

## Dynamische Entscheidungsfindung in der Notfallmedizin: Beispiel einer Querschnittlähmung nach Verkehrsunfall

M. Müller, B. Bergmann, Thea Koch, Axel R. Heller

### Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Müller, M., B. Bergmann, Thea Koch, and Axel R. Heller. 2005. "Dynamische Entscheidungsfindung in der Notfallmedizin: Beispiel einer Querschnittlähmung nach Verkehrsunfall." *Der Anaesthetist* 54 (8): 781–86.  
<https://doi.org/10.1007/s00101-005-0858-6>.

### Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

#### Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



M. Müller<sup>1</sup> · B. Bergmann<sup>2</sup> · T. Koch<sup>1</sup> · A. Heller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Anaesthesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum der Technischen Universität, Dresden · <sup>2</sup> Institut für Allgemeine Psychologie, Biopsychologie und Methoden der Psychologie, Universitätsklinikum der Technischen Universität, Dresden

# Dynamische Entscheidungsfindung in der Notfallmedizin

## Beispiel einer Querschnittlähmung nach Verkehrsunfall

**B**ei der präklinischen Tätigkeit als Notarzt sind die Patientenkontakte im Vergleich zur klinischen Versorgung meist sehr kurz. Zur Gewährleistung einer zügigen Versorgung sollte die Zeit bis zum Eintreffen in der Zielklinik in der Regel eine Stunde nicht übersteigen. In dieser Zeitspanne erfolgen die Diagnostik mit eingeschränkten Möglichkeiten, die Entscheidung über die therapeutische Strategie sowie die Auswahl der Zielklinik und der Transport dorthin. Während der notärztlichen Versorgung ändert sich der Zustand des Patienten innerhalb eines kurzen Intervalls häufig in relevanter Weise. Dies macht unter Umständen, in Abwandlung bestehender Algorithmen [6, 18], eine Änderung der Strategie während des laufenden Einsatzes nötig.

Eine wesentliche Komponente der dynamischen Entscheidungsfindung ist eine Kultur des aktiven Infragestellens der eigenen Arbeitshypothese mithilfe entsprechend verfügbarer Informationsquellen. Diese Art der Entscheidungsfindung soll nicht nur helfen, sich der klinischen Dynamik eines Notfallpatienten immer wieder bewusst zu werden, sondern vor allem auch Fehleinschätzungen zu entdecken, Kurskorrekturen vorzunehmen sowie „Holzwege“ und „Sackgassen“ zu vermeiden.

Das Überdenken von Entscheidungen und das Treffen eventueller Neuentscheidungen aufgrund einer geänderten Situation sind Fertigkeiten, die in sehr ähnlicher Form in der Luftfahrt bekannt und geschätzt sind; hier zählen sie zu den Kernkompetenzen des „crew resource management“ (CRM) [8].

Dieses Prinzip wird im Folgenden anhand einer Kasuistik vorgestellt. Im Anschluss daran werden die Anforderungen an den Notarzt unter dem Aspekt des Umgangs mit komplexen dynamischen Systemen eingeordnet.

### Kasuistik

An einem Frühjahrsnachmittag (sonnig, niederschlagsfrei, 18°C-Außentemperatur) erfolgte die primäre Alarmierung des Rettungshubschraubers (RTH) zu einem Verkehrsunfall auf einer Kreisstraße. Laut Notrufmeldung sollten 2 Verletzte bewusstlos und in einem PKW eingeklemmt sein. Der RTH landete 8 min nach der Alarmierung direkt an der Unfallstelle; ein Rettungswagen (RTW) und eine freiwillige Feuerwehr waren bereits vor Ort.

Das Unfallfahrzeug war von der Fahrbahn abgekommen, frontal gegen einen Baum geprallt und etwa 15 m weiter auf einem freien Feld zum Stehen gekommen.

Der Beifahrer war bereits aus eigenen Kräften ausgestiegen und wurde von Passanten betreut. Der Fahrer des Fahrzeugs saß noch auf dem Fahrersitz. Es gab keine weiteren Verletzten.

