 53 Gaba DM. Improving anesthesiologists' performance by simulating reality [editorial; comment]. *Anesthesiology* 1992; 76: 491–494
- 54 Gaba DM, Howard SK. Simulated anaesthetic emergencies. *B J Anaesth* 1997; 79: 689–690
- 55 Gaba DM. Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ* 2000; 320: 785–788
- 56 Chopra V, Engbers FH, Geerts MJ, Filet WR, Bovill JG, Spierdijk J. The Leiden anaesthesia simulator [see comments]. *Br J Anaesth* 1994; 73: 287–292
- 57 Chopra V, Gesink BJ, de Jong J, Bovill JG, Spierdijk J, Brand R. Does training on an anaesthesia simulator lead to improvement in performance? *Br J Anaesth* 1994; 73: 293–297
- 58 Brodsky JB, Adkins MO, Gaba DM. Bronchial cuff pressures of double-lumen tubes [published erratum appears in *Anesth Analg* 1990 Jun; 70 (6): 670] [see comments]. *Anesth Analg* 1989; 69: 608–610
- 59 Gaba DM, DeAnda A. The response of anesthesia trainees to simulated critical incidents. *Anesth Analg* 1989; 68: 444–451
- 60 Forrest FC, Taylor MA, Postlethwaite K, Aspinall R. Use of a high-fidelity simulator to develop testing of the technical performance of novice anaesthetists. *British Journal of Anaesthesia* 2002; 88: 338–344
- 61 Gaba DM, DeAnda A. A comprehensive anesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training. *Anesthesiology* 1988; 69: 387–394
- 62 DeAnda A, Gaba DM. Unplanned incidents during comprehensive anesthesia simulation. *Anesthesia and Analgesia* 1990; 71: 77–82
- 63 DeAnda A, Gaba DM. The role of experience in the response to simulated critical incidents. *Anesthesia and Analgesia* 1991; 72: 308–315
- 64 Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, Yang G, Sarnquist FH. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviation Space and Environmental Medicine* 1992; 63: 763–770
- 65 Gaba DM. Simulator Training in Anesthesia Growing Rapidly. *Anesthesia Patient Safety Foundation Newsletter* 1995; 10: 34–36
- 66 Holzman RS, Cooper JB, Gaba DM, Philip JH, Small SD, Feinstein D. Anesthesia crisis resource management: real-life simulation training in operating room crises. *J Clin Anesth* 1995; 7: 675–687
- 67 Gaba DM. Simulators in Anesthesiology. *Advances in Anesthesia* 1997; 14: 55–94
- 68 Gaba DM, Howard SK, Flanagan B, Smith BE, Fish KJ, Botney R. Assessment of clinical performance during simulated crises using both technical and behavioral ratings [see comments]. *Anesthesiology* 1998; 89: 8–18
- 69 Gaba DM, Howard S, Smith B, Weinger MB. Simulators in anesthesiology education. *Anesth Analg* 1999; 89: 805–806
- 70 Gaba DM. Anesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ* 2000; 320: 785–788
- 71 Grube C, Volk S, Zausig Y, Graf BM. Changing culture–simulator-training as a method to improve patient safety. Report on an international meeting on medical simulation. Scottsdale: January 12–14, 2001. *Anaesthesist* 2001; 50: 358–362
- 72 Lussi C, Grapengeter M, Schüttler J. Simulator Training in der Anaesthesie. *Anwendungen und Stellenwert*. *Anaesthesist* 1999; 48: 433–438
- 73 Dieckmann P, Manser T. Praxis des Simulatoreinsatzes in der Anaesthesiologie: Begründung einer Bestandsaufnahme und erste Ergebnisse. In: Manser T (ed). *Komplexes Handeln in der Anästhesie*. Lengerich: Pabst, 2003
- 74 Rall M, Moenk S, Mather S, Rettedal A, Glavin RJ. SESAM – The Society in Europe for Simulation Applied to Medicine. (Editorial). *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20: 763
- 75 Rall M, Zieger J, Schaedle B, Wengert A, Unertl K. Patient simulator as test bed for mobile telemedicine applications for medical emergencies – The Guardian-Angel-System. *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20: 49A
- 76 Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, Yang G, Sarnquist FH. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviat Space Environ Med* 1992; 63: 763–770
- 77 Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-based training in anesthesia crisis resource management (ACRM): a decade of experience. *Simulation and Gaming* 2001; 32: 175–193
- 78 DGAI und ad-hoc-Kommission Simulatoren. Anforderungskatalog zur Durchführung von Simulatortraining-Kursen in der Anästhesie (Beschluss der DGAI 03/2002). *Anaesth Intensivmed* 2002; 43: 828–830
