

Die Verwendung von Perfusoren in der Medizin ermöglicht die genaue Dosierung hochwirksamer Medikamente, insbesondere von Katecholaminen und von anderen kreislaufwirksamen Pharmaka. Medikamente mit kurzer Halbwertszeit können teilweise nur mit Perfusoren appliziert werden, da andernfalls ein gleichmäßiger Wirkspiegel nicht erreicht werden kann. Eine weitere häufige Indikation ist die kontinuierliche Verabreichung von Pharmaka über einen langen Zeitraum, z.B. von Heparin oder Insulin. Perfusoren bergen aber auch vielfältige Fehlerquellen über die in der Literatur und auch in CIRSmedical Anästhesiologie berichtet wird.

In den 1.802 Fällen¹ des *CIRSmedical Anästhesiologie* – das bundesweite Ereignis-Meldesystem (Incident-Reporting-System) von BDA und DGAI für die anonyme Erfassung und Analyse von sicherheitsrelevanten Ereignissen in der Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie – lassen sich mit einer Suche nach dem Wort „Perfusor“ in den Titeln der Berichte 60 Fälle finden. Um diese Einzelberichte systematisch auszuwerten, wurden die Berichte nach den fünf Phasen des Medikationsprozesses nach MEDMARX [1] klassifiziert und zu 13 Problemfeldern gruppiert. (Tabellen 1 und 2) Dabei finden sich Probleme in allen Phasen des Medikationsprozesses. Insbesondere zeigt sich, dass in einer Mehrheit der Berichte (37 Berichte) zu fünf der 13 Problemfelder berichtet wird. Hier finden sich 6-11 Berichte pro Problemfeld, zu den übrigen 8 Problemfeldern finden sich zwischen 1-5 Bericht/e. Um den Umfang dieser Publikation kompakt zu halten, werden im Weiteren die fünf am häufigsten beschriebenen Problemfelder und Maßnahmen zu deren Abhilfe exemplarisch näher beleuchtet. Die übrigen acht Problemfelder können in einer zukünftigen Publikation beleuchtet werden.

Die fünf Hauptproblemfelder sind:

1. Vorbereitung der Perfusorspritze.
2. Programmierung/Beschriftung des Perfusors.
3. Konnektion der Infusionsleitung.
4. Infusionsleitung technisch fehlerhaft.
5. Stromversorgung des Perfusors.

Das Problemfeld **„Programmieren/Beschriftung des Perfusors“** weist mit 11 Berichten die höchste Anzahl der gemeldeten Berichte auf. Die Verwendung von unterschiedlichen Perfusorentypen, die Verwechslung von

Heparin- und Insulinspritzenpumpen oder die Fehlprogrammierung von Infusionsraten, Fehlkalkulation und die Eingabe falscher Dezimalstellen sowie die falsche Beschriftung von Perfusorspritzen führten zu Medikationsfehlern. Ein Bericht dieses Problemfelds, Fall 19086, ist im Kasten 1 dargestellt.

In der Literatur ist die fehlerhafte Programmierung von Perfusoren, als einer der häufigsten Anwenderfehler von Perfusoren, ebenso ein wichtiges Thema. Unerwünschte Arzneimittel-schäden im Zusammenhang mit Spritzenpumpen werden im Allgemeinen mit den Folgen einer falschen Programmierung durch das Pflegepersonal assoziiert – auch wenn die epidemiologische Datenlage hierfür dünn ist [2–4]. Zudem werden Todesfälle, zum Beispiel durch die falsche Infusionsrate (Morphin 90 ml/h statt 9.0 ml/h) oder die falsche Programmiervariante (Nitroglycerin in mcg/kg/min statt mcg/min) führten zu einer 60-fach erhöhten Dosis), in einem Newsletter der Anesthesia Patient Safety Foundation berichtet [3].

