



ÖGBT-Standards

Klinische Hämotherapie

Der klinische Transfusionsprozess

Ausgabe Juni 2019

Impressum

Herausgegeben von: Österreichische Gesellschaft für Blutgruppenserologie, Transfusionsmedizin, Regenerative Medizin und Immunogenetik (ÖGBT), www.oegbt.at

Wissenschaftliches Redaktionsteam: (alphabetische Reihenfolge), ÖGBT-Arbeitsgruppe Hämotherapie, Leitung: Ass. Prof. Dr. Gerda Leitner

Gudrun Burda, Susanne Hauptlorenz, Paul Höcker, Christof Jungbauer, Gerhard Jüngling, Günther Körmöczi, Petra Krakowitzky, Helmut Krucher, Peter Perger, Isolde Rach, Gabriele Stiegler, Hansjörg Streitner, Katharina Schallmoser, Gerhard Schuster, Dieter Schwartz, Helga Voggeneder, Gertraud Wallner, Dietmar Wessin, Kurt Wiesinger, Volker Witt

Redaktionelle Bearbeitung: Matthias Gerlitz, Dieter Schwartz, Gerda Leitner

Affiliationen

Barmherzige Brüder und Barmherzige Schwestern Linz, Elisabethinen Oberösterreich, Klinikum Wels-Grieskirchen, Medizinische Universität Graz, Medizinische Universität St. Pölten, Medizinische Universität Wien, Medizinisches Zentrallaboratorium Feldkirch, Österreichisches Rotes Kreuz, Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg, St. Anna Kinderspital, Wien KAV

Dieses Dokument steht im Internet als Download unter www.oegbt.at zur Verfügung.

Vorwort

Die ÖGBT-Standards für klinische Hämotherapie richten sich an alle mit dem klinischen Transfusionsprozess befassten KollegInnen des medizinischen Fachbereichs, im Speziellen an die anordnenden und durchführenden Berufsgruppen

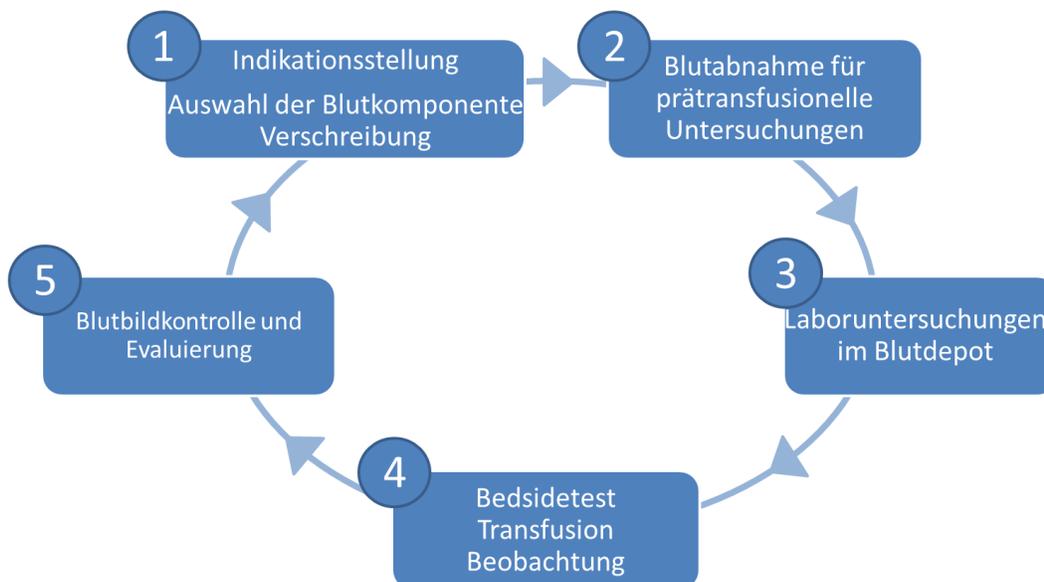
Sie sollen, praktikabel und übersichtlich sein, die derzeitige Best-Practice im Bereich der klinischen Transfusion zusammenfassen und somit mithelfen, den therapeutischen Nutzen und höchste Sicherheit für die Patienten zu gewährleisten. An Hand des Denimkreises „klinischer Transfusionsprozess“ werden für den klinischen Alltag alle Schritte von der Indikationsstellung über die Durchführung bis zur Wirksamkeitsüberprüfung praxisnah dargestellt. Konkrete Handlungsempfehlungen entsprechend dem derzeitigen Stand der Wissenschaft, unterstützen die Entscheidungsfindung in klinischen Problemstellungen. Dieses wird unterstützt durch praktische Beispiele im Anhang.

Als Grundlage wurden nationale und internationale Guidelines, aktueller Wissensstand (selektive Literaturlauswahl) sowie anerkannte Praxis herangezogen

Informationen, die primär die „Immunhämatologischen Untersuchungen bei Patienten“ oder die Tätigkeiten und Verantwortung im „Blutdepot“ betreffen, sind in den jeweiligen gleichnamigen ÖGBT Standards abgebildet.

In der folgenden Abbildung sind die wesentlichen Schritte des klinischen Transfusionsprozesses abgebildet. Die Nummerierung entspricht sowohl der Reihenfolge der Teilprozesse, als auch den einzelnen Kapiteln dieses Standards. Das Kapitel 3, prätransfusionelle Laboruntersuchungen, wird aus informativen Überlegungen in diesem Standard abgehandelt.

Der klinische Transfusionsprozess



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	6
2. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten.....	7
2.1. Pädiatrische Aspekte	9
2.2. Auswahl der richtigen Erythrozytenkonzentrate	10
2.2.1. ABO – Kompatibilitätsschema für die Erythrozytentransfusion.....	10
2.2.2. Irreguläre antierythrozytäre Antikörper.....	12
2.3. Bestrahlung von Erythrozytenkonzentraten	12
2.4. Waschen von Erythrozytenkonzentraten.....	13
2.5. Erythrozytenkonzentrate für pädiatrische, neonatale und intrauterine Anwendung	14
2.6. Prävention von Alloantikörperbildung bei chronisch transfusionsbedürftigen Patienten (best match Programm).....	15
3. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten.....	16
3.1. Kontraindikationen.....	17
3.2. Beurteilung der Wirksamkeit eines Thrombozytenkonzentrates	17
3.3. Pädiatrische Aspekte	19
3.4. Pathogeninaktivierung (PI) von Thrombozytenkonzentraten.....	19
3.5. Auswahl der richtigen Thrombozytenkonzentrate.....	20
3.5.1. ABO Kompatibilitätsschema für die Thrombozytentransfusion.....	20
3.6. RhD Blutgruppe und Thrombozytentransfusion bei RhD-negativen Mädchen und Frauen vor der Menopause.....	20
3.7. Thrombozytäre Antikörper und immunologischer Refraktärzustand	20
3.8. Bestrahlung von Thrombozytenkonzentraten	21
3.9. Waschen von Thrombozytenkonzentraten.....	21
3.10. Thrombozytenkonzentrate für pädiatrische und neonatale Anwendung	21
3.10.1. Spezielle pädiatrische Indikationen.....	22
4. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Plasma.....	23
5. Notfall und Massivtransfusion.....	25
5.1. Notfall	25
5.2. Massivtransfusion.....	25
5.3. Pädiatrische Aspekte	26
6. Sonderprodukte.....	27
6.1. Indikation.....	27
6.2. Kompatibilität.....	27

6.3. Durchführung	27
7. Ärztliche Verordnung von Blutkomponenten	28
7.1. Dringlichkeit: Notfall-, dringliche und Routinetransfusion.....	28
7.2. Geplante Interventionen und Komponenten auf Abruf.....	28
7.3. Aufklärung und Einverständnis der Patientinnen für die Transfusion von Blutkomponenten	28
8. Blutabnahme für die prätransfusionellen Laboruntersuchungen.....	29
8.1. Vorgangsweise bei der Blutabnahme für die prätransfusionellen Untersuchungen.....	29
9. Serologische Verträglichkeitsprobe.....	30
9.1. Konservenbegleitschein für Blutprodukte.....	30
10. Bedside-Test, Transfusion und Beobachtung des Patienten.....	31
10.1. Übernahme der Blutkomponente auf die Station.....	31
10.2. Vorbereitung der Transfusion	31
10.2.1. Identifikation	32
10.2.2. Bedside-Test	32
10.3. Transfusion	33
10.4. Beobachtung des Patienten während und nach der Transfusion	34
10.5. Transfusionsreaktionen und Zwischenfälle.....	34
10.6. Rhesusprophylaxe	37
10.7. Evaluierung des Transfusionserfolgs und Dokumentation.....	37
11. Anhang.....	38
11.1. Indikationsstellung für die Erythrozytentransfusion.....	38
11.2. Hämolytische Transfusionsreaktionen	38
11.2.1. Akute hämolytische Transfusionsreaktionen	38
11.2.2. Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktionen.....	38
11.2.3. Bedside-Test	39
11.3. T Score zu Ermittlung einer vorliegenden Heparin induzierten Thrombozytopenie	41
12. Beilagen	42
13. Abkürzungen.....	43
14. Bibliographie.....	45
15. Revisionshistorie.....	48

1. Einleitung

Aus dem Handbuch zur optimalen Anwendung von Blutprodukten (1)

Optimale Anwendung von Blut bedeutet:

Die sichere, klinisch effektive und effiziente Verwendung von Blutkomponenten ist

Sicher: Keine unerwünschten Reaktionen oder Infektionen.

