

# Sicherheit der Bluttransfusion heute

Markus Fopp<sup>a</sup>, Martin Wernli<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Regionales Blutspendezentrum SRK St. Gallen, <sup>b</sup> Regionales Blutspendezentrum SRK Aarau



## Quintessenz


- Die Bluttransfusion ist ein komplexer Prozess, der durch die Indikationsstellung zur Transfusion in Gang gesetzt wird.
- Zur Optimierung der Transfusionsicherheit muss jedem Schritt der gesamten Prozesskette adäquate Beachtung geschenkt werden.
- Die Kommunikation zwischen Blutspender/Produktherstellung und Blutempfänger/Klinik muss klar und zeitgerecht sein.
- Ein die gesamte Prozesskette umfassendes Qualitätsmanagement muss Fehler erkennbar machen und zum Ziel haben, die Fehlerquote zu minimieren.
- Eine offene Fehlerkultur muss erlauben, dass Fehler kommuniziert und analysiert werden können.
- In der Vergangenheit wurde unter «Sicherheit der Bluttransfusion» hauptsächlich «Produktsicherheit» verstanden. Dadurch konnte erreicht werden, dass das Problem einer Virusübertragung heute weitgehend gelöst ist.
- In der Zukunft müssen die klinischen Aspekte vermehrt beachtet werden. Dazu gehören die Stichworte Indikation zur Transfusion, Überwachung der Transfusion, Erkennung und Behandlung von Komplikationen sowie Erfolgsbeurteilung der Transfusion.

## Summary

### Safety of blood transfusion today

- *Blood transfusion is a complex process which starts when the indication for transfusion is established.*
- *To optimise the safety of blood transfusion, due attention must be paid to each step in the process.*
- *Communication between the blood donor/product manufacturer side and the blood recipient/clinical side must be clear and timely.*
- *A quality control system embracing the entire process is needed to detect errors and minimise the error rate.*
- *A frank and open error culture is required to ensure that errors can be communicated and analysed.*
- *In the past “blood transfusion safety” chiefly meant “product safety”. This has meant that today the problem of virus transmission has been virtually solved.*
- *In the future increased attention must be paid to clinical aspects. Here the keywords are transfusion indication, transfusion monitoring, detection and treatment of complications and evaluation of the transfusion outcome.*