Der Notarzt des RTH nahm eine orientierende Untersuchung des Fahrers vor. Dieser war initial bewusstlos ohne Reaktion auf Ansprache oder Schmerzreiz (Glasgow-Koma-Skala, GCS 3 Punkte). Die Pupillen waren mittelweit, isokor und reagierten direkt und konsensuell auf Licht. Der Patient atmete spontan; auffällig war ein Foetor alcoholicus. Äußerlich waren keine Verletzungen ersichtlich; der Patient hatte eingenässt. Aufgrund der vorläufigen Verdachtsdiagnose eines Schädel-Hirn-Traumas und der gestellten Indikation für die Intubation ließ der Notarzt durch einen Rettungsassistenten die Medikamente zur Narkoseeinleitung und die endotracheale Intubation vorbereiten. Das parallel durchgeführte Monitoring (Elektrokardiogramm, nichtinvasive Blutdruckmessung, Sauerstoffsättigung) ergab stabile Vitalparameter: Blutdruck 140/80 mmHg, Herzfrequenz 90/min, S<sub>p</sub>O<sub>2</sub> 98%. Es erfolgte eine kurze Lagebesprechung mit dem Einsatzleiter der Feuerwehr, der bestätigte, dass der Patient ohne technische Rettung schnell befreit werden könne. Mittlerweile gab der Patient unverständliche Laute

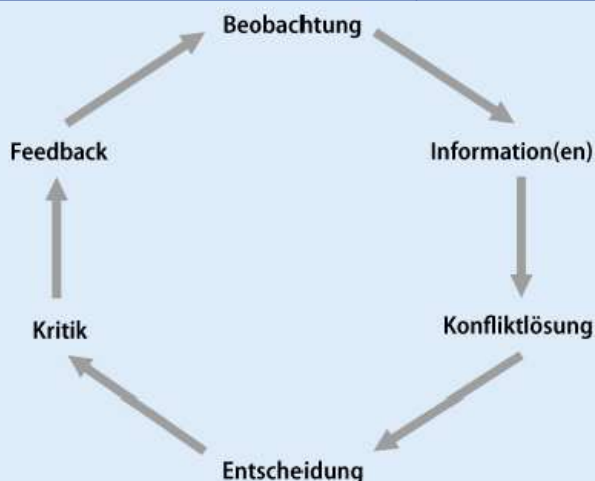


Abb. 1 ▲ „The loop“. Vorgehensweise zur Entscheidungsfindung in der Luftfahrt

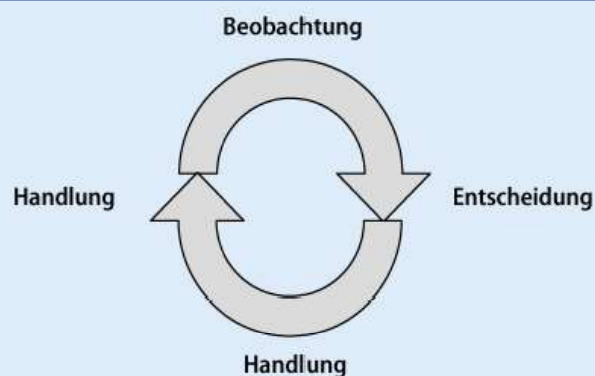


Abb. 2 ▲ Zentraler Zyklus der Dynamischen Entscheidungsfindung. (Nach Gaba et al. [4])

Abb. 3 ► FORDEC-Modell zur Entscheidungsfindung

F acts  
O ptions  
R isks  
D ecision  
E xecution  
C heck

Abb. 4 ► Arbeitsplatz des Notarztes in der BO 105 CBS



von sich, zeigte mit beiden Händen ungezielte Abwehrbewegungen auf Schmerz (GCS 7 Punkte) und schluckte.

Nach Reevaluierung des Zustands entschied der Notarzt bei deutlicher Besserungstendenz des Bewusstseins und erhaltenen Schutzreflexen, den Patienten nicht sofort zu intubieren. Da ein Trauma der Halswirbelsäule (HWS) aufgrund des Unfallmechanismus nicht auszuschließen war, hätte eine Intubation unter den gegebenen Bedingungen eine weitere Schädigung der HWS eher zur Folge gehabt, als eine kontrollierte fiberoptische Intubation in der Notaufnahme der Zielklinik. Die weitere Rettung erfolgte unter ständiger Intubationsbereitschaft. Der Notarzt und der Einsatzleiter der Feuerwehr einigten sich auf eine möglichst schonende Rettung des Patienten. Durch die Feuerwehr wurden das Dach des PKW und der B-Holm auf der Fahrerseite abgetrennt und die Fahrertür entfernt. Diese Maßnah-