Als beitragende Faktoren zur Entstehung von Anwenderfehlern in der Infusionstherapie werden die komplexen Anforderungen des Klinikalltags [5] oder die fehlende Ausbildung der Mitarbeiter [6] angesehen. Auch dem Design von Perfusoren wird Bedeutung zugemessen. Im Ratgeber der National Patient Safety Agency „A guide to the design of electronic infusion devices“ ist detailliert illustriert wie Design zu mehr Sicherheit in der Verwendung von Perfusoren beitragen könnte: So wird etwa dem Gewicht und der Größe von Perfusoren und Infusionspumpen Beachtung geschenkt oder etwa auch der Ergonomie von Infusionsständern wie auch zum Beispiel der Anordnung von elektrischen Anschlüssen der Geräte. Die National Patient Safety Agency regt in ihrem Ratgeber an, in der Entwicklung von Perfusoren die Anwender einzubeziehen. Aus der Zusammenarbeit von Anwendern und Herstellern sollen so technische Barrieren geschaffen werden, die die Anwenderfehler reduzieren [7].

Ein weiterer beitragender Faktor ist, dass herkömmliche Perfusoren zwar die genaue Dosierung von Medikamenten ermöglichen,

aber keine inhaltliche Hilfe bieten. In dem Bestreben, Medikationsfehler aufgrund einer fehlerhaften Programmierung von Perfusoren zu reduzieren, wurde daher eine neue Generation von Spritzenpumpen entwickelt, sogenannte „smart pumps“ oder auch „intelligente Pumpen“. Dabei unterstützt eine elektronisch hinterlegte Medikamentenbibliothek mit definierten Grenzwerten und anderen Werkzeugen zur Entscheidungsunterstützung, die Verabreichung von intravenös zu applizierenden Medikamenten. Auch wenn diese „smart pumps“ nachweislich dazu beitragen können, Medikationsfehler zu reduzieren [5], gibt die Einführung neuer technischer Funktionen zusätzlich zur herausfordernden Praxis der Verabreichung, auch Anlass zu Zweifel [8]. Oftmals ist die Bedienung der Systeme durch die vielen zusätzlichen Funktionen so komplex geworden, dass Fehldosierungen von Medikamenten aufgrund von Anwenderfehlern zunehmen. Schließlich limitieren medizinische Anforderungen an die Förderrate der Perfusoren den Versuch, durch intelligente Bibliotheken Fehldosierungen zu vermeiden. So können z.B. Katecholamine durchaus in einem hohen Bereich (z.B. 1:1000) dosiert werden (Downregulation der Rezeptoren und unterschiedliche Unterstützungsprofile). Die Ratschläge von Berichtenden aus verschiedenen Krankenhäusern, wie man in Zukunft Medikationsfehler im Problemfeld Programmieren/Beschriftung des Perfusors vermeiden könnte, sind neben Sicherheitsempfehlungen der Stiftung für Patientensicherheit [9], in Kasten 2 festgehalten. Es handelt sich ausnahmslos um Ratschläge aus der Praxis für die Praxis!

Den beiden Problemfeldern **„Konnektion der Infusionsleitung“** und **„Infusionsleitungen technisch fehlerhaft“** sind gemeinsam 13 Berichte zugeordnet. Während im ersten Feld hauptsächlich Berichte zu der Verwechslung von unterschiedlichen Kathetern (intravenöser Katheter verwechselt mit Katheter zur Regionalanästhesie) zu finden sind, dominiert im zweiten Feld das Problem der „defekten oder lockeren Leitungen“.

Ein Bericht dieses Problemfelds, Fall 12878, ist im Kasten 1 dargestellt. Die bereits erschienene Publikation „Achtung LUER-Anschluss!“ geht detailliert auf die „Risiko-Klassiker“ von Luer-Anschluss-Verwechslungen und den damit verbundenen Problemen ein [10]. Die darin besprochenen Lösungsansätze und Ratschläge von Berichtenden aus der Praxis sind ebenfalls im Kasten 2 zusammengefasst.

Tabelle 1. Phasen des Medikationsprozesses.