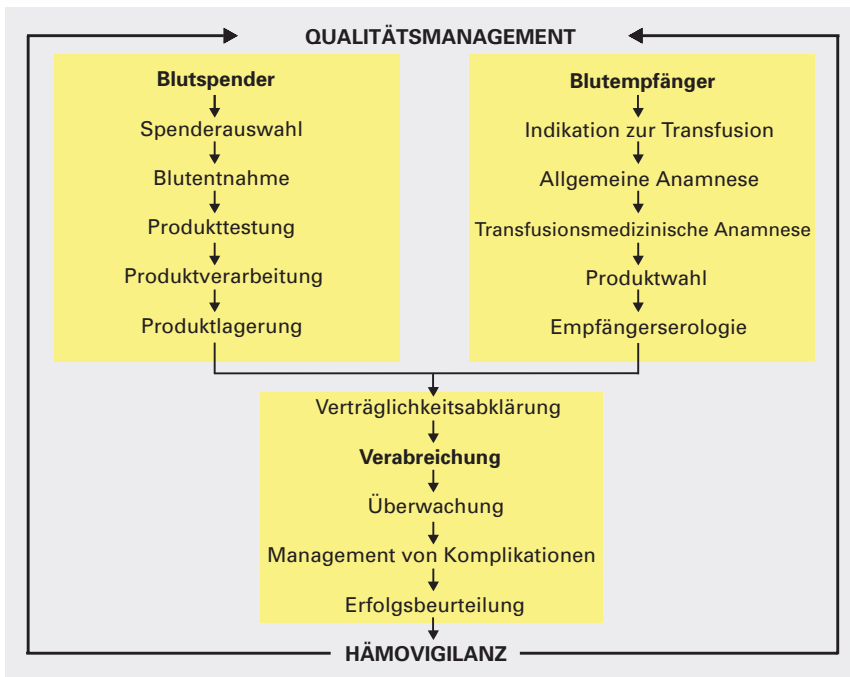
## Einleitung

Die Bluttransfusion ist ein Prozess, der sich aus zahlreichen Schritten zusammensetzt. Jeder Schritt birgt Risiken, die es zu kennen und zu minimieren gilt. In den letzten zwei Jahrzehnten erfuhr die Prozesskette im Bereich Blutspender/Blutprodukt sehr viel Aufmerksamkeit, und die Sicherheit der einzelnen Schritte wurde optimiert, wenn nicht gar maximiert. Gleichzeitig erhielt der Bereich Blutempfänger/Indikation deutlich weniger Beachtung. Der eigentliche Verabreichungsprozess schliesslich wurde in zum Teil kritischer Weise vernachlässigt (Abb. 1 )<sup>1</sup>. Die Herstellung der Blutprodukte ist heute streng behördlich geregelt und beaufsichtigt. Hier können kaum mehr wesentliche Verbesserungen betreffend Sicherheit erreicht werden. Man befindet sich diesbezüglich in einem Grenznutzenbereich. Hingegen ist den klinischen Aspekten von der Indikation zur Transfusion über den Transfusionsprozess selbst mit dem Erkennen und Behandeln von Komplikationen bis zur Hämovigilanz grosse Aufmerksamkeit zu schenken. In diesen Punkten kann die Sicherheit der Bluttransfusion noch deutlich beeinflusst werden. Der nachfolgende Artikel richtet sein Augenmerk vor allem auf diese Gesichtspunkte.

## Risiken der Bluttransfusion

### Die drei grössten Risiken

Für den Blutempfänger sind Volumenüberlastung, Fehltransfusion und bakterielle Kontamination des Blutproduktes heute die drei grössten Risiken [1, 2]. Eine Volumenüberlastung ist einerseits für Säuglinge und Kleinkinder und andererseits für ältere Menschen mit kardialer Vorbelastung eine grosse Gefährdung. Unter einer Fehltransfusion versteht man zur Hauptsache Verwechslungen innerhalb der Blutgruppensysteme. Im wichtigsten ABO-System führen die sogenannten regulären Antikörper (obligat vorhandene Antikörper) zu einer akuten Transfusionsreaktion. Eine Fehltransfusion ist aber auch dann vorhanden, wenn irreguläre Antikörper (fakultativ vorhandene Antikörper nach vorangehender Sensibilisierung) in der transfusionsserologischen Testung nicht gesucht oder nicht erkannt werden. Irreguläre Antikörper können ebenfalls eine akute oder eine verzögerte Trans-



**Abbildung 1**  
Prozess der Bluttransfusion.

**Tabelle 1. Aktuelle Risiken der Bluttransfusion.**

Aktuelles Risiko	Häufigkeit	Mortalität
Volumenüberlastung	1:100 bis 1:1000	
Fehltransfusion	1:1000 bis 1:10000	10%
Bakterielle Kontamination	1:10000 bis 1:100000	15–50%

**Tabelle 2. Sicherheit.**

Sicherheitsschritt	Einführung
HBs-Antigen (Australia-Antigen)	1968
Anti-HIV-Antikörper	1985
ALAT (Surrogatmarker für Non-A-, Non-B-Hepatitis)	1988
Anti-HCV-Antikörper	1990
HCV-PCR	1999
HIV-PCR	2002

**Tabelle 3. Aktuelles Übertragungsrisiko.**

Aktuelles Übertragungsrisiko	Häufigkeit
Hepatitis B	1:100 000 bis 1:1 000 000
HIV-Infektion	1:1 000 000 bis 1:10 000 000
Hepatitis C	seltener als 1:10 000 000

**Tabelle 4. Aktuelles Risiko.**

Aktuelles Risiko	Häufigkeit	Mechanische Beatmung notwendig	Mortalität
Immune TRALI	1:625 Patienten	72%	6–9%
Nichtimmune TRALI	1:2800 Patienten	3%	1%

fusionsreaktion zur Folge haben. Die klinisch bedeutsame bakterielle Kontamination eines Produktes geschieht durch eine Keimvermehrung während der Produktlagerung. Hier besteht beim Thrombozytenkonzentrat (Lagerung bei 20–24 °C) im Vergleich zum Erythrozytenkonzentrat (Lagerung bei 2–6 °C) ein deutlich grösseres Risiko (Tab. 1 ↩).