Klinisch effektiv: Nutzen für den Patienten.

Effizient: Keine unnötigen Transfusionen. Transfusion zum vom Patienten benötigten Zeitpunkt.

Das Patient Blood Management (PBM) verfolgt das Ziel, PatientInnen so zu behandeln, dass eine Verabreichung von Fremdblut reduziert oder nicht erforderlich wird. 5

PBM stellt somit ein individuelles Behandlungskonzept zur Reduktion und Vermeidung von **Anämie und Blutverlust** sowie zum rationalen Einsatz von **Blutprodukten** dar. Internationale und nationale Empfehlungen (2, 3) fassen die Strategien im Rahmen des PBM zu folgenden drei Säulen zusammen: (Säule 1) zeitgerechte, präoperative Anämiediagnostik inklusive der präoperativen Korrektur der Anämie, (Säule 2) Minimierung von intra- und postoperativen Blutverlusten und (Säule 3) Verbesserung der individuellen Anämietoleranz.



Abb.1: Drei-Säulen Modell

Es ist somit ein multidisziplinäres, evidenzbasiertes Behandlungsmodell, welches zum Ziel hat, durch optimale Behandlung des patienteneigenen Blutvolumens, insbesondere bei planbaren chirurgischen Eingriffen, die Verabreichung von Fremdblutprodukten bei akzeptablem Anämie-Risiko auf ein Minimum zu reduzieren oder gar zu vermeiden.(4-6)

Der Qualitätsstandard für das Patient Blood Management (PBM) wurde im Dezember 2016 vom Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien, herausgegeben.(7)

Für die Transfusion von Blut(komponenten) ist jedenfalls eine sorgfältige Indikationsstellung anzuwenden.

2. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten

Die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten dient einzig und allein der Vermeidung von Anämiesymptomen und deren Folgen wie Gewebehypoxie und stellt die sogenannte „ultima ratio“ in der Anämiebehandlung dar.

Der individuelle Hb-Schwellenwert (der „**Transfusionstrigger**“), der eine Bluttransfusion notwendig macht, liegt im **Regelfall zwischen 6 und 10 g/dl** und ist von nachstehenden Einflussfaktoren abhängig. Die Indikationsstellung und die Festlegung eines **individuellen und situationsadäquaten Transfusions triggers** ist vor allem eine **klinische Entscheidung**. Bei einem Hb von <6 g/dl wird fast immer und bei einem Hb von >10 g/dl wird so gut wie nie transfundiert

Einflussfaktoren für diese sind: Schweregrad der Anämie, individuelle Anämietoleranz, Grundkrankheit, Alter, akuter Blutverlust versus chronische Anämie und die Wahrscheinlichkeit von weiteren Blutverlusten.

WICHTIG: Es muss berücksichtigt werden, dass der Hb-Wert sowie der HKT bei Hypovolämie nicht aussagekräftig sind (falsch hoch). Daher ist es wichtig, auf Normovolämie zu achten (8).

Physiologische Transfusionstrigger (bei gesicherter Anämie und Normovolämie)(2, 9)	
Kardiopulmonale Symptome	Globale Indices einer unzureichenden O2-Versorgung
Tachykardie	Anstieg der globalen O2-Extraktion >50%
Hypotension	Abfall der O2-Aufnahme > 10% des Ausgangswertes
Blutdruckabfall unklarer Genese	Abfall des gemischtvenösen PO2 <32 mmHg
Dyspnoe	Abfall der zentralvenösen O2-Sättigung <60%
Ischämietypische EKG-Veränderungen	Laktatazidose (Laktat >2 mmol/L und Azidose)
Neu aufgetretene ST-Senkungen oder –Hebungen	
Neu aufgetretene Rhythmusstörungen	
Neu aufgetretene Kontraktionsstörungen im Echokardiogramm	
<i>Deutsche Bundesärztekammer. Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, 4.Auflage 2014 und ÖGARI RL 2013 (2, 9)</i>	

Folgende klinische Einflussfaktoren führen zu einer Verminderung der Anämietoleranz der PatientInnen und gehen daher mit höheren Hämoglobin (Hb)-Konzentrationserfordernissen einher:

Klinische Einflussfaktoren, die mit einem erhöhten Hb-Bedarf verbunden sind (Auszug) (10-12)	
Kardiale Faktoren	Zerebrale Faktoren
Koronare Herzkrankheit	Zerebrale Ischämie
Kardiomyopathien (kompensiert/ dekompensiert)	Schädel-Hirn-Traumata
Herzklappenfehler	höhergradige Carotisstenose
Schwere Rhythmusstörungen	Andere Faktoren
Pulmonale Faktoren	Sepsis, hohes Fieber
COPD	Blutung, Gerinnungsstörungen
Schwere pulmonale Beeinträchtigung	PAVK
	Morbidität und hohes Alter
	Unreifes Gestationsalter
KAV Leitlinie Transfusion von Blut und Blutprodukten 2005, Version 03, Anemia in obstructive pulmonary disease 2015, COPD and anemia, 2013(10-12)	

Folgende klinische Einflussfaktoren führen zu einer erhöhten Anämietoleranz der PatientInnen:

Klinische Einflussfaktoren, die mit einem erniedrigten Hb-Bedarf verbunden sind (Auszug)
Geringe Morbidität
Junges und mittleres Lebensalter
Fehlende Anämiezeichen trotz niedrigem Hb
Chronische Anämie (adaptiert)

Bei gut adaptierten PatientInnen ist die Abklärung der Anämieursache und das Einleiten einer kausalen Behandlung die Therapie der Wahl (z.B. perniziöse Anämie).

Im Zusammenhang mit dem PBM gewinnt die „Ein EK Transfusion (single unit transfusion)“ zunehmend an Bedeutung. Klinisch stabile, nicht blutende PatientInnen, die aber aufgrund ihrer Co-Morbiditäten oder des höheren Alters von einem höheren Hb-Wert profitieren würden, sind die geeigneten KandidatInnen für die „single unit transfusion“. Dieses Vorgehen reduziert den Blutverbrauch und die Nebenwirkungsrate bei gleichzeitigem Nutzen für die Patienten (10, 13-15). Dieser Aspekt trifft auch für das Patientenmanagement außerhalb einer Spitalseinrichtung zu, z.B.: Mobilisierbarkeit und Rehabilitation, Bewältigung der täglichen Verrichtungen, etc. Beispiel dafür im Anhang.

Hinweis: ein Erythrozytenkonzentrat erhöht die Hämoglobinkonzentration bei einem 75 kg schweren Erwachsenen um etwa 1 g/dl.

KAV Leitlinien 2005

Hb g/l	Einfluss des klinischen Zustandsbildes ¹ auf die TX- Entscheidung	Empfehlung - Transfusion notwendig?
> 10		„so gut wie nie“
8 – 10		„im Regelfall nicht“
6 – 8		„in Erwägung ziehen“
< 6		„fast immer“
* Klin. Zustandsbild: kardiale und/oder pulmonale Probleme, Blutung, Sepsis		

¹ z.B. Kardiomyopathien (kompensiert/dekompensiert), koronare Herzkrankheit, Klappenfehler, schwere Rhythmusstörungen, COPD, Asthma bronchiale, cerebrale Ischämien, schweres Schädel-Hirn Trauma, schwere PAVK/Carotisstenose, Gerinnungsstörungen, Sepsis, hohes Fieber

2.1. Pädiatrische Aspekte

Bei **pädiatrischen** PatientInnen ist es wichtig, die altersabhängigen Grenzwerte für die Definition einer Anämie zugrunde zu legen (16, 17).