- A: Verschreibung
- B: Dokumentation
- C: Ausgabe
- D: Gabe des Medikaments
- F: Monitoring

¹Stand Sept. 2011

Kasten 1: Ausgewählte Fälle bei der Verwendung von Perfusoren.

Fallnummer 19086

Problemfeld:	Programmierung / Beschriftung des Perfusors
Titel: Zuständiges Fachgebiet: Wo ist das Ereignis eingetreten: Wo ist das Ereignis eingetreten: Tag des berichteten Ereignisses: Welche Versorgungsart: ASA-Klassifizierung: Wichtige Begleitumstände: Fallbeschreibung:	Verwechslung von Insulin- und Heparinperfusor Anästhesiologie Krankenhaus ITS/ IMC Wochentag Routinebetrieb ASA III Nachtschicht, schlafender Patient Es ist Nachtschicht auf der ITS, der Patient schläft und die Lichter sind maximal gedimmt. Der Arzt stellt Heparin von 2 auf 3 ml/h, gibt diese Info jedoch nicht an die Pflegekraft weiter. Später kommt es zu einem leichten Blutzuckerabfall. Die Pflegekraft will Insulin von 3 auf 2 ml/h stellen, verstellt aber Heparin. Der Irrtum klärt sich erst nach morgendlicher PTT-Kontrolle. Der Vorfall hatte keine Konsequenz für den Patienten.
Was war besonders gut:	Schwere BZ-Entgleisungen werden auf dieser Station durch sehr engmaschige Kontrollen vermieden
Was war besonders ungünstig:	Es bestand maximale Gefahr, da es sich um einen schlafenden Patient handelte. Das Problem hier war v.a. die Bedienung der Pumpe bei Nacht. Der Patient sollte nicht gestört werden, und die Pflegekraft ging davon aus, dass die Pumpe, die auf 3 ml/h lief, nur Insulin sein kann (da die Änderung nicht vom Arzt mit der Pflege kommuniziert wurde).
Eigener Ratschlag (take-home-message):	Verwechslungen von Heparin- und Insulin-Spritzenpumpen sind häufig, da beide oft ähnliche Laufraten haben und sehr oft verstellt werden. Vorstellbar wäre eine feste Positionierung von Spritzenpumpen am Patienten (z.B. Insulin immer als oberste Pumpe).
Wie häufig tritt ein Ereignis dieser Art in Ihrer Abteilung auf?	Jeden Monat

Fallnummer 12878

Problemfeld	Konnektion der Infusionsleitung
Titel: Zuständiges Fachgebiet: Wo ist das Ereignis eingetreten: Tag des berichteten Ereignisses: Welche Versorgungsart: ASA-Klassifizierung: Patientenzustand: Fallbeschreibung:	Akuter Blutdruckabfall aufgrund Leckage in der Katecholamin-Perfusorleitung Anästhesiologie Krankenhaus Wochenende Routinebetrieb ASA III Intensivpflichtiger Patient Bei dem Patienten laufen Vasopressoren in hoher Dosierung während er transportiert wird. Direkt nach der Übergabe an die Intensivstation kommt es zu einem massiven Blutdruckabfall. Eine Steigerung der Katecholamin-Dosierung ist wirkungslos, so dass fraktioniert Adrenalin gegeben werden muss. Als Ursache für den Blutdruckabfall findet sich ein Leck in der Perfusorleitung des Katecholamins. Es erfolgt ein sofortiger Austausch der Leitung.
Was war besonders gut:	Die betreuende Pflegekraft hat Loch sofort entdeckt und komprimiert.
Eigener Ratschlag (take-home-message):	Daran denken
Wie häufig tritt ein Ereignis dieser Art in Ihrer Abteilung auf?	Selten

Kasten 2: Vermeidungsstrategien (Quellen: Stiftung Patientensicherheit [9] und Ratschläge aus der Praxis von Berichtenden, [10]).