**Geringes Risiko einer Virusübertragung**

Das Risiko der Übertragung einer viralen Erkrankung konnte vor allem im Verlauf der letzten 20 Jahre erfolgreich minimiert werden. Die Einführung von Spender-Ausschlusskriterien sowie mehrerer Labortests im Blutprodukt hat zu einer akzeptablen Situation geführt [3] (Tab. 2 ↩).

Neben dem HI-Virus und den Hepatitis-B- und -C-Viren gibt es weitere potentiell transfusionsrelevante Viren [4]. Gefährdet sind vorwiegend Empfänger mit einem inkompetenten Immunsystem (Säuglinge/Kleinkinder, Patienten mit angeborenem Immundefekt, Patienten unter immunsuppressiver Therapie). Eine Gefährdung kann zum Beispiel durch folgende Viren entstehen: CMV, Parvovirus B19, West-Nil-Virus und EBV. Eine getroffene Gegenmassnahme ist die Einführung von Ausschlusskriterien für Spender aufgrund epidemiologischer Kenntnisse. Das Risiko einer CMV-Übertragung wird durch die in der Schweiz obligatorische Deleukozytierung (Leukozytenfiltration) aller Blutprodukte weitgehend ausgeschlossen [5] (Tab. 3 ↩).

**Wenig bekanntes Risiko TRALI**

Die transfusionsassoziierte akute Schädigung der Lungen (transfusion-related acute lung injury, TRALI) stellt ein schwerwiegendes klinisches Problem dar [6]. Zwei Mechanismen können zu einer TRALI führen: einerseits gegen neutrophile Granulozyten des Empfängers gerichtete Antikörper im Spenderblut (immune TRALI), andererseits biologisch aktive Lipide im Spenderblut, welche die Granulozytenaktivität im Empfänger stimulieren (nichtimmune TRALI). In beiden Fällen führen Granulozytenaggregate zu Lecks im Kapillarsystem der Lunge mit konsekutivem Lungenödem [7]. Eine TRALI kann nach einer Transfusion aller Blutkomponenten auftreten. Die Diagnose muss von der Volumenüberlastung unterschieden werden. Eine TRALI bleibt häufig unerkannt. Dies zeigt eindrücklich eine «Look back»-Studie, bei der gezeigt wurde, dass eine TRALI in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht diagnostiziert wird [8] (Tab. 4 ↩).

**Die einfach vermeidbare ta-GVH**

Patienten mit schwerem T-Zell-Defekt (angeboren; nach Transplantation; unter zytostatischer Therapie) und Frühgeborene (unreifes Immunsystem) erkennen im Blutprodukt vorhandene Immunzellen nicht als «fremd». Dadurch kann



das Immunsystem des Spenders im Empfänger anwachsen und, falls es diesen als «fremd» wahrnimmt, abstossen (transfusionsassoziierte Graft versus host reaction, ta-GVH). Sie verläuft praktisch immer letal und kann durch Bestrahlung der Blutprodukte vermieden werden [9].

### Komplikationen der Bluttransfusion


Jede Bluttransfusion ist eine eingreifende medizinische Massnahme mit potentielltem Nutzen und potentielltem Risiko. Diese sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Einerseits ist die Indikation zur Transfusion genügend fundiert zu stellen. Andererseits ist es essentiell, dass alle am Transfusionsprozess beteiligten Partner (Patient, Arztdienst, Pflegedienst, Labor) in adäquater Form über die Risiken orientiert sind. Dies führt im Idealfall zur Verhinderung einer Komplikation. Beim Auftreten einer Transfusionsreaktion muss das klinische Bild bekannt sein, und es muss vor allem erkannt werden (Diagnose). Schliesslich ist ohne Zeitverzögerung die notwendige Therapie einzuleiten.

### Differentialdiagnostik der klinischen Symptome

Beim Auftreten einer Transfusionsreaktion ist die Transfusion unverzüglich zu stoppen. Differentialdiagnostische Überlegungen sind wichtig, damit die geeigneten therapeutischen Massnahmen eingeleitet werden können [10]. Die vier Kardinalsymptome Dyspnoe, Fieber, Hypotonie und Exanthem treten allein oder in Kombination bei praktisch allen schweren Transfusionsreaktionen auf.