men dauerten etwa 20 min. Der Patient wurde bereits im Fahrzeug mit einer Halskrause („Stifneck“®) sowie dem „Kendrick extrication device“ (KED®) immobilisiert. Nach Abschluss der beschriebenen technischen Maßnahmen wurde eine Schaufeltrage in Verlängerung der Rückenlehne des Fahrersitzes gebracht und der Patient mit der Schlaufe am Kopfende des KED auf die Schaufeltrage gezogen. Nach Lagerung auf der Vakuummatratze wurde der Verletzte in den RTW gebracht, dort entkleidet und untersucht. Der Bewusstseinszustand hatte sich im Verlauf der Rettung weiter gebessert (GCS 12 Punkte). Mittlerweile gab der Patient an, starke Schmerzen im Bereich der HWS zu haben und die Beine nicht bewegen zu können. Die Kreislaufparameter waren unverändert. Zur Analgesie wurden 0,1 mg Fentanyl intravenös appliziert.

Nach erneuter Reevaluierung entschied sich der Notarzt für einen Trans-

port mit dem RTH in die 10 Flugminuten entfernte Universitätsklinik ohne vorherige Intubation. Nach problemlosem Transport wurden in der Klinik eine HWK5-Fraktur und eine diskoligamentäre Instabilität im Bereich der Halswirbelkörper HWK5/6 mit Bandscheibenprolaps festgestellt. Es bestand eine schlaffe Paraparese der Beine; ein exaktes sensibles Niveau konnte aufgrund eingeschränkter Kooperation bei Alkoholintoxikation (1,93 g/l Ethanol) nicht bestimmt werden. Es erfolgte die sofortige operative Entlastung mit Bandscheibenentfernung und ventraler Spondylodese C5/6 mit trikortikalem Beckenspan. Postoperativ kam es zu einer deutlichen und raschen Besserung des neurologischen Befundes; der Patient konnte am 7. Tag nach Aufnahme mit einer diskreten residualen Schwäche des linken Beines sowie beider Arme in eine Rehabilitationseinrichtung verlegt werden.

## Diskussion

### Dynamische Entscheidungsfindung in Luftfahrt und Medizin

Dynamische Entscheidungsfindung stellt ein in der Luftfahrt intensiv behandeltes Thema dar. Eine zentrale Vorgehensweise ist hier der „loop“ (■ Abb. 1). Er besteht aus 6 einzelnen Handlungen [8]:

1. Beobachtung,
2. Einholen von Informationen bzw. Rat,
3. Konfliktlösung,
4. Füllen einer Entscheidung,
5. „debriefing“ bzw. „review“,
6. „feedback“.

Erster Schritt des Loops ist eine Beobachtung. Zur Bewertung dieser Beobachtung ist das Einholen von zusätzlichen Informationen bzw. der Rat weiterer Mitglieder des Teams notwendig. Hierbei kommt es nicht selten zu Konflikten, die im dritten Schritt – Konfliktlösung – behoben werden müssen. Es folgt das Füllen einer Entscheidung, die später kritisch überdacht wird. Spätestens im Rahmen eines Debriefings erfolgt die Kritik bzw. ein Review des Entscheidungsprozesses. Im sechsten und letzten Schritt erfolgt das Feedback. Dieser Schritt des Loops wird dann gefolgt von der nächsten Beobachtung; somit schließt sich der Kreis.

Gaba et al. haben dieses Modell in die Medizin übertragen und modifiziert [4]. In Situationen, die eine Entscheidung erfordern, werden die relevanten Informationen, wie beispielsweise Messwerte und deren Interpretation, klinischer Verlauf und Informationen von anderen Fachkollegen (Chirurgen) zusammengefasst und gewertet. Aus dieser *Beobachtung* resultiert eine *Entscheidung*, die in einer adäquaten *Handlung* resultiert. Die Effekte dieser Handlung müssen nach angemessener Zeit *reevaluiert* werden; hier schließt sich der Kreis (■ Abb. 2). Ergibt die Reevaluierung kein zufrieden stellendes Ergebnis, so schließt sich ein neuer Zyklus aufgrund des Handlungsergebnisses in der dynamischen Situation an.