Verschreibung und Dokumentation

- Exakte Dosis bzw. Menge pro Zeiteinheit in der ärztlichen Verordnung für Infusionen vermerken; Ärztliche Verordnung sollte bevorzugt schriftlich sein
- Kurzzusammenfassung der Bedienungsanleitung bzw. einer Checkliste an jedem Perfusor befestigen
- Übergabe von laufenden Perfusoren in Checklisten organisieren

Programmierung des Perfusors

- Angezeigte Werte am Perfusor und Werte der Verordnung müssen überprüft werden; Start des Perfusors erfolgt nur bei Übereinstimmung
- Plausibilitätscheck; Überschlagmässig die Menge des Medikaments pro 24 h berechnen und abgleichen mit Dosisempfehlung für Behandlung; Rücksprache bei Unstimmigkeiten
- Maximaldosen für Perfusoren durch Ärzte festlegen und durch den medizinisch-technischen Dienst programmieren lassen
- „Intelligente Pumpen“ bei Hochrisikomedikamenten verwenden

Infusionsleitungen

- Zurückverfolgen der Zugänge bis zum Patienten bei jeder Übergabe im Behandlungsablauf
- Einheitliche Markierung von verschiedenen Zugängen, Kathetern und Perfusoren
- Einheitliche Führung/Lagerung von Infusionsschläuchen und Kathetern je nach Funktion
- Einheitliche Verwendung der Perfusoren für bestimmte Anwendungen (ein Perfusortyp immer für intravenöse, nie für peridurale Gaben)
- Zurückverfolgen des Katheters bis zum Patienten vor jedem Anschluss eines Medikaments
- Kontrolle, ob Infusions-Perfusorleitungen ausreichend fest verschraubt sind
- So wenig Konnektionsstellen wie möglich
- Bei Unsicherheiten Rücksprache halten

Medizintechnik

- Kontrolle der Perfusoren in regelmäßigen Abständen durch den medizintechnischen Dienst
- Mögliche Kopplung des Alarms der Perfusoren mit der Patientenklänge
- Auf der Station (idealerweise im ganzen Krankenhaus) nur einen Gerätetyp verwenden. Idealerweise Geräte desselben Herstellers mit dazugehörigem Zubehör (Spritzen, Infusionsbesteck)
- Anschaffung neuer Gerätetypen durch den medizintechnischen Dienst in Absprache mit den Anwendern. → Alle Geräte erfassen, Sicherheitscheck durchführen und erst dann auf Stationen bringen lassen
- Geräteschulung von Perfusoren für alle Mitarbeiter. Die Teilnahme ist zu dokumentieren, ebenso die Hinweise auf potentielle Gefahren bei der Anwendung von Perfusoren

Berichte, die dem Problemfeld „**Stromversorgung des Perfusors**“ zugeordnet sind handeln von einer fehlenden Überprüfung der Akkukapazitäten von Perfusoren, unregelmäßiger Wartung der Geräte oder vermuteten Gerätefehlern bei Perfusoren. In diesem Problemfeld sammelten sich 7 Berichte. Zwei der Berichtenden geben an, dem Problem Stromversorgung „jede Woche“ zu begegnen, die restlichen Berichtenden sind eher „selten“ mit der unzureichenden Stromversorgung von Perfusoren konfrontiert. An dieser Problematik lässt sich sehr eindrucksvoll festmachen, dass auch Faktoren der Anwender selbst zu möglichen Fehlfunktionen der Perfusoren beitragen. Wenn das Problem „Stromversorgung“ wöchentlich beobachtet wird, so ist

entweder der eingebaute Akku defekt (dann ist der Hersteller für die Reparatur verantwortlich) oder aber – wahrscheinlicher – die Anwender müssen dringend überdenken, wie sie das Aufladen der Akkus und den Betrieb nur während der ausreichenden Ladung sicherstellen können. Vermeidungsstrategien, wie Problemen mit der Stromversorgung von Spritzenpumpen vorgebeugt werden kann, sind dem **Kasten 2** zu entnehmen.