Leitsymptom	Zeitliches Auftreten	Differentialdiagnose	Ursache
Fieber Schüttelfrost	0 bis 2 h	Akute Hämolyse	Fehltransfusion
	0 bis 12 h	Sepsis	Bakt. Kontamination
	0 bis 24 h	Febrile nichthämolytische Transfusionsreaktion	Zytokine
Exanthem Pruritus	0 bis 2 h	Allergie	Plasmaproteine
Dyspnoe	0 bis 2 h	Anaphylaxie (Bronchospasmus)	Plasmaproteine
	0 bis 6 h	TRALI (Lungenödem bei kap. Leck)	Leukozyten-AK
	0 bis 24 h	Herzinsuffizienz (Lungenödem)	Volumenüberlastung
Hypotonie	0 bis 2 h	Akute Hämolyse	Fehltransfusion
	0 bis 6 h	TRALI	Leukozyten-AK
	0 bis 12 h	Sepsis	Bakt. Kontamination

Abbildung 2  
Differentialdiagnostik von Transfusionskomplikationen.

Es sind allgemeine und vieldeutige Symptome, doch kann durch ihr Zusammenspiel betreffend Zeit und Gewichtung die Ätiologie der Komplikation in der Regel erkannt werden (Abb. 2 )

### Krankheitsbilder

#### Volumenüberlastung

Die Volumenüberlastung lässt sich in einfacher Weise vermeiden. Mit Rücksicht auf kardiale Reserven und Kompensationsmöglichkeiten des Empfängers müssen Transfusionsgeschwindigkeit und Transfusionsmenge überlegt verordnet werden. Die Klinik ist mit Dyspnoe, initialer Hypertonie und Lungenödem unspezifisch und bedarf im wesentlichen einer Förderung der Diurese. Symptome einer Volumenüberlastung können mit einer Verzögerung von bis zu 24 Stunden auftreten, was bei ambulanten Patienten zu bedenken ist.

#### Akute hämolytische

#### Transfusionsreaktion (AHTR)

Eine akute immunhämolytische Transfusionsreaktion (AHTR) tritt dann ein, wenn transfundierte Erythrozyten im Empfängerblut auf Antikörper treffen, die mit einem genügend hohen Titer bereits vorhanden sind. Dies führt akut zu einer Antigen-Antikörper-Reaktion mit Ausschüttung von Zytokinen. Die häufigste Ursache ist die ABO-Fehltransfusion. Das ABO-Blutgruppensystem hat deshalb eine grosse Bedeutung, weil es als einziges der 29 heute bekannten Systeme obligat Antikörper gegen nichtvorhandene Antigene besitzt und diese Antikörper die Komplementkaskade aktivieren. Klinisch manifest wird die AHTR meist unmittelbar nach Transfusionsbeginn. Die initialen Symptome sind Malaise, Schmerzen, Dyspnoe, Fieber und Schüttelfrost sowie gastrointestinale Symptome wie Übelkeit, Erbrechen und Stuhldrang. Die Schmerzen treten typischerweise an der Einstichstelle der Infusion, im Bereich der Nierenloggen und thorakal auf. Im Verlauf drohen Blutdruckabfall, Schock, Niereninsuffizienz und eine disseminierte intravasale Gerinnungsstörung (DIC). Zudem verfärbt sich der Urin aufgrund des durch die Hämolyse freigesetzten Hämoglobins. Die erste Massnahme bei Verdacht auf eine AHTR ist das Stoppen der Transfusion. Therapeutisch sind Flüssigkeitszufuhr, forcierte Diurese, Schocktherapie und Behandlung der DIC wichtig. Ebenso muss nach einer Identitätskontrolle von Empfänger und Blutprodukt das Transfusionslabor unverzüglich orientiert werden. Bei Verwechslungen kann immer ein zweiter Patient potentiell gefährdet sein.