- 79 Dieckmann P, Wehner T. Über Grundsätze zur Gestaltung von Simulatorsettings für Forschung und Lehre. *Harburger Beiträge zur Psychologie und Soziologie der Arbeit* [31]. ■■■, 2002
- 80 Rall M, Manser T, Howard S. Key Elements of Debriefing for Simulator Training. *Eur J Anaesthesiol* 2000; 17: 516–517
- 81 Schaedle B, Dieckmann P, Wengert A, Zieger J, Rall M. The role of debriefing in simulator training courses for medical students. *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20: 850
- 82 Dieckmann P, Manser T, Schaedle B, Rall M. How do anaesthesiologists experience a simulator setting in comparison with clinical settings? Results from an interview study. *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20: 847A
- 83 Salas E, Bowers CA, Rhodenizer L. It is not how much you have but how you use it: toward a rational use of simulation to support aviation training. *Int J Aviat Psychol* 1998; 8: 197–208
- 84 Gaba DM. The human work environment and anesthesia simulators. In: Miller RD (ed). *Anesthesia*. Philadelphia: Churchill-Livingstone, 2000

- ⁸⁵ Rall M, Schaedle B, Zieger J, Naef W, Weinlich M. Neue Trainingsformen und Erhöhung der Patientensicherheit – Sicherheitskultur und integrierte Konzepte. *Unfallchirurg* 2002; 105: 1033 – 1042
- ⁸⁶ Henrichs B, Rule A, Grady M, Ellis W. Nurse anesthesia students' perceptions of the anesthesia patient simulator: a qualitative study. *AANA J* 2002; 70: 219 – 225
- ⁸⁷ Hendrickse AD, Ellis AM, Morris RW. Use of simulation technology in Australian Defence Force resuscitation training. *J R Army Med Corps* 2001; 147: 173 – 178
- ⁸⁸ Ellis C, Hughes G. Use of human patient simulation to teach emergency medicine trainees advanced airway skills. *J Accid Emerg Med* 1999; 16: 395 – 399
- ⁸⁹ Freeman KM, Thompson SF, Allely EB, Sobel AL, Stansfield SA, Pugh WM. A virtual reality patient simulation system for teaching emergency response skills to U.S. Navy medical providers. *Prehospital Disaster Med* 2001; 16: 3 – 8
- ⁹⁰ Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med* 2003; 78: 783 – 788
- ⁹¹ Small SD, Wuerz RC, Simon R, Shapiro N, Conn A, Setnik G. Demonstration of high-fidelity simulation team training for emergency medicine. *Acad Emerg Med* 1999; 6: 312 – 323
- ⁹² Patel RM, Crombleholme WR. Using simulation to train residents in managing critical events. *Academic Medicine* 1998; 73: 593
- ⁹³ Reznick M, Smith-Coggins R, Howard S et al. Emergency Medicine Crisis Resource Management (EMCRM): Pilot Study of a Simulation-based Crisis Management Course for Emergency Medicine. *Acad Emerg Med* 2003; 10: 386 – 389
- ⁹⁴ Reznick M, Harter P, Krummel T. Virtual reality and simulation: training the future emergency physician. *Acad Emerg Med* 2002; 9: 78 – 87
- ⁹⁵ Betzendoerfer D. TOMS – Team oriented medical simulation: briefing, simulation, debriefing. Copenhagen, Denmark: 1995: 51 – 55 ■((Titel??))The Anaesthesia Simulator as an Educational Tool■
- ⁹⁶ Gaba DM, Howard SK. Patient safety: fatigue among clinicians and the safety of patients. *N Engl J Med* 2002; 347: 1249 – 1255
- ⁹⁷ Howard SK, Rosekind MR, Katz JD, Berry AJ. Fatigue in anesthesia: implications and strategies for patient and provider safety. *Anesthesiology* 2002; 97: 1281 – 1294
- ⁹⁸ Howard SK, Gaba DM, Smith BE et al. Simulation study of rested versus sleep-deprived anesthesiologists. *Anesthesiology* 2003; 98: 1345 – 1355
- ⁹⁹ Manser T, Wehner T. Wissensorientierte Kooperation in der Medizin – Ein Konzept und seine Implikationen für die Praxis. In: Ulich E (ed). *Arbeitspsychologie in Krankenhaus und Arztpraxis*. Bern: Huber, 2003: 323 – 339
- ¹⁰⁰ Manser T, Wehner T, Rall M. Analysing action sequences in anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2000; 17: 526
- ¹⁰¹ Manser T, Wehner T, Rall M. Dichte im Handlungsverlauf – Überlagerungen als Fokus der Analyse komplexer Arbeitstätigkeiten. *Z ARB WISS* 2003; 57: ■ – ■
- ¹⁰² Dörner D. *Die Logik des Mißlingens*. Reinbek: Rowohlt, 1993
- ¹⁰³ Reinertsen JL. Let's talk about error [editorial]. *BMJ* 2000; 320: 730

Korrespondenzadresse: ■((Name ...)) ■ ■Universitätsklinikum Tübingen · Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin (Ärztl. Direktor Prof. Dr. K. Unertl) · Tübinger Patienten-Sicherheits- und Simulations-Zentrum TüPASS · Hoppe-Seyler-Straße 3 · 72076 Tübingen · marcus.rall@med.uni-tuebingen.de