Lebensalter	Hämoglobin
Neugeborene (1. + 2. Lebenstag)	< 16 g/dl
Erste Woche	< 14,5 g/dl
1. – 6. Lebensmonat	< 9,5 g/dl
0.5 – 3. Lebensjahr	< 10 g/dl
3. – 12. Lebensjahr	< 11 g/dl
>12. Lebensjahr	< 13 g/dl (M) < 12 g/dl (F)
Berner Datenbuch Pädiatrie 8. Auflage 2015 Seite 639, Leitlinien der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie 2012 (16, 17)	

Davon ausgehend sind die Symptome einer behandlungsbedürftigen Anämie zu erkunden. Wichtig – ebenso wie bei den Erwachsenen – aber eben mit anderen Grenzwerten verbunden, ist die Frage, ob es sich um einen akuten Blutverlust oder eine chronische Anämie handelt. Ein Neugeborenes, das mit einem Hb von 12 g/dl geboren wird kann grundsätzlich einen akuten Blutverlust erlitten haben. Wenn zusätzlich ein Sauerstoffbedarf

von > 0.4 FiO_2 besteht sollte ab $Hb < 13$ g/dl transfundiert werden. Bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkinder ist der Trigger bei < 8 g/dl, wenn gleichzeitig Zeichen der Anämie bestehen.

Viele angeborene Anämien werden im Neugeborenen und frühen Säuglingsalter symptomatisch oder können (z.B. bei der Sichelzellanämie) erkannt werden. Daher ist die Differentialdiagnose auch für das zukünftige Transfusionsregime entscheidend. Vor Beginn einer Transfusionstherapie sollte **auf jeden Fall** Blut für den Nachweis hereditärer Enzymdefekte, Hämoglobinopathien, korpuskulärer Anämien asserviert werden. Insbesondere bei der Sichelzellanämie darf der angestrebte Sollwert von 10 g/dl nicht wesentlich überschritten werden, da ansonsten negative Einflüsse durch die Viskositätssteigerung resultieren können. Im Gegensatz dazu wird bei der Beta Thalassämie ein Hypertransfusionsregime zur Unterdrückung der eigenen Erythropoese angestrebt (Werte um 12 g/dl). Insgesamt sollte so früh wie möglich eine Versorgung der chronisch transfusionsbedürftigen PatientInnen mit optimal passenden SpenderInnen erfolgen, um eine Alloimmunisierung möglichst zu verhindern. Hier sollte mit der Transfusionsmedizin bzw. erfahrenen Behandlern aus der pädiatrischen Hämatologie Rücksprache gehalten werden.

Die Dosierung liegt bei 5 bis 15 ml / kg KG, wobei 3 ml/kg KG den Hämoglobinwert um 1 g/dl ansteigen lassen sollten (17, 18). Höhere Dosierungen können zu einer transfusionsbedingten Hypervolämie führen und sind nur bei hypovolämischem Schock, Austauschtransfusionen oder dem Vorfüllen von Therapiesystemen (Apheresegeräte, Dialysesystem, ECMO) sinnvoll. Bei der Bestellung von Konzentraten sollten für Kinder möglichst Splitgrößen („Babybeutel“) desselben Erythrozytenkonzentrates in Betracht gezogen werden, um die Anzahl der Spender bei wiederholten Transfusionen zu vermindern.

Zur **Vermeidung** einer transfusionsassoziierten **Hyperkaliämie** darf die maximale Transfusionsgeschwindigkeit von **5 ml/kg/h** für Früh- und Neugeborene und **10 ml/kg/h** ab dem 1. Lebensjahr **NICHT** überschritten werden. Die Verabreichung von möglichst frischen Konserven ist bei Massivtransfusionen, Austauschtransfusionen und der ECMO zu beachten, wenn die vorgeschriebene Transfusionsgeschwindigkeit aus vitalen Gründen **NICHT** eingehalten werden kann (9, 19-21)

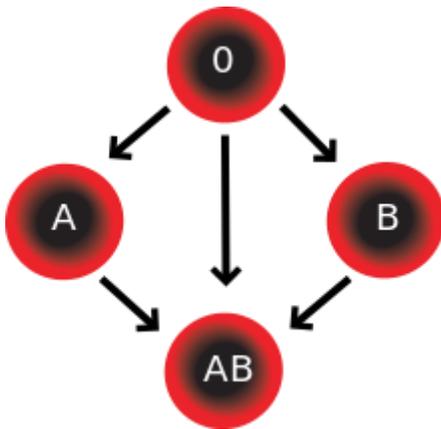
2.2. Auswahl der richtigen Erythrozytenkonzentrate

Prinzipiell ist ein ABO/RhD identes Blutprodukt auszuwählen. In Sonderfällen (Verfügbarkeit, Vorhandensein irregulärer Antikörper, Notfallsituation) kann von dieser Vorgabe abgewichen werden und nicht idente aber kompatible Erythrozytenkonzentrate transfundiert werden. Die diesbezügliche Entscheidung liegt beim Blutdepotleiter.

2.2.1. ABO – Kompatibilitätsschema für die Erythrozytentransfusion

Im ABO-System liegen immer **natürliche Antikörper, Isoagglutinine**, gegen jene ABO-Antigene vor, die man selbst nicht besitzt. Eine *ABO-inkompatible* Transfusion gegen die Isoagglutinine des Empfängers (major inkompatibel) - kann zu **lebensgefährlichen intravasalen Hämolysen** führen und muss daher unbedingt vermieden werden.

Das folgende Schema zeigt, welche Erythrozytenkonzentrate für welche Empfänger im ABO-System (mit den Isoagglutininen des Empfängers) **kompatibel** sind und transfundiert werden dürfen.



ABO-Blutgruppe der PatientIn	Isoagglutine der PatientIn	ABO-Blutgruppe von kompatiblen Erythrozytenkonzentraten
O	Anti A (α) Anti B (β)	O
A	Anti B (β)	A und O
B	Anti A (α)	B und O
AB	keine	AB, A, B und O

Die Isoagglutinine des Patienten sind NICHT gegen die Erythrozyten des Spenders gerichtet, daher wird dieser Kompatibilitätsstatus als **KOMPATIBEL** bezeichnet.

Bei der Transfusion von PatientInnen im Zusammenhang mit **hämatopoetischen Stammzelltransplantationen** (HSC-TX) sind besondere Regeln anzuwenden, die von der ABO-Konstellation von Spender und Empfänger sowie von der Phase der Transplantation abhängig sind (*Beilage 1*).

Schematische erythrozytäre Transfusionsempfehlung nach allogener KM/Stammzelltransplantation (22)	
Phase 1	Empfänger Blutgruppe bis zur Transplantation
Phase 2	Erythrozyten und/oder Isoagglutinine des Empfängers noch nachweisbar <i>Produktauswahl:</i> entsprechend der schriftlichen Transfusionsempfehlung
Phase 3	Nur noch Spender Erythrozyten nachweisbar. <i>Produktauswahl:</i> Spenderblutgruppe
<i>Jennifer Daniel-Johnson and Joseph Schwartz, Transfusion 2011(22)</i>	

Angaben dazu finden sich in den ÖGBT-Richtlinien für Blutdepots und im jeweils aktuellen Blutgruppenbefund der Patienten. Für weitere Fragen steht das Blutdepot zur Verfügung.
Detaillierte Angaben zur Transfusionsempfehlung finden sich als *Beilage 1*.

Bei genetisch bedingten schwachen ABO Varianten sollte die EK Auswahl nach Möglichkeit und Verfügbarkeit möglichst so erfolgen, dass eine Nachvollziehbarkeit im Bedside Test gegeben ist. Im Einzelfall kann das bedeuten, dass – obwohl eine eindeutige Blutgruppenbestimmung vorliegt - die Transfusionsempfehlung „O“ lautet. Grund dafür ist, dass sehr schwache ABO Varianten im Bedside Test als „O“ imponieren (23).