#### Sepsis durch bakterielle Kontamination

Ein Blutprodukt kann auf zwei Wegen mit Bakterien kontaminiert werden: zum einen durch

eine klinisch stumme Infektion des Spenders, zum anderen durch die Entnahme- (Punktion der Haut) und Verarbeitungsprozedur [11]. Abhängig von der Bakterienspezies, der Bakterienmenge und allfälliger Toxine, können die Symptome Fieber, Schüttelfrost und Schock schon unter der Transfusion oder mit bis zu 12 Stunden Verzögerung auftreten. Wichtig ist neben der symptomatischen und der antibiotischen Therapie die bakteriologische Untersuchung von Blutprodukt und Patientenblut. Die Rückmeldung der Komplikation an das Transfusionszentrum ist von grosser Bedeutung, da aus einer Spende in der Regel mehrere Blutprodukte hergestellt werden. Eine Hauptursache der bakteriellen Kontamination eines Blutproduktes ist die Punktion der Haut beim Spender. Das sogenannte «predonation sampling» leistet hier einen wesentlichen Beitrag zur Prophylaxe [12]. Die ersten 30–40 ml einer Spende werden in einen Nebenbeutel entnommen. Dieses Blut wird ausschliesslich für die Diagnostik verwendet.

#### **Transfusionsbedingte**

##### **akute Lungenschädigung (TRALI)**

Die Hauptursache der akuten Lungenschädigung sind antileukozytäre Antikörper des Spenders (immune TRALI). Sie sind vorwiegend in den plasmatischen Komponenten vorhanden, das heisst im frisch gefrorenen Plasma (FGP) und im mittels Apherese gewonnenen Thrombozytenkonzentrat. Mit dem Blutprodukt in den venösen Rückstrom infundiert, aktivieren diese Antikörper die Leukozyten des Empfängers und führen in der Lunge zu einem fulminant ablaufenden entzündlichen Prozess. Die am Gefässendothel adhärierenden Leukozyten schütten Zytokine aus, die zu einem Kapillarleck und damit zum beidseitigen Lungenödem führen. Allfällig im Blutprodukt vorhandene Lipidmediatoren sind eine zweite Ursache für die Auslösung des beschriebenen Mechanismus (nichtimmune TRALI). Die klinischen Leitsymptome sind Atemnot, Zyanose, beidseitiges Lungenödem und Hypotonie (bei normalem Zentralvenendruck). Da es sich um einen entzündlichen Prozess handelt, sind Fieber und Schüttelfrost häufige Begleitsymptome. Therapeutisch müssen unverzüglich die Sauerstoffzufuhr optimiert (allenfalls mittels mechanischer Ventilation) und der Kreislauf adäquat unterstützt werden. Die TRALI kann ohne Residuen selbstlimitierend ausheilen. Deshalb ist es essentiell, das Krankheitsbild zu erkennen und durch rasches Handeln mit Unterstützung von Atmung und Kreislauf Folgekomplikationen zu verhindern.

##### **Allergie/Anaphylaxie**

Allergische Reaktionen auf Blutprodukte sind mit einer Frequenz von 1:100 häufig. Plasmaproteine des Blutproduktes führen beim Emp-

fänger zu einer nicht zellulär gebundenen Antigen-Antikörper-Reaktion. Die Auswirkungen können das ganze klinische Spektrum der Allergie von der Urtikaria bis zum anaphylaktischen Schock umfassen. In der Regel ist der Schweregrad der Reaktion gering. Die betroffenen Organe sind vorwiegend die Haut, der Respirations- und der Gastrointestinaltrakt. Ein anaphylaktischer Schock tritt statistisch bei 1:10000 bis 1:100000 Transfusionen auf. Die Therapie der allergischen Reaktion richtet sich nach dem klinischen Bild.