Die bislang erwähnten Problemfelder sind im Medikationsprozess alle der Phase „Gabe des Medikaments“ zuzuordnen. Das abschließend zu beleuchtende Problemfeld „**Vorbereitung der Perfusorspritze**“ ist im Medikationsprozess eine Phase weiter vorne anzusiedeln - bei der Ausgabe des

Medikaments. Hier sind die genannten Probleme vor allem Gummipartikel in Perfusorspritzen nach dem Aufziehen eines Medikaments, Verwechslungen von Medikamenten bei der Vorbereitung der Perfusordosierung und falsche Beschriftungen von Perfusorspritzen. Eine bekannte Gefahrenquelle stellen die beiden Zubereitungen Propofol 1% und Propofol 2% dar. Wenn auch die beiden Ampullentypen selbst deutlich farblich gekennzeichnet sind, so kann man die einmal aufgezoogene Lösung nicht mehr unterscheiden. So kann es ungewollt und unbemerkt zur Verdoppelung der Propofoldosis kommen – mit den zu erwartenden Konsequenzen für den Patienten. Eine einfache Vermeidungsstrategie hierzu besteht in der Beschränkung

Tabelle 2. Phasen des Medikationsprozesses, identifizierte Problemfelder und Anzahl der Berichte in den Problemfeldern.

5 Phasen des Medikationsprozesses	Problemfeld	Anzahl der Berichte
A Verschreibung	1. Absetzen des Medikaments nicht korrekt	3 Berichte
B Dokumentation	2. Kommunikation der Verschreibung	4 Berichte
C Ausgabe	3. Vorbereitung der Perfusorspritze	6 Berichte
	4. Programmierung / Beschriftung des Perfusors	11 Berichte
	5. Konnektion der Infusionsleitung	7 Berichte
	6. Infusionsleitungen technisch fehlerhaft	6 Berichte
	7. Stromversorgung des Perfusors	7 Berichte
D Gabe des Medikaments	8. Alarmer des Perfusors	4 Berichte
	9. Wechsel der Perfusorspritze	3 Berichte
	10. Perfusor läuft nicht gemäß Verschreibung	5 Berichte
	11. Perfusoren im MRT	2 Berichte
	12. Perfusorhalterung	1 Bericht
F Monitoring	13. Monitoring von Vitalparameter	1 Bericht
	Summe	60 Berichte

auf die eine oder andere Zubereitung. Somit weiß das gesamte Personal der Intensivstation, dass Propofol z.B. immer nur als 2%ige Emulsion zur Verfügung steht. Auf die Gefahrenquelle „Gummipartikel in Perfusorspritze“ wurde bereits im ersten Alert des Krankenhaus-CIRS-Netz Deutschlands hingewiesen. Maßnahmen zur Vermeidung dieses Ereignisses finden Sie online unter: <http://www.kh-cirs.de/alerts/index.html>.

Die systematische Auswertung von *CIRS-medical Anästhesiologie* zum Thema Perfusoren zeigt unterschiedliche Problemfelder bei deren Verwendung. Um die Patientensicherheit in diesem Bereich zu stärken, kann ein Bündel verschiedener Maßnahmen angewendet werden (siehe Kasten 2). Diese Maßnahmen zielen vor allem darauf ab, diejenigen, die mit Perfusoren arbeiten, bei dieser komplexen Tätigkeit zu unterstützen. Außerdem können prozessorientierte Schulungen zu den Problemfeldern und die anwender- und sicherheitsorientierte Weiterentwicklung von Perfusoren sinnvolle Möglichkeiten sein, um Probleme bei der Anwendung von Perfusoren zu verhindern.

Eine Auswertung der *CIRSmedical Anästhesiologie* Datenbank kann naturgemäß nur Hinweise auf mögliche Gefahren geben bzw. beschreibt konkrete Fälle, bei denen entsprechende Probleme aufgetreten sind. Eine solche Auswertung sagt jedoch nur wenig über die Epidemiologie dieser Fehler aus. Durch die Beschreibung konkreter Einzelfälle aus einem CIRS können jedoch die Sinne für bestimmte Problemfelder geschärft werden. Dies resultiert in Vermeidungsstrategien und damit in einer höheren Anwendersicherheit.