Rhesusfaktor D

Aufgrund der niederen Frequenz von Rhesus D (RhD) negativen Personen lässt sich eine Transfusion von RhD positivem Blut auf RhD negative Empfänger nicht immer vermeiden. Wegen der möglichen Immunisierung RhD

negativer PatientInnen ist die Transfusion von RhD positivem Blut nur in vitaler Indikation in Betracht zu ziehen. Bei RhD negativen Mädchen sowie RhD negativen Frauen im reproduktionsfähigem Alter ist die Transfusion von RhD positiven Erythrozytenkonzentraten (mit Ausnahme von lebensbedrohlichen Situationen) unbedingt zu vermeiden. Die Dringlichkeit der Indikation ist zu dokumentieren. Eine generelle RhD Prophylaxe ist nicht empfohlen und mit einem transfusionsmedizinischen Zentrum abzuklären, [siehe 10.6. Rhesusprophylaxe](#). Je nach transfundierter Erythrozytenmenge kann bis zur 3-fachen Standarddosis verabreicht werden (Standarddosis 300µg). Bei PatientInnen, die keine Rh-Prophylaxe erhalten haben, ist in spätestens 12 Wochen ein Antikörperscreening auf Anti D dringend empfohlen.

Erythrozytenkonzentratauswahl bei eingeschränkter Verfügbarkeit	
1.Wahl	Blutgruppen und Rhesus D ident
2.Wahl	Blutgruppen minorinkompatibel und Rhesus D ident
3.Wahl	Blutgruppen minorinkompatibel und Rhesus D nach Verfügbarkeit

2.2.2. Irreguläre antierythrozytäre Antikörper

Die Transfusion gegen antierythrozytäre („Blutgruppen“) Antikörper kann zu lebensgefährlichen hämolytischen Transfusionszwischenfällen führen. Die Bereitstellung von kompatiblen Erythrozytenkonzentraten ist daher unbedingt indiziert.

Das Vorliegen von irregulären antierythrozytären („Blutgruppen“) Antikörpern führt zu einem höheren Zeitbedarf für die prätransfusionellen Untersuchungen und die Bereitstellung kompatibler Konserven. Diese mögliche Verzögerung der Verfügbarkeit kompatibler Erythrozytenkonzentrate ist im Rahmen des Patientenmanagements zu berücksichtigen. Daher muss das Blutdepot in solchen Fällen frühzeitig informiert werden, beziehungsweise müssen die Anforderungen für die Blutkomponenten so früh wie möglich getätigt werden. Bei neuen PatientInnen (bzw., wenn nicht zweifelsfrei sicher ist, dass es im Blutdepot bereits eine transfusionsmedizinische Patientenakte gibt) müssen alle Hinweise auf das Vorliegen von –auch historischen- Blutgruppenantikörpern (Blutgruppenausweise, Notfallkarten, Befunde, persönliche Auskunft der PatientInnen oder der zuweisenden ÄrztInnen oder Krankenanstalten) **unbedingt und unverzüglich an das Blutdepot weitergegeben werden.**

2.3. Bestrahlung von Erythrozytenkonzentraten

Die Bestrahlung von Erythrozytenkonzentraten dient ausschließlich der Vermeidung der transfusionsassoziierten Graft versus host disease (TA-GvHD) in vor allem NICHT IMMUNKOMPETENTEN Patienten. Diese wird durch immunkompetente T-Lymphozyten des Blutspenders im Empfängerorganismus, gerichtet gegen dessen Gewebeantigene (HLA), ausgelöst. Seit der flächendeckenden Einführung der Leukozytendepletion von Blutprodukten im Rahmen des Herstellungsprozesses beträgt die Zahl der Leukozyten im Produkt $< 1 \times 10^6$ / Unit. Ein immunkompetenter Patient ist in der Lage, diese transfundierten Leukozyten als fremd zu erkennen und zu eliminieren. Ausnahmen sind Transfusionen von HLA gematchten Produkten. In diesem Fall besteht das Risiko, dass auch die immunkompetente PatientIn die mittransfundierten Leukozyten NICHT als fremd erkennt und eine TA-GvHD durch Proliferation dieser Zellen ausgelöst werden kann. Diese Gefahr ist immanent bei Verwandtenblutspenden.

TA-GvHD ist ein zumeist tödliches Krankheitsbild (**Mortalität > 90%**), bei dem die Spender T-Zellen im Empfänger eine Immunreaktion gegen dessen Gewebe hervorrufen. Sie zeichnet sich u.a. durch hohes Fieber, Hautausschlag, Panzytopenie, Leberfunktionsstörungen aus.

Die Bestrahlungsdosis beträgt mindestens 25 Gy und höchstens 50 Gy (24). Dadurch wird die Proliferation von T-Lymphozyten inhibiert, während die Funktion von Erythrozyten, Thrombozyten und Granulozyten weitgehend unbeeinträchtigt bleibt (25). Die Bestrahlung in DIESER Dosis bewirkt **keine** Inaktivierung von Krankheitserregern in Blutkomponenten. Für folgende Patientengruppen/Indikationen wird eine Bestrahlung der zu transfundierenden Blutkomponente empfohlen:

gesicherte Bestrahlungsindikationen (26-32)

die Literaturbewertung ergibt ausreichend Evidenz für eine Bestrahlungsindikation

- Intrauterine Transfusionen (IUT)
- Austauschtransfusionen
- Unreife Neugeborene und Neugeborene < 1200g
- Neugeborene bis zum 6. Lebensmonat nach einer IUT
- Kongenitale Immundefekte
- Non Hodgkin Lymphom (während Therapie mit Purinanaloga und Bendamustin)
- Hodgkin's Erkrankung (lebenslang)
- Ab 14 Tage vor autologer Blutstammzellentnahme
- Bei autologer Stammzelltransplantation ab Konditionierung bis 3 Monate danach bei Ganzkörperbestrahlung (TBI) in der Konditionierung bis zu 6 Monaten danach
- Bei allogener Stammzelltransplantation ab Konditionierung bis mindestens 6 Monate danach, jedenfalls bei bestehender chron. GvHD für die Dauer des Zustandes, bzw. solange GvHD Prophylaxe verabreicht wird
- Aplastische Anämie (während ATG und/oder monoklonaler Ak-Therapie)
- Während der Therapie mit z.B. ATG/ALG, Purinanaloga
- Während der Therapie mit Alemtuzumab (CD 52 Ak, Lemtrada)
- HLA ausgewählte Produkte
- Produkte von Blutsverwandten (auch bei immunkompetenten PatientInnen)
- Granulozytenkonzentrate

mögliche Bestrahlungsindikationen (26-32)

Die Literaturbewertung liefert keine eindeutige Bestrahlungsindikation, muss individuell entschieden werden

- Unklare Panzytopenien mit Leukozyten < 1000/µL
- Solide Tumore nach/während Chemotherapie bei Leukozytenwerten < 1000/µL
- Bei akuten und chronischen Leukämien wo eine absolute Indikation NICHT zutreffend ist
- Neugeborene bis zum 6. Lebensmonat (bzw. bis klar ist, dass kein angeborener Immundefekt vorliegt)

keine Bestrahlungsindikationen (26-32)

Die Literaturbewertung liefert Hinweise, dass Bestrahlungsindikation, nicht vorliegt

- Erworbene Immundefekte (HIV/AIDS)
- Therapie mit Rituximab (CD20 Ak)
- Solide Tumore unter Chemotherapie bei Leukozytenwerten > 1000/µL
- Transplantation solider Organe - Ausnahme: Immunsuppression mit Alemtuzumab oder ATG

In unklaren Fällen muss ein Facharzt für Transfusionsmedizin zu Rate gezogen werden

2.4. Waschen von Erythrozytenkonzentraten

Da Erythrozytenkonzentrate eine Restplasmamenge von < 25 ml enthalten („plasmaarm“), ist eine zusätzliche Plasmadepletion („Waschen“) nur mehr in speziellen Indikationen erforderlich. Hierfür wird das Erythrozytenkonzentrat mit physiologischer NaCl-Lösung aufgeschwemmt, anschließend zentrifugiert und der Überstand abgepresst. Dieser Vorgang wird mindestens 2x wiederholt. Dadurch kommt es zu einer Reduktion von Plasmaeiweiß unter 0,5g/EK.

Indikationen

- Anaphylaktoide- und anaphylaktische Reaktionen auf Plasmaproteine
- Wiederholte nicht medikamentös beeinflussbare Unverträglichkeitsreaktionen auf Proteine
- Angeborene absolute IgA Defizienz mit und ohne Nachweis von IgA Antikörpern

Bei Neugeborene mit mütterlichen Isohämagglutininen gegen ihre Blutgruppe gilt die Transfusionsempfehlung: EK 0 plasmaarm, Waschen ist routinemäßig NICHT erforderlich.