In der Luftfahrt wird ein praktisches Konzept zur Entscheidungsfindung gelehrt, das auch in der Medizin anwendbar ist. Die Anfangsbuchstaben der einzelnen

M. Müller · B. Bergmann · T. Koch · A. Heller

### Dynamische Entscheidungsfindung in der Notfallmedizin. Beispiel einer Querschnittlähmung nach Verkehrsunfall

#### Zusammenfassung

Die dynamische Entscheidungsfindung stellt in der Luftfahrt eine wichtige Kompetenz des „crew resource managements“ (CRM) dar. In der Notfallmedizin ist diese Fertigkeit eine wichtige Voraussetzung zu einer effektiven Versorgung der Patienten. Wir berichten über einen Patienten mit Querschnittssymptomatik nach einem Verkehrsunfall. Der Patient wurde während der notärztlichen Versorgung trotz initialer Bewusstlosigkeit nicht intubiert. Diese Entscheidung wurde im Verlauf der Rettung mehrfach reevaluiert. Bei deutlicher Besserungstendenz des Bewusstseinszustands wurde der Patient im Rettungshubschrauber ohne vorherige Intubation transportiert. Bei in der Notaufnahme diagno-

stizierter C5-Fraktur mit traumatischem Bandscheibenvorfall erfolgte die sofortige operative Dekompression und Stabilisierung. Postoperativ kam es zu einer deutlichen Besserung der neurologischen Symptomatik. Anhand der Kasuistik wird der Bezug zu der in der Luftfahrt bereits seit langem praktizierten dynamischen Entscheidungsfindung und zu dessen psychologischen Grundlagen hergestellt. Es werden Lösungsansätze für ein effektives Entscheiden in der Notfallmedizin vorgestellt.

#### Schlüsselwörter

Dynamische Entscheidungsfindung · Notfallmedizin · Präklinische Intubation

### Dynamic decision making in emergency medicine. Example of paraplegia after a traffic accident

#### Abstract

Dynamic decision making is one of the key skills in crew resource management training in aviation. In emergency medicine it is important to practice this skill as a prerequisite for effective treatment of patients. We report a case of paraplegia after a road traffic accident and cervical spine injury. During the prehospital treatment the patient's state was re-evaluated at different times. Although the patient was initially unconscious the physician at the scene decided not to intubate the trachea as the level of consciousness improved during resuscitation. In the emergency room a C5 fracture

and a prolapsed intervertebral disc were diagnosed and immediate decompression and stabilisation of the cervical spine were performed. Dynamic decision-making has been in practise for a long time in aviation, similarities to decisions in medicine and the psychological background are described on the basis of the case report.

#### Keywords

Dynamic decision making · Emergency medicine · Prehospital endotracheal intubation



Schritte des Handlungsablaufes ergeben das Wort FORDEC (■ Abb. 3). Vor jeder Entscheidung erfolgt eine Analyse der relevanten Informationen („facts“). Daraufhin werden die Handlungsmöglichkeiten („options“) überdacht. Gerade in Notfallsituationen darf dieser Schritt nicht übersprungen werden, da die erste Idee zur Lösung des Problems häufig nicht die Beste ist. Sinnvoller ist die Suche nach mehreren Lösungsansätzen (unter Umständen unter Inkaufnahme einer kleinen Verzögerung) und Abwägung der jeweiligen Risiken („risks“). Erst jetzt wird eine Entscheidung („decision“) gefällt. Die Handlung („execution“) sollte dann zum richtigen Zeitpunkt und von einer geeigneten Person durchgeführt werden. Gerade in kritischen Situationen sind oft mehrere Handlungen durchzuführen; dies erfordert den sinnvollen Einsatz der personellen Ressourcen und das Setzen von Prioritäten. Auch im FORDEC-Modell stellt die Re-evaluierung („check“) den letzten Schritt im Ablauf dar.

Obwohl die Vorgehensweise von Piloten bei der Entscheidungsfindung auch in der Medizin erfolgreich angewendet werden kann, muss darauf hingewiesen werden, dass Piloten zumindest bei zivilen Luftfahrtgesellschaften erst als verantwortliche Luftfahrzeugführer eingesetzt werden, wenn sie bereits über jahrelange Erfahrung im Cockpit (als Kopilot) verfügen. In der Notfallmedizin werden häufig auch jüngere in Weiterbildung befindliche Ärzte, teilweise aus Gebieten, in denen lebensbedrohliche Notfälle selten sind, eingesetzt. Das Erkennen einer kritischen Situation sowie die korrekte Einschätzung der Handlungsoptionen und zugehörigen Risiken setzen Erfahrung voraus. Da der Notarzt häufig kritische Entscheidungen unter Zeitdruck fällen muss und eine Supervision durch einen erfahrenen Kollegen in der Regel nicht gegeben ist, sollten im Rettungsdienst nur Ärzte mit mehrjähriger Berufserfahrung eingesetzt werden.