Autoren:

Ch. Hahnenkamp¹, J. Rohe¹,
A. Schleppers², A. Sanguino H.¹,
M. St.Pierre³, T. Dichtjar², C. Thomeczek¹,
W. Heinrichs⁴

¹Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin
Gemeinsames Institut von BÄK und KBV
TiergartenTower
Straße des 17. Juni 106-108
10623 Berlin
Tel.: +49 (0)30 4005 2504

²Berufsverband Deutscher Anästhesisten e. V. (BDA)
Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI)
Roritzerstraße 27
90419 Nürnberg
Tel.: +49 (0)911 933 78 19

³Anästhesiologische Klinik
Universitätsklinikum Erlangen
Krankenhausstraße 12
91054 Erlangen
Tel.: +49 (0)9131 85 33676

⁴AQAI GmbH
Wörrstädterstraße 31
55283 Nierstein
Tel.: +49 (0) 6133 5099103

Korrespondenzadresse:

J. Rohe
Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin
Gemeinsames Institut von BÄK und KBV
TiergartenTower
Straße des 17. Juni 106-108
10623 Berlin
Tel.: +49 (0)30 40052504
E-Mail: Rohe@azq.de

Literatur

- [1] Hicks RW, Cousins DD, Williams RL. Selected medication-error data from USP's MEDMARX program for 2002. *Am J Health Syst Pharm* 2004 May 15;61(10):993-1000.
- [2] Adachi W, Lodolce AE. Use of failure mode and effects analysis in improving the safety of i.v. drug administration. *Am J Health Syst Pharm* 2005 May 1;62(9):917-20.
- [3] Reves JG. "Smart Pump" Technology Reduces Errors 2003 [cited: 2011 Okt 19]. Available from: <http://www.apsf.org/newsletters/html/2003/spring/smartpump.htm>.
- [4] Rothschild JM, Keohane CA, Cook EF, Orav EJ, Burdick E, Thompson S, et al. A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients. *Crit Care Med* 2005 Mar;33(3): 533-40.
- [5] Keohane CA, Hayes J, Saniuk C, Rothschild JM, Bates DW. Intravenous medication safety and smart infusion systems: lessons learned and future opportunities. *J Infus Nurs* 2005 Sep;28(5):321-8.
- [6] Steffen M, von HU, Obermayer A. Infusionszwischenfall durch fehlerhafte Anwendung einer PCA-Pumpe. *Anaesthesiol Reanim* 2002;27(4): 107-10.
- [7] National Patient Safety Agency (NPSA). Design for patient safety: A guide to the design of electronic infusion devices 2010 [cited: 2011 Okt 19]. Available from: <http://www.nrls.npsa.nhs.uk/resources/?EntryId45=68534>.

[8] Healthcare Human Factors Group (HHFG). Smart Medication Delivery Systems: Infusion Pumps 2009 [cited: 2011 Okt 25]. Available from: http://www.health.gov.on.ca/english/providers/program/mas/tech/reviews/pdf/rev_smd_20090401.pdf.

[9] Stiftung für Patientensicherheit. Dosierungsfehler trotz Infusionspumpen

und Infusionsspritzenpumpen. 2010 [cited: 2011 Okt 19]. Available from: http://www.patientensicherheit.ch/dms/de/themen/quick-alerts/3315_Quick-Alert_Nr15_Infusionspumpen_und_Infusionsspritzenpumpen_d.pdf.

[10] Rohe J, Schleppers A, Sanguino Heinrich A, St.Pierre M, Dichtjar T, Tho-

mezek C, et al. CIRS-AINS Spezial: „Achtung LUER-Anschluss!“ Das Problem der Luer-Anschluss-Verwechslungen im Spiegel des CIRSmedical Anästhesiologie. Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes 2011;105(1):67–9.