Ein sekundärer IgA Mangel (z.B. CLL, multiples Myelom) stellt per se **keine** Indikation dar.

Kongenitaler IgA Mangel = selektiver Immunglobulin -A- Mangel (Gendefekt, Prävalenz in westlichen Industrieländern bei über 1 ‰ (33)). Die Indikation zum Waschen ist durch das hohe Risiko der IgA Antikörperbildung gegeben. Es können schwerste anaphylaktische Reaktionen auftreten. Die Gabe von Immunglobulinen ist kontraindiziert, Plasma sollte nur von IgA defizienten Spendern verabreicht werden (34).

2.5. Erythrozytenkonzentrate für pädiatrische, neonatale und intrauterine Anwendung

Die ÖGBT empfiehlt alle Blutprodukte für Neugeborene bis zum 6. Lebensmonat zu bestrahlen. Damit wird gewährleistet, dass auch bei der physiologischen Immunschwäche des Neugeborenen und Säuglings, und einem eventuell bis dato asymptomatischen SCID (severe immunodeficiency syndrom) keine antransfundierte GvHD entsteht. Konserven zur Anwendung bei Früh- und Neugeborenen sollten möglichst immer zum ehestmöglichen Zeitpunkt mit blutgruppengleichen Konserven durchgeführt werden. Bei nicht bestimmbarer Blutgruppe ist mit der Blutgruppe **0 RhD negativ** solange zu transfundieren, bis ein eindeutiger Nachweis der Blutgruppe möglich ist.

Liegen beim Kind mütterliche Isohämagglutinine gegen eigene ABO-Antigene vor oder ist die ABO-Blutgruppe nicht bestimmbar, so werden EKs der Gruppe O (gewaschen oder mit nur minimalen Mengen an Plasma) eingesetzt. Bei Vorliegen eines Anti-D oder nicht bestimmbarer RhD-Eigenschaft sind RhD-negative EKs zu verwenden.

Sonderform Morbus hämolyticus neonatorum (MHN)

Der Morbus hämolyticus neonatorum ist durch eine, meist schwere, hämolytische Anämie des Feten gekennzeichnet, verbunden mit einem ausgeprägten Ikterus und einem schweren Hydrops. Bei Bilirubinkonzentrationen über 20 mg/dl droht ein Kernikterus, der zu schweren ZNS-Schädigungen und häufig zum Abort führt. Bei der Geburt bestehen meist ausgeprägte Ödeme, Aszites sowie eine Hepatomegalie. Ursache sind mütterliche Antikörper gegen Blutgruppeneigenschaften des Kindes. In erster Linie handelt es sich um Antikörper aus dem Rhesussystem (vor allem Anti RhD) oder Kell-System. Besteht die Gefahr des

intrauterinen Fruchttodes, muss bereits intrauterin eine Austauschtransfusion durchgeführt werden. Die Wahl des Erythrozytenkonzentrates richtet sich nach den mütterlichen Antikörpern.

Die postpartale Therapie verläuft in einem 3 Stufensystem

1. Phototherapie (35)

Dies führt zu einer Oxidation und Spaltung des indirekten Bilirubins; die Abbauprodukte können renal eliminiert werden. Allerdings eignet sich diese Therapieform nur für sehr milde Formen des MHN.

2. Neugeborenentransfusion

Das Präparat der Wahl ist ein Erythrozytenkonzentrat, welches das zum auslösenden Antikörper korrespondierende Antigen nicht besitzt, unter Berücksichtigung sämtlicher mütterlicher Antikörperspezifitäten.

3. Extraterine Austauschtransfusion (Präparat Wahl wie unter Pkt. 2)

Spezielle pädiatrische Einheiten

- Intrauterine Transfusion: Hier ist wichtig von Seiten des Anforderers den gewünschten Hämatokrit anzugeben, üblicherweise liegt der angestrebte Hämatokrit zwischen 80% und 85%.
- Extraterine Blutaustausch: Auch hier ist es erforderlich, den gewünschten Hämatokrit bekannt zu geben. Die extraterine Austauschkonserve ist ein, in kompatiblen Plasma (FFP) suspendiertes, Erythrozytenkonzentrat.
- Kinder < 10 kg: ~ 50-70 ml (1/4 therapeutische Einheit)
Kinder von 10-20 kg: ~ 100-150 ml (1/2 therapeutische Einheit)
Kinder über 20 kg: ~ 300 ml (1 ganze therapeutische Einheit)
- Jede Manipulation an Blutprodukten ist unter Umständen mit einer Reduktion der Haltbarkeit verbunden. Einen entsprechenden Vermerk findet man am Etikett.

2.6. Prävention einer Alloantikörperbildung bei chronisch transfusionsbedürftigen PatientInnen (Best Match Programm)

Bei Hämoglobinopathien mit einem absehbar chronischen Transfusionsbedarf (z.B. Thalassämia major und intermedia, Sichelzellanämie, u.a.) sollten in der Auswahl der Erythrozytenkonzentrate neben ABO und RhD auch weitere Antigene gemäß Empfängerphänotyp berücksichtigt werden (z.B. RhCcEe, Kell, Duffy, Kidd, Ss), um die Inzidenz der Alloimmunisierung möglichst zu minimieren. Das gleiche gilt für chronisch-transfusionsbedürftige PatientInnen und potentielle TransplantatkandidatInnen um Sensibilisierungen zu vermeiden insbesondere dann, wenn die Alloantikörperabklärung und die serologische Verträglichkeitsprobe beeinträchtigt sind (z.B.: Auto- und Panagglutinine)

3. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten

Die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten ist bei Thrombozytopenie oder –pathie bei gleichzeitig bestehender Blutungsgefahr indiziert.

Studien belegen, dass die prophylaktische Gabe von Thrombozyten effektiv ist in der Vermeidung von geringgradigen Blutungen (WHO Grad 1 und 2) aber nicht in der Vermeidung von schweren Blutungen (WHO Grad 3 und 4) WHO Grade siehe Anhang.

Die anzustrebenden individuellen Plättchenwerte sind vor allem von der Grunderkrankung der PatientInnen aber auch von weiteren Einflussfaktoren, wie der klinischen Situation, bestehenden Blutungen, plasmatischen Gerinnungsstörungen, Fieber, vorausgegangener Einnahme von Thrombozytenaggregationshemmern oder raschem Thrombozytenabfall abhängig. Derzeit sind sowohl POOL-Thrombozytenkonzentrate (gewonnen aus Vollblutspenden von 6 Spendern) als auch „Single donor“ Konzentrate (Einzelspender Konzentrate, gewonnen mittels Apherese) verfügbar. Hinsichtlich Volumen und Plättchengehalt sind beide Produkte vergleichbar.

Die Gabe von „Single-donor“ Apherese Konzentraten wird für jene Patientengruppen empfohlen, die voraussichtlich eine längerdauernde regelmäßige Substitution benötigen (z.B. bei hämato-onkologischen Erkrankungen)

Transfusionstrigger für Thrombozytenkonzentrate beim Erwachsenen

Der therapeutische Thrombozytenersatz ist ab folgenden Plättchenwerten (PLT/μl) indiziert (36), anerkannte Indikationen	
Allgemein	
5.000 – 10.000	ohne Blutungsneigung
20.000	mit Blutungsneigung
50.000	akute Blutung
100.000	Polytrauma mit ZNS-Verletzung
Vor größeren chirurgischen Eingriffen	
100.000	Neurochirurgie
80.000	Herz-, komplexe Gefäßchirurgie, Auge (hintere Augenkammer), Urogenitaltrakt
50.000	große Knochenchirurgie, Organbiopsien, Liquorpunktion, ZVK
20.000	Knochenmarkbiopsie
Prophylaktischer Thrombozytenersatz	
10.000	akute Leukämien, aplastische Anämien, MDS
20.000	Vor kleineren Eingriffen bei bekannter thrombozytärer Blutungsgefahr
50.000	Spinalanästhesie, Massivtransfusionen mit Blutverlusten > 70-80% des BV (ab 10-15 EKs) chirurgisch nicht stillbare (mikrovaskuläre) Blutungen; disseminierte intravasale Gerinnung (DIC)
100.000	Polytrauma mit ZNS-Verletzung, Epiduralanästhesie
Deutsche Bundesärztekammer. Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten. 4.Auflage 2014 (36).	