### Dynamische Entscheidungsfindung am Beispiel der Kasuistik

Unmittelbar nach dem Eintreffen am Unfallort muss der Notarzt 2 wichtige Aufgaben bewältigen: Der oder die Verletzten sollten möglichst schnell versorgt werden

und, selbst bei nur einem Verletzten, müssen eine Evaluierung der Situation und die Absprache mit den beteiligten Einsatzkräften erfolgen. Im beschriebenen Fall wurde ein Patient als leicht verletzt und ein weiterer Patient, insbesondere aufgrund der Bewusstlosigkeit, als vital bedroht eingestuft. Zur Entscheidung bezüglich der Vorgehensweise bei der Rettung wurden Zusatzinformationen erhoben und der Rat vom Einsatzleiter der Feuerwehr eingeholt. Nach Erhalt der nötigen Informationen wurde die erste strategische Entscheidung gefällt: Der Patient sollte schonungsvoll gerettet werden; auf eine Intubation im Fahrzeug wurde verzichtet. Diese Entscheidung war aus zweierlei Gründen wichtig. Es besteht weltweit eine andauernde Diskussion ohne Konsens darüber, ob eine umfassende und ggf. zeitraubende Versorgung vor Ort („stay and play“) oder der schnelle Transport nach kurzer Erstversorgung („scoop and run“) sinnvoller ist [9]. Neben dieser Entscheidung musste sich der Notarzt festlegen, ob der Patient intubiert werden soll, und ob eine Intubation noch im Fahrzeug indiziert ist. Da der Patient kreislaufstabil war und keinen Anhalt auf penetrierende Verletzungen oder starke Blutungen aufwies, wurde zugunsten einer schonenden Rettung entschieden. Kritisch war die Situation bezüglich des ungesicherten Atemwegs. Unmittelbar nach Eintreffen des Notarztes bestand zweifelsohne die Indikation zur Intubation, allerdings ist diese in dieser Position kaum ohne Bewegung und somit potenzielle Folgeschäden für die HWS durchführbar.

Der vorübergehende Verzicht auf die Intubation konnte allerdings auch nur unter Inkaufnahme des Aspirationsrisikos erfolgen. Im Verlauf der ersten Minuten besserte sich die neurologische Situation, so dass der Notarzt bei der ständigen Reevaluierung an der Rettungsstrategie festhalten konnte.

In Situationen, in denen eine Entscheidung gefällt wird, die unter Umständen kurzfristig revidiert werden muss, ist die ganz bewusste Reevaluierung unabdingbar. Am Beispiel der Kasuistik bieten sich einige Zeitpunkte im Verlauf der Rettung an. Eine Abwägung des Für und Wider der endotrachealen Intubation sollte nach Rettung aus dem Fahrzeug neu erfolgen. Das

Risiko bei der Intubation ist zu diesem Zeitpunkt erheblich geringer, allerdings besteht das Risiko einer HWS-Schädigung weiterhin. Zur ggf. notwendigen Neuentcheidung bezüglich der Strategie kann der Patient zu diesem Zeitpunkt besser untersucht werden als im Fahrzeug. Ein weiterer Zeitpunkt, zu dem die Entscheidung für oder gegen eine Intubation überdacht werden sollte, ist vor Verbringen des Patienten in den Rettungshubschrauber, da zumindest in dem eingesetzten Hubschraubertyp (BO-105 CBS) eine Intubation praktisch nicht möglich ist (■ Abb. 4).

### Anforderungen an das Management komplexer dynamischer Probleme

Die in der Kasuistik geschilderte Situation entspricht einem dynamischen Entscheidungsproblem.

Eine Reihe voneinander abhängiger Entscheidungen ist erforderlich, um das Ziel der Rettung der Gesundheit des Patienten zu erreichen. Der Zustand des Patienten verändert sich über die Zeit hinweg; die Entscheidungen des Notarztes verändern die Problemsituation und erzeugen dadurch neue Entscheidungssituationen.