##### **Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktion**

In Blutgruppensystemen ausserhalb des ABO-Systems treten Antikörper im Empfänger nur nach einer Sensibilisierung auf. Diese irregulären Antikörper können ebenfalls eine immunhämolytische Reaktion auslösen. Schweregrad und zeitliches Auftreten sind abhängig von der Höhe des Antikörpertiters und von der Fähigkeit dieser Antikörper, Komplement zu aktivieren. Eine verzögerte hämolytische Transfusionsreaktion (4–14 Tage nach einer Transfusion) tritt dann auf, wenn Antikörper durch Reexposition zuerst eine Booster-Reaktion erfahren müssen. Anamneseerhebung und Aktenstudium können wesentlich zur Vermeidung von verzögerten hämolytischen Transfusionsreaktionen beitragen. Irreguläre Blutgruppen-Antikörper können im transfusionsserologischen Labor nur zum Teil erfasst werden. In 25% der Fälle sinkt der Antikörpertiter Monate bis Jahre nach Sensibilisierung unter die Nachweisgrenze ab. Die Antikörper, die für die verzögerte Hämolyse verantwortlich sind, führen zu einer vorwiegend extravaskulären Hämolyse der transfundierten Erythrozyten im retikuloendothelialen System (RES) des Empfängers. Klinisch können bis zwei Wochen nach der Transfusion ein Ikterus und ein Abfall des Hämoglobinwertes beobachtet werden. Im Labor findet sich ein Anstieg der Hämolyseparameter. Die verzögerte hämolytische Transfusionsreaktion ist ein oft unproblematisches Krankheitsbild. Besondere therapeutische Massnahmen sind in der Regel nicht erforderlich. Wichtig aber ist, dass vor weiteren Transfusionen eine sorgfältige Antikörperdiagnostik im Empfängerblut erfolgt und dass entsprechend antigenegative Produkte transfundiert werden. Gefährlich sind irreguläre Antikörper gegen Kidd-Antigene, da sie wie die ABO-Antikörper Komplement vollständig aktivieren.

##### **Febrile nichthämolytische Transfusionsreaktion (FNHTR)**

Die febrile nichthämolytische Transfusionsreaktion (FNHTR) ist klinisch unbedeutend. Für das Fieber verantwortlich sind pyrogene Zytokine, die entweder mit dem Blutprodukt transfundiert werden oder deren Ausschüttung im Empfänger durch die Transfusion ausgelöst wird.

### Posttransfusionelle Purpura

Die posttransfusionelle Purpura ist eine ausgesprochen rare Form einer immunologisch bedingten thrombozytopenischen Purpura (ITP). Die Transfusion löst im Empfänger die Bildung eines Autoantikörpers aus, der innerhalb einiger Tage zum Abbau von empfängereigenen Thrombozyten führt [13]. Die therapeutischen Massnahmen entsprechen denjenigen der klassischen ITP. Die Thrombozytensubstitution ist kontraindiziert.

### Noch zu wenig ausgeschöpftes Sicherheitspotential

Die Sicherheit der Bluttransfusion ist zum heutigen Zeitpunkt hoch. Bei differenzierter Betrachtung allerdings gibt es Sicherheitsaspekte, denen in der Vergangenheit sehr viel Beachtung geschenkt wurde, und andere, die eher vernachlässigt wurden. Oft wird die Sicherheit von Blutprodukten mit dem Übertragungsrisiko von Viruserkrankungen in Beziehung gesetzt. Hinsichtlich der bekannten Viren (HIV, Hepatitis B, Hepatitis C) ist die Sicherheit heute enorm hoch. Die Forderung nach dem Nullrisiko in der heutigen Gesellschaft hat diesbezüglich zu zahlreichen Massnahmen geführt. Sie waren einerseits erfolgreich, andererseits trat die Reflexion über Verhältnismässigkeit und Bezahlbarkeit in den

Hintergrund [14]. Bei der Betrachtung der relevanten Risiken der Bluttransfusion steht die Seite von Spender und Blutprodukt nicht mehr im Vordergrund. Die aktuellen Sicherheitsprobleme liegen vor allem in den Bereichen des Managements des Transfusionsprozesses [15] und der potentiellen Interaktionen zwischen Spender- und Empfängerblut. Adressaten der Sicherheitsdiskussion müssen denn auch vermehrt die ärztlich und pflegerisch tätigen Personen sein. Grundvoraussetzung sind dabei Kenntnisse der pathophysiologischen Mechanismen bei einer Bluttransfusion. Es ist wichtig, dass klinische Bilder erkannt und gedeutet werden können. Nur dann ist allfälligen Komplikationen korrekt zu begegnen. Dem Prozessmanagement ist grosse Beachtung zu schenken. Verwechslungen mit möglicherweise gravierenden Folgen für den Blutempfänger gehören heute zu den grössten Sicherheitsrisiken der Bluttransfusion. Da menschliche Faktoren hier eine wesentliche Rolle spielen, ist das Vorhandensein einer konstruktiven Fehlerkultur in den Betrieben essentiell [16]. Bei der Beachtung des gesamten Risikospektrums kann die Sicherheit der Bluttransfusion weiter verbessert werden. Praktische Empfehlungen hierzu finden sich in den Transfusionsrichtlinien des British Committee for Standards in Haematology («BCSH Guidelines») [17] und in den jährlich publizierten Berichten der SHOT Steering Group [2].