3.1. Kontraindikationen

KEINE Thrombozytensubstitution bei PatientInnen mit **thrombotisch thrombozytopenischer Purpura (TTP)** ungeachtet der Thrombozytenzahl.

In diesem Fall muss unverzüglich mit einem transfusionsmedizinischem Zentrum Kontakt aufgenommen werden und die Patienten zur sofortigen Einleitung einer Plasmaaustauschbehandlung an eine Fachabteilung überwiesen werden. Als Sofortmaßnahme ist die Transfusion von 4-5 Plasmen angezeigt.

Labortechnisch zeichnet sich eine TTP durch Hämolyse, hohe LDH, sehr niedrige Thrombozytenzahlen (meist < 10 G/L) und Fragmentozyten im Ausstrich bei negativem DCT aus (37), DD: HUS (hämolytisch urämisches Syndrom).

KEINE Thrombozytensubstitution bei PatientInnen mit **post-transfusioneller Purpura (PTP)**. Diese tritt unmittelbar bis einige Tage nach einer Transfusion von zellulären Blutprodukten (EK, TK), meist nach Thrombozytentransfusionen (TK) auf und ist gekennzeichnet durch sehr niedrige Thrombozytenzahlen (meist < 10 G/L). Therapie der Wahl ist die hochdosierte Immunglobulingabe (1 g/kg KG für 3 Tage oder 0,4 g/kg KG für 5 Tage). Ursache sind meist präformierte Antikörper gegen Thrombozyten. Bei gleichzeitiger Heparin-gabe ist eine heparininduzierte Thrombopenie (HIT II) auszuschließen (37). (HIT II Diagnostic - 4T score (38) im Anhang)

Nicht empfohlen ist die Gabe von TK bei Patienten mit Autoimmunthrombozytopenie (AITP)

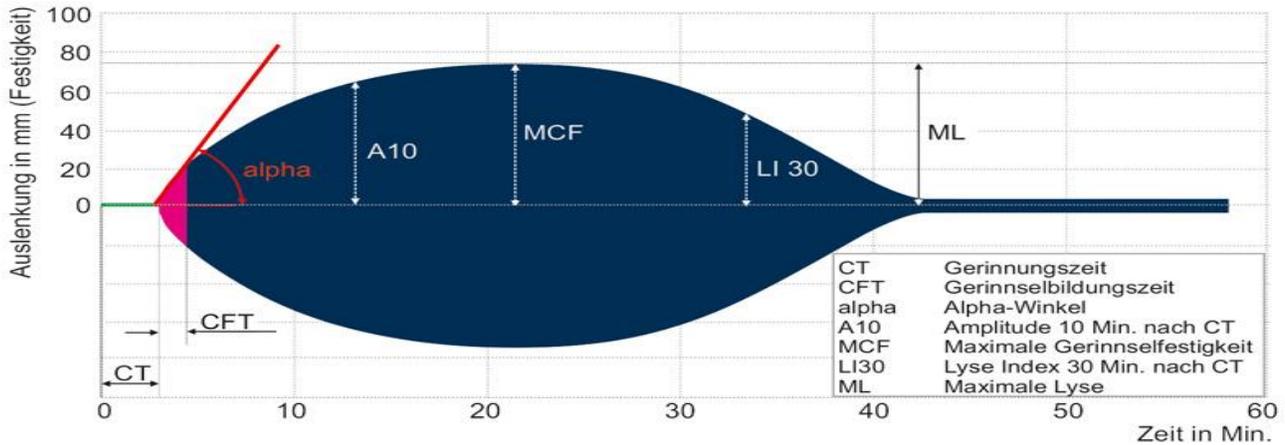
Hier besteht auch bei sehr niedrigen Thrombozytenzahlen (< 10 G/L) nur sehr selten eine Blutungsneigung. Bei Blutungsneigung bzw. bei Vitalindikation darf ein TK gegeben werden. Eine AITP zeichnet sich durch Antikörper gegen Glykoproteine auf der Thrombozytenoberfläche aus (37).

Im Falle einer **heparininduzierten Thrombozytopenie** Typ II (HIT-II), ist die **Thrombozytensubstitution** nur in Ausnahmefällen (vitale Indikation) angezeigt.

3.2. Beurteilung der Wirksamkeit eines Thrombozytenkonzentrats

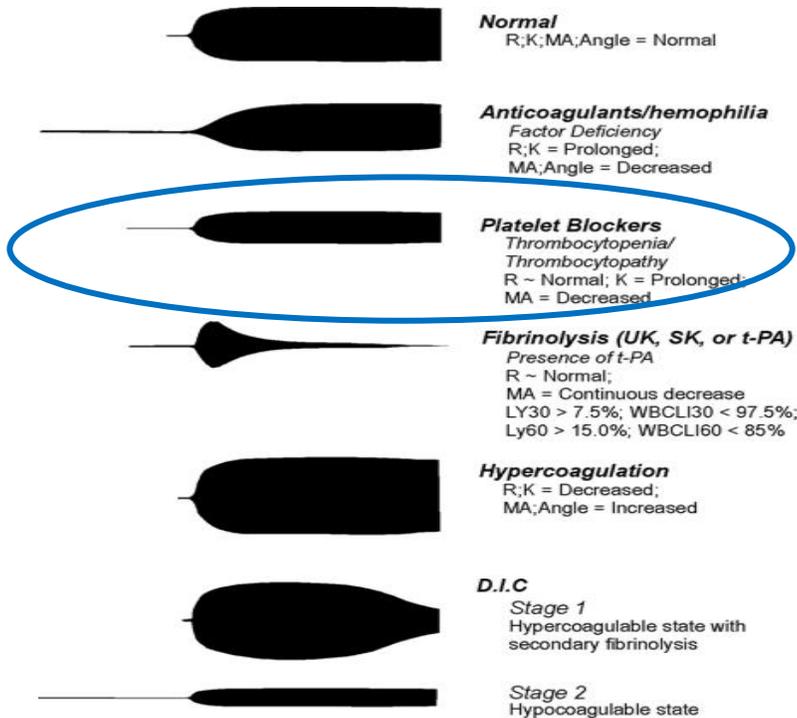
Thrombozytenwerte alleine geben KEINE Auskunft über die Wirksamkeit eines Thrombozytenkonzentrates. Üblich ist die Berechnung des „corrected count increment“ (CCI) der die transfundierte Thrombozytenzahl und die Körperoberfläche (KOF) des Patienten in die Berechnung einbezieht. Eine klinische Aussage kann auch hier nicht getroffen werden. Es ist zwingend notwendig klinische Parameter wie petechiale Blutungen oder Blutungen an den Einstichstellen in die Beurteilung einzubeziehen. Es wird auch von Seiten der ESA (European Society of Anesthesia) und der ÖGARI empfohlen im intensivmedizinischen und chirurgischen Setting, eine Thrombelastographie als point of care testing (POCT) anzuwenden, um die unnötige Gabe von Thrombozyten zu vermeiden (2). Das TEG entspricht einem globalen Gerinnungstest und bezieht sowohl Anzahl wie auch Funktion der Thrombozyten ein.

Normales Thrombelastogramm (TEG)



Vor allem die CFT und die MCF sind Thrombozyten abhängig.

Pathologische TEGs im Überblick



Critical Care Compendium 2014

3.3. Pädiatrische Aspekte

Die Gabe von Thrombozytenkonzentraten bei Neu- und Frühgeborenen sollte immer dann erfolgen, wenn durch eine Thrombozytopenie oder/und eine Thrombozytopathie die Primärhämostase nicht aufrechtzuerhalten ist. Derartige Zustände sind zumeist durch Infektionen, Sepsis, SIRS, Antikörper (ITP), hereditäre Funktions- und Bildungsstörungen erworben, können aber auch von mütterlichen thrombozytären Antikörpern (Alloimmunthrombozytopenien) oder durch Bildungsstörungen ausgelöst sein. Eine prophylaktische Gabe zur Verhinderung einer Hirnblutung ist gerechtfertigt. Generell liegt der Transfusionstrigger bei $< 10.000/\mu\text{l}$ und bei Kindern < 3 Monaten $< 20.000/\mu\text{l}$. Bei zusätzlichen Faktoren (Fieber, Sepsis, Blutungen, bekannten Thrombozytenfunktionsstörungen, unbeherrschbaren Blutungen) ist der Trigger entsprechend zu erhöhen. Ohne dass es hier eine klare Evidenz gibt, sind Werte zwischen 30.000 und $50.000/\mu\text{l}$ als sinnvoll zu betrachten. Bei Eingriffen im ZNS wird ein Wert von 80.000 - $100.000/\mu\text{l}$ gefordert. Kleine Eingriffe benötigen nur anlassbezogene Substitutionen. Es sollte bei akuten Blutungen gerade bei Verdacht auf eine Hirnblutung bis zum Eintreffen des Thrombozytenkonzentrates an die Möglichkeit der Gabe eines aktivierten Faktor VII Präparates gedacht werden. Grundsätzlich sollte aktivierter FVII nur im Zusammenspiel mit einer substituierten plasmatischen Gerinnung bei adäquater Thrombozytenzahl gegeben werden

3.4. Pathogeninaktivierung (PI) von Thrombozytenkonzentraten

Derzeit sind 2 Methoden auf dem Markt.