Solche medizinischen Diagnoseprobleme stellen hohe Anforderungen. Sie sind dadurch begründet, dass sehr viele Informationen verarbeitet werden müssen und zwar sowohl aktuelle fallbezogene Informationen als auch medizinisches Wissen; dies hat das Risiko der Überforderung des Arbeitsgedächtnisses zur Folge.

Mit Bezug auf kognitionspsychologische Befunde kann die erforderliche Strategie auf abstrakter Ebene so beschrieben werden, dass es darauf ankommt, eine Informationsreduktion vorzunehmen, so dass eine Bearbeitung im Arbeitsgedächtnis möglich wird. Kintsch u. Ericsson beschreiben am Beispiel von Untersuchungen zum Entscheidungsfinden, dass sich Probanden bemühen, die Informationsmenge zu verkleinern und sie dadurch beherrschbar zu machen [10]. Das Zerlegen des Problems in einzelne Unterprobleme, für die die Verarbeitungskapazität ausreicht, ist ein Weg. Wird der Notarzt beispielsweise zu einem Patienten mit akutem Myokardinfarkt gerufen, besteht prinzipiell die Gefahr der Informationsüber-

flutung durch erhobene Messwerte, Untersuchungsbefunde, Vorerkrankungen und -medikation sowie das dramatische klinische Erscheinungsbild. Liegt bei diesem Patienten eine ventrikuläre Tachykardie vor, stellt diese ein Unterproblem dar, das vom Notarzt unter Umständen problemlos behandelt wird.

Dies funktioniert aber nur, wenn ein hierarchisch organisierter Lösungsplan gespeichert ist, in den nach der Bewältigung des Subproblems konsequent zurückgesprungen wird. Hinzu kommt, dass eine Untergliederung in Einzelaufgaben nicht zu einem Verlust behandlungsrelevanter Informationen, gerade bei vital bedrohten Patienten führen darf. Das bedeutet, aktuelle, fallbezogene Informationen und medizinisches Grundlagenwissen müssen gut strukturiert im Langzeitgedächtnis des Problemlösers repräsentiert und aufwandsarm abgerufen werden können. Befunde zum Problemlösen und zur Untersuchung von Expertisen zeigen, dass Personen mit umfangreicher Berufserfahrung solche vielfältigen und gut organisierten Wissensstrukturen besitzen. Sie haben ein Expertengedächtnis („skilled memory“), das es erlaubt, solche Wissensstrukturen schnell abzurufen. Untersuchungsergebnisse von Jeffries et al. belegen, dass Experten relevante, früher gemachte Entscheidungen relativ mühelos wiederfinden, während Anfänger dies oft nicht können [7]. Damit wird auf umfangreiches differenziertes Wissen, das bei Bedarf abgerufen werden kann, als eine Voraussetzung für erfolgreiches Umgehen mit komplexen Problemen verwiesen.

Den gleichen Sachverhalt beschreiben Befunde zur Expertiseforschung in der Medizin. Auch hier wurde gezeigt, dass medizinische Experten sich durch eine effektive Organisation und Zusammenfassung von Faktenwissen unter Schlüsselkonzepten auszeichnen, sodass sie beim Lösen von Aufgaben darauf zurückgreifen können. Dies wird als *Enkapsulierung* bezeichnet [15]. Eine Weiterentwicklung dieser Wissensrepräsentation besteht darin, dass kausale Netzwerke nicht nur enkapsuliert, sondern auch in regelhafte Strukturen überführt werden, die nicht biomedizinisches sondern klinisches Wissen enthalten, und die „illness scripts“ genannt werden [5]. Dies kennzeichnet einen Wandel

von netzwerkartigen Wissensstrukturen der Novizen zu listenartig aufgebauten Produktionssystemen der Experten und entspricht einer regelbasierten Verhaltenssteuerung. Rasmussen unterscheidet 3 Verhaltensebenen [12, 13]:

1. *Skill-basiertes* Verhalten, d. h. durch psychisch-automatisierte Abläufe, die einer bewussten Kontrolle und Entscheidung nicht mehr bedürfen, funktionierende Regulationen. Ein Beispiel aus der Notfallmedizin wäre die Durchführung der Herzdruckmassage.
2. *Regelbasiertes* Verhalten, d. h. auf erlernten Zuordnungen von Signalmustern zu Handlungsmustern basierende Regulation, die eine aktuelle Diagnose der gegebenen Situation erfordert und im Ergebnis zur Zuordnung bekannter Handlungen führt. In der Notfallmedizin lässt sich beispielsweise das Legen eines periphervenösen Zugangs in diese Kategorie einordnen.
3. Die *wissensbasierte* Regulation ist aufwändig, weil die gegebene Situation nicht mit bekannten, im Gedächtnis gespeicherten Handlungen bewältigt werden kann, sondern eine bewusste Analyse der gegebenen Information und eine bewusste, zumeist problemlösende Planung von Entscheidungen erforderlich wird.