### Literatur

- 1 Agence Française de sécurité sanitaire des produits de santé. Unité d'hémovigilance. Rapport annuel. Données nationales. [www.afssaps.sante.fr](http://www.afssaps.sante.fr)
- 2 Serious Hazards of Transfusion Steering Group. Serious hazards of transfusion. [www.shotuk.org](http://www.shotuk.org)
- 3 Stramer SL, Glynn SA, Kleinman SH, Strong M, Caglioti S, Wright DJ, et al. for the Heart, Lung, and Blood Institute Nucleic Acid Test Study Group. Detection of HIV-1 and HCV infections among antibody-negative blood donors by nucleic acid-amplification testing. *NEJM* 2004;351:760–8.
- 4 Busch MP, Kleinman SH, Nemo GJ. Current and emerging infectious risks of blood transfusions. *JAMA* 2003;289:959–62.
- 5 Bowden RA, Slichter SJ, Sayers M, Weisdorf D, Cays M, Schoch G, et al. A comparison of filtered leukocyte-reduced and cytomegalovirus (CMV) seronegative blood products for the prevention of transfusion-associated CMV infection after bone marrow transplant. *Blood* 1995;86:3598–603.
- 6 Bux J. Transfusion-related acute lung injury (TRALI). A serious adverse event of blood transfusion. *Transfusion* 2005;89:1–10.
- 7 Goldman M, Webert KE, Arnold DM, Freedman J, Hannon J, Blajchman MA. Proceedings of a Consensus Conference: Towards an understanding of TRALI. *Transfus Med Rev* 2005;19:2–31.
- 8 Kopko PM, Marshall CS, MacKenzie MR, Holland PV, Popovsky MA. Transfusion-related acute lung injury. Report of a clinical look-back investigation. *JAMA* 2002;287:1968–71.
- 9 Anderson KC, Weinstein HJ. Transfusion-associated graft-versus-host disease. *NEJM* 1990;323:315–21.
- 10 Popovsky MA, ed. *Transfusion Reactions*. 2nd edition. Bethesda, MD: AABB Press; 2001.
- 11 Hillyer CD, Josephson CD, Blajchman MA, Vostal JG, Epstein JS, Goodman JL. Bacterial contamination of blood components. Risks, strategies, and regulation. Joint ASH and AABB educational session in transfusion medicine. *Hematology* 2003;8:575–89.
- 12 De Korte D, Marcelis JH, Verhoeven AJ, Soeterboek AM. Diversion of first blood volume results in a reduction of bacterial contamination for whole-blood collections. *Vox Sang* 2002;83:13–6.
- 13 Mueller-Eckhardt C. Posttransfusion purpura. *Br J Haematol* 1986;64:419–24.
- 14 Marshall DA, Kleinman SH, Wong JB, AuBuchon JP, Grima DT, Kulin NA, et al. Cost-effectiveness of nucleic acid test screening of volunteer blood donations for hepatitis B, hepatitis C and human immunodeficiency virus in the United States. *Vox Sang* 2004;86:28–40.
- 15 Dzik WH. Emily Cooley Lecture 2002. Transfusion safety in the hospital. *Transfusion* 2003;43:1190–9.
- 16 Callum JL, Kaplan HS, Merkley LL, Pinkerton PH, Rabin Fastman B, Romans RA, et al. Reporting of near-miss events for transfusion medicine: improving transfusion safety. *Transfusion* 2001;41:1204–11.
- 17 The British Committee for Standards in Haematology. BCSH guidelines. [www.bcsanguidelines.com](http://www.bcsanguidelines.com)

Korrespondenz:  
Dr. med. Markus Fopp  
Regionales  
Blutspendezentrum SRK  
Rorschacherstrasse 95  
CH-9007 St. Gallen  
[markus.fopp@kssg.ch](mailto:markus.fopp@kssg.ch)