Die aktiven Substanzen

- Amotosalen (ein Psoralenabkömmling): „Intercept™ blood system“/Cerus
- Riboflavin (Vit B2): „Mirasol® PRT Technology“/Terumo BCT

interkalieren mit der DNA nach UVA- (Intercept™) und UVB- (Mirasol®) Bestrahlung irreversibel und führen zu einer Inaktivierung und Abreicherung von gram-negativen und- positiven Bakterien, von Parasiten und Viren. Die Lipid-umhüllten Viren werden mit beiden System vergleichbar inaktiviert. Der Grad der Inaktivierung der NICHT-umhüllten Viren ist systemabhängig. Außerdem werden auch sämtliche Subpopulationen der Leukozyten inaktiviert und die Zytokinsynthese wird verhindert. Da die, für die TA-GvHD verantwortlichen T-Lymphozyten ebenfalls betroffen sind, müssen so behandelte TKs nicht mehr einer Gammabestrahlung unterzogen werden (39). Durch die CMV Inaktivierung sind diese TKs den CMV negativen TKs gleichzusetzen (39).

Kontraindikationen

- Überempfindlichkeit gegen eine der aktiven Substanzen
 - Der Verdacht ist ausschließlich klinisch zu stellen (anaphylaktoide Reaktion auf ein TK)
 - In diesem Fall muss die Transfusion sofort abgebrochen und der Hersteller oder das Blutdepot kontaktiert und die weitere Vorgehensweise besprochen werden.
 - Bei bekannter Überempfindlichkeit gegen Amotosalen HCL oder Psoralene dürfen keine Intercept PI TKs verabreicht werden
- UVA Therapie von Neonaten
 - Bei Verwendung von UVA Licht mit einer Wellenlänge $\leq 425\text{nm}$ dürfen keine PI Konzentrate zeitgleich verabreicht werden. Frühestens 60 Minuten nach Beendigung der Phototherapie ist die Verwendung von PI-TKs zulässig
 - Wellenlängen $> 425\text{nm}$ sind unbedenklich.

3.5. Auswahl der richtigen Thrombozytenkonzentrate

3.5.1. ABO Kompatibilitätsschema für die Thrombozytentransfusion

Thrombozyten tragen nur geringe Mengen von ABO-Blutgruppenmerkmalen. Sie können ABO-blutgruppengleich oder -ungleich transfundiert werden, das heißt, die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten (TKs) jeglicher ABO-Blutgruppe ist zulässig (majorinkompatibel und minorinkompatibel), zumal auch in dem heutigen Standardpräparat nur mehr ein Restmenge von ca. 35% Plasma enthalten ist. Somit ist auch die Isoagglutinin-Konzentration verringert. Die erste Wahl ist die blutgruppengleiche Transfusion. Alternativ können TKs auch nach dem Erythrozyten- oder dem Plasma-Schema transfundiert werden

ABO-Blutgruppe des Patienten	ABO-Blutgruppe geeigneter Thrombozytenkonzentrate	
	vorzugsweise	alternativ
O	O	A, B, AB
A	A	O, B, AB
B	B	O, A, AB
AB	AB	O, A, B

3.6. RhD Blutgruppe und Thrombozytentransfusion bei RhD-negativen Mädchen und Frauen vor der Menopause

Auf Thrombozyten selbst finden sich keine RhD-Antigene, sondern lediglich auf den Rest-Erythrozyten in den Thrombozytenkonzentraten in sehr geringen Mengen. Die Immunisierungswahrscheinlichkeit durch sie ist daher gering. Nur bei RhD-negativen Mädchen und Frauen vor der Menopause sollen möglichst RhD-negative Thrombozytenkonzentrate verwendet werden.

Die Anti D-IgG Prophylaxe wird in diesem Setting prinzipiell erwogen (150-300µg iv. oder sc.). Die Indikation muss mit einem Transfusionsmediziner bzw. Blutdepotleiter abgeklärt werden [siehe 10.6. Rhesusprophylaxe](#)

3.7. Thrombozytäre Antikörper und immunologischer Refraktärzustand

Thrombozyten tragen eine Reihe von Antigenen auf ihrer Oberfläche, die Humanen Plättchenantigene (HPA), Humane Leukozytenantigene (HLA) und einige weitere Blutgruppenantigene. Erythrozytäre Antigene finden sich nur teilweise auf Thrombozyten. Die Transfusion von TKs gegen beim Empfänger vorliegende Antikörpern kann zum immunologischen Abbau der Thrombozyten führen. Das bedeutet, dass die Thrombozytenwerte im Blutbild rasch wieder auf prätransfusionelle Werte bzw. sogar darunter sinken können. Dieser Effekt ist bei ABO inkompatibler TK-Transfusion nur gering ausgeprägt, so dass letztlich etwa 80 Prozent der transfundierten Zellen zur Verfügung stehen. Bei Transfusion gegen HLA- und HPA-Antikörper kann es zu einem dadurch verursachten immunologischen Refraktärzustand kommen.

Die Refraktärität gegen Thrombozytentransfusionen ist gekennzeichnet durch einen fehlenden Anstieg der Thrombozytenwerte trotz wiederholter Transfusionen frischer ABO kompatibler Thrombozytenkonzentrate.

In diesen Fällen sind Thrombozytentransfusionen nur in VITALEN Situationen indiziert. Zumeist sind Antikörper gegen HLA Klasse I dafür verantwortlich. Daher kann es Sinn machen HLA-gematchte TKs zu verabreichen oder unter Anwendung geeigneter Testsysteme ein geeignetes TK zu suchen (Cross-match negativ). In jedem Fall ist die weitere Vorgehensweise sowie die Ursachenabklärung mit dem Blutdepot bzw. einem Transfusionsmediziner zu besprechen.

In den meisten Fällen sind aber nichtimmunologische Ursachen (z.B. peripherer Verbrauch bei diffus blutenden oder septischen PatientInnen) für einen fehlenden Anstieg nach einer Thrombozytentransfusion verantwortlich. Die Indikation zur Thrombozytentransfusion sollte bei diesen Patienten nicht von der Thrombozytenzahl sondern von Blutungszeichen und zusätzlichen Blutungsrisiken (z.B. invasive Eingriffe) abhängig gemacht werden.

3.8. Bestrahlung von Thrombozytenkonzentraten

Die Indikationen für die Verabreichung von mit mindestens 25Gy BESTRAHLTEN Thrombozytenkonzentraten sind ident zu denen für bestrahlte Erythrozytenkonzentrate (siehe 2.3. Bestrahlung von Erythrozytenkonzentraten). Sind die TK pathogeninaktiviert, ist **keine** Gamma Bestrahlung notwendig.

3.9. Waschen von Thrombozytenkonzentraten

Die Indikationen für eine Plasmadepletion (Waschen) von Thrombozytenkonzentraten entsprechen im Wesentlichen denen für plasmadepletierte Erythrozytenkonzentrate. Das Standard TK ist in additiver Lösung aufgeschwemmt und enthält eine Restmenge von ca. 35% Plasma. Unspezifische Eiweißunverträglichkeiten treten daher wesentlich seltener auf und eine Transfusion entgegen der Blutgruppenbarriere ist ohne nennenswerten Wirkungsverlust möglich. Dennoch ist eine Unverträglichkeitsreaktion nicht 100% auszuschließen, daher gelten untenstehende Indikationen (entsprechen denen der EKs).