Die letzte wissensbasierte Ebene der Verhaltensregulation beansprucht in hohem Maße bewusste Verarbeitungskapazität. Eine Entlastung des Arbeitsgedächtnisses kann erreicht werden, wenn eine teilweise Verlagerung der Handlungsregulation auf die untere Ebene stattfindet. Das gelingt medizinischen Experten offenbar durch den Rückgriff auf *Illness scripts*.

Untersuchungen von Brehmer zu dynamischen Entscheiden zeigen, dass insbesondere Rückmeldungsverzögerungen katastrophale Folgen für den Aufbau eines brauchbaren mentalen Vorhersagemodells haben [1]. Sie sind jedoch nicht die einzige Ursache, die dynamische Entscheidungsprobleme äußerst schwierig macht. Brehmer konstatiert einen unbefriedigenden Wissensstand. Der vorliegende Forschungsstand weist zusätzlich zum Problem der zeitlichen Verzögerung von Rückmeldungen auf typische Fehler des Men-

schen beim Umgang mit komplexen dynamischen Systemen. Diese sind [2, 3]:

- die Tendenz zur Überdosierung von Maßnahmen unter Zeitdruck,
- die Unfähigkeit zum nichtlinearen Denken in Kausalnetzen statt in Kausalketten, d. h. die Unfähigkeit, Neben- und Fernwirkungen des eigenen Verhaltens richtig in Rechnung zu stellen,
- die Unterschätzung exponentieller Verläufe,
- der Konformitätsdruck, d. h. unter Bedingungen des Gruppendenkens wird Kritik unterbunden und sich bestätigendes Verhalten gezeigt.

Im Prinzip sind auch diese Fehlerquellen in der Notfallmedizin zu kalkulieren. Sie sind letztlich mit einer Überforderung menschlicher Verarbeitungskapazität zu erklären. Die Suche nach einer konstruktiven Bewältigung des Umgangs mit komplexen dynamischen Problemen sollte deshalb in einer Entlastung des Arbeitsgedächtnisses bestehen. Das kann geschehen, indem bei der Entscheidungsfindung das Arbeitsgedächtnis dadurch entlastet wird, dass relevante Wissensstrukturen aufwandsarm aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden und die Verhaltensregulation in der Sprache von Rasmussen von der hoch beanspruchenden wissensbasierten Regulation, die Entscheidungen durch aktuelle Schlussfolgerungen aus der wahrgenommenen Situation begründet, auf die Ebene regelbasierter Verhaltenssteuerung verlagert wird. Das setzt natürlich voraus, dass solche gut abrufbaren Wissensstrukturen vorher zu Gedächtnisbesitz werden. Gräsel fasst mit Bezug auf Mandl et al. [11] die Erkenntnisse über die Entwicklung medizinischer Expertise dazu, wie folgt, zusammen: „Die zentrale Entwicklungsbedingung für die Enkapsulierung von Wissen und für die Bildung von illness scripts ist die Bearbeitung möglichst vieler Fälle. Expertenwissen entsteht nach diesem Modell nicht durch die Ansammlung von Wissen in einer langen theoretischen Ausbildung. Nur wenn angehende Ärzte möglichst viel Gelegenheit bekommen, ihr deklaratives Wissen auf die Lösung von Fällen anzuwenden, wird Wissen enkapsuliert und in illness scripts überführt“ [5].

Medizinische Experten sind nicht automatisch gute Zwischenfallsmanager, und ein umfangreiches differenziertes Wissen führt nicht zwangsläufig zu zeitnahen effektiven Lösungen komplexer (prä-)klinischer Problemstellungen. Entsprechend ist das Erlernen von „non-technical skills“, zu denen auch die Entscheidungsfindung zählt, von wesentlicher Bedeutung für die Entscheidungsqualität. Folglich gehören solche Konzepte zu den Schlüsselqualifikationen, insbesondere der „Entscheidungsträger“, unabhängig ob innerhalb der Klinik oder präklinisch. Hierfür bietet sich der Einsatz von Simulatoren an [16]. In Deutschland wurde mit dem Erwerb von über 30 Anästhesiesimulatoren, die den Universitäten im Rahmen des Simulatorprojektes der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) für die studentische Lehre überlassen wurden [17], ein entscheidender Schritt in diese Richtung unternommen.

## Fazit für die Praxis

**Dynamische Entscheidungsfindung ist eine in der Notfallmedizin wichtige Kompetenz. Analog zur Luftfahrt sollten die in der Notfallmedizin tätigen Ärzte sowie auch alle anderen in der Notfallrettung tätigen Personen diese Fertigkeit trainieren und üben. Dies kann einerseits in medizinischen Fortbildungen zum CRM erfolgen. Des Weiteren sollten Trainingskurse an modernen Simulatoren ausgebaut und somit Voraussetzungen für einen systematischen Erfahrungsaufbau geschaffen werden. Die so erworbene notfallmedizinische Expertise schafft Sicherheit und Effizienz bei den im Einsatz zu treffenden Entscheidungen.**

## Korrespondierender Autor

**Dr. M. Müller DEAA**

Klinik für Anaesthesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum, Fetscherstr. 74, 01307 Dresden  
E-Mail: michael.mueller@uniklinikum-dresden.de

**Interessenkonflikt:** Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

## Literatur

1. Brehmer B (1989) Dynamic decision making. In: Sage AP (ed) Concise encyclopaedia of information processing in systems and organizations. Pergamon Press, New York, pp 144–149
2. Dörner D (1989) Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Rowohlt, Hamburg
3. Funke J (1972) Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung. Springer, Berlin Heidelberg New York
4. Gaba DM, Fish KJ, Howard SK (1998) Zwischenfälle in der Anästhesie. Prävention und Management. Gustav Fischer, Lübeck
5. Gräsel C (1997) Problemorientiertes Lernen. Hogrefe, Göttingen
6. Heller AR (2004) Falscher Eindruck: Polytraumaver-sorgung – Ohne Konzept in die Sackgasse. Dtsch Arztebl 101 (30):A2108–2109
7. Jeffries R, Turner AA, Polson PG, Atwood ME (1981) The process involved in designing software. In: Anderson JR (ed) Cognitive skills and their acquisition. Erlbaum, Hillsdale/NJ
8. Kern T (2001) Controlling pilot error. Culture, environment, CRM. McGraw-Hill, New York
9. King SG (2003) Stay & play vs. scoop & run. J Emerg Med Serv 28:120
10. Kintsch W, Ericsson A (1996) Problemlösen und kognitive Aktivitäten. In: Albert D, Stapf KH (Hrsg) Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C, Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Bd 4 Gedächtnis. Hogrefe, Göttingen S 570–601
11. Mandl H, Gruber H, Renkl A (1996) Communities of practice toward expertise: social foundation of university instruction. In: Baltes PB, Staudinger U (eds) Interactive minds. Life span perspectives on the social foundation of cognition. Cambridge University Press, Cambridge, pp 399–411
12. Rasmussen J (1983) Skills, rules, and knowledge: signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. IEEE Transact Syst Man Cybernet, SMC 13:257–266
13. Rasmussen J (1987) Cognitive control and human error mechanisms. In: Rasmussen J, Duncan K, Leplat L (eds) New technology and human error. Wiley, Chichester, pp 53–61
14. Rossi R (1997) Erstversorgung vor Ort oder schnellstmöglicher Transportbeginn? Zum Nutzen der präklinischen Behandlung des Notfallpatienten. Anaesthesist 46:126–132
15. Schmidt HG, Boshuizen HPA (1993) Encapsulation of biomedical knowledge. In: Evans DA, Patel VL (eds) Advanced models of cognition for medical training and practice. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 265–282
16. Schüttler J (2002) Anforderungskatalog zur Durchführung von Simulatortraining-Kursen in der Anästhesie. Anaesthesiol Intensivmed 43:828–830
17. Schüttler J (2004) DGAI-Projekt zur Optimierung der studentischen Lehre durch Anästhesie- und Notfallsimulatoren erfolgreich angelaufen. Anaesthesiol Intensivmed 45:381
18. Thies KC (2004) Advanced Trauma Life Support – Mit Blaulicht in die Sackgasse. Dtsch Arztebl 101 (26):A1874