- Wiederholte nicht medikamentös beeinflussbare Unverträglichkeitsreaktionen auf Proteine
- Anaphylaktoide- und anaphylaktische Reaktionen auf Plasmaproteine
- Angeborene IgA Defizienz mit und ohne Nachweis von Antikörpern gegen IgA

3.10. Thrombozytenkonzentrate für pädiatrische und neonatale Anwendung

Thrombozytenkonzentrate kommen als gepoolte TK oder bevorzugt als Einzelspender TK zum Einsatz. Auch hier ist - wie bei den EKs - die Möglichkeit, mehrere Splits eines Produktes für einen Empfänger zu reservieren, zu erwägen, damit die Anzahl der Spender so gering wie möglich bleibt. Das Volumen richtet sich nach dem Körpergewicht (KG) des Empfängers (in der Regel 10-15 ml/kg KG innerhalb von 30-45 Minuten als Schockvolumen in akuten Situationen; zur Vermeidung einer exzessiven Volumenbelastung maximal jedoch 20 ml/kg KG pro Gabe in der doppelten Zeit). Im Einzelfall ist die Einengung der TKs mit dem Hersteller zu besprechen. Die Transfusion von HPA- und HLA- gematchten TK bzw. von Crossmatch-negativen TKs soll nur bei Nachweis von HLA/ HPA-spezifischen AK bzw. Nachweis einer immunologischen Thrombozytenrefraktärität erfolgen.

Der prophylaktische Thrombozytensatz ist ab folgenden Plättchenwerten (PLT/μl) indiziert (40)	
Unreif geborene Kinder	< 50.000
Reif geborene Kinder	< 30.000
Kinder bis 3 Monate	< 20.000
Ab 3 Monate	< 10.000
ZNS Operationen, ECMO	< 100.000
Comorbiditäten (Sepsis, Blutungen, Fieber, Thrombozytenfunktionsstörungen)	< 50.000
<i>Roseff, SD. et al. Guidelines for assessing appropriateness of pediatric transfusion (40)</i>	

3.10.1. Spezielle pädiatrische Indikationen

Fetale/neonatale Alloimmunthrombozytopenie (FAIT/NAIT)

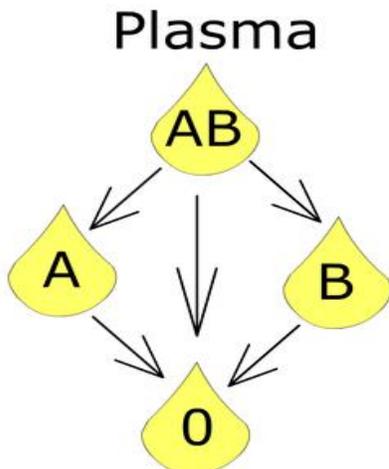
Die FAIT/NAIT ist eine seltene fetomaternale Inkompatibilität, die durch plättchenspezifische Antikörper der Mutter gegen thrombozytäre Antigene des Feten verursacht wird (meist Anti-HPA-1a, -5b).

FAIT: Bei anamnestischen Hinweisen bei vorangeborenen Kindern oder nachgewiesener Immunisierung der Mutter muss rechtzeitig eine pränatale Diagnostik mit eventuell erforderlicher Therapie eingeleitet werden. In diesem Fall handelt es sich um eine Risikoschwangerschaft und die Betreuung muss in einem diesbezüglich erfahrenen Zentrum stattfinden.

NAIT: Besteht der Verdacht bei einem Neugeborenen (Petechien oder andere Blutungssymptome), muss unbedingt der Thrombozytenwert bestimmt werden. Bei entsprechender Thrombozytopenie (PLT < 30.000 bei reifen Neonaten; < 50.000 bei unreifen Neonaten) und Blutungsgefahr (cave intrakranielle Blutung) muss sofort mit einer Substitutionstherapie mit HPA-ungematchten Standard-TK begonnen werden. Die sofortige Substitution ist einer Verzögerung durch immunologische Abklärung bzw. Suchen von kompatiblen Spendern vorzuziehen. Die immunhämatologische Diagnostik mit Screening mütterlicher Antikörper gegen thrombozytäre Antigene und HPA-Genotypisierung von Mutter und Kind sollte parallel in einem entsprechenden Speziallabor durchgeführt werden.

4. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Plasma

Das folgende Schema zeigt, welche Plasmakonzentrate für welche Empfänger im ABO-System **kompatibel** sind und transfundiert werden dürfen:



ABO-Blutgruppe des Patienten	ABO-Blutgruppe der kompatiblen Plasmakonzentrate
O	O, B, A, AB
A	A und AB
B	B und AB
AB	AB

Die Gabe von Plasma ist immer dann indiziert, wenn eine Gerinnungskorrektur erforderlich ist und die entsprechenden Faktorenkonzentrate nicht verfügbar sind (z.B. Faktor V) (41). Vor allem komplexe Gerinnungsstörungen wie bei globalen Leberparenchymschäden machen Plasmasubstitutionen erforderlich. Eine kürzlich erschienene Studie (2017) zeigte, dass die „first-line“ Gabe von Gerinnungsfaktoren, insbesondere Fibrinogen in TraumapatientInnen, ein besseres Outcome erzielen konnte als die first“line“ Gabe von Plasma (42) Um eindeutige Empfehlungen zur Plasmagabe festzulegen existieren derzeit zu wenige randomisierte Studien (43).

Dennoch kann die Gabe von Plasma erforderlich sein bei:

- Leberparenchymschaden (Leberinsuffizienz)
- Komplexe Gerinnungsstörung bei Massenblutungen
- Gravierende Störungen des Hämostase-Systems
 - Verbrauchskoagulopathien mit oder ohne disseminierter intravasaler Gerinnung (DIC)
 - Verdünnungs- und Verlustkoagulopathien
- Substitution bestimmter Gerinnungsfaktoren (z.B Faktor V, Faktor XI)
- Extrakorporale Kreisläufe

Eindeutige Indikationen sind:

- Thrombotisch-Thrombozytopenischer Purpura (Anhebung ADAMTS-13 = Metalloprotease zur Spaltung von vWF)
- Austauschtransfusionen
- Plasmaaustauschbehandlungen

Kontraindikation

- Ausschließlich Volumenersatz
- Kongenitale IgA Defizienz (selektiver-IgA-Mangel), [siehe 2.4. Waschen von Erythrozytenkonzentraten](#)

Fresh Frozen Plasma (FFP) gilt als zellfrei und unterliegt daher NICHT den Bestrahlungsrichtlinien***Faustregel***

Plasma sollte in einer Dosierung von 15–20 ml/kg Körpergewicht rasch transfundiert werden vor allem bei Patienten mit schwerem akutem Blutverlust und manifesten oder drohenden mikrovaskulären Blutungen, die durch eine Koagulopathie mit Quickwerten < 50% oder APTT > 45 s und/oder Fibrinogenspiegel < 1 g/l mitverursacht werden. (Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten.4.Auflage 2014)

5. Notfall und Massivtransfusion

5.1. Notfall

Von einer Notfalltransfusion spricht man, wenn aus vitalen Gründen keine Zeit für eine Blutgruppenbestimmung und/oder Verträglichkeitsprobe besteht. In diesem Fall ist das EK der Wahl eine „O negative“ Konserve und das entsprechende Plasmaprodukt „AB“. RhD ist bei Plasmakonzentraten irrelevant.

Sollten nicht ausreichend RhD negative Konserven zur Verfügung stehen, sind RhD positive EKs zu verwenden. Im Notfall und vitaler Indikation kann bei Mädchen und Frauen im reproduktionsfähigen Alter der Rhesusfaktor bei RhD negativen Patientinnen missachtet werden, (ausschließlich nach Vorgaben des zuständigen Blutdepots, [siehe 2.2 Rhesusfaktor D](#) (44).

WICHTIG: Unbedingt VOR Transfusion der O negativen Notfallskonserven das Blut für die prätransfusionellen Untersuchungen abnehmen. Zu einem späteren Zeitpunkt ist mit den Routinemethoden KEINE eindeutige Blutgruppe bestimmbar.

CAVE: Notfallkonserven werden in der Regel ohne gültigen Kreuzprobenbefund verabreicht. Es liegt in der Verantwortung des Kliniklers die vitale Indikation festzustellen, diese ist in jedem Fall zu dokumentieren.

5.2. Massivtransfusion

Definitionen (2, 44-46)

- Austausch des Gesamtblutvolumens (GBV) in 24 Stunden (h) (5-6 l/70 kg KG)
- 50% Austausch binnen 3h
- 4 EKs binnen 1h bei fortbestehender starker Blutung
- mehr als 150 ml Blutverlust pro Minute (min)
- ≥ 10 EKs in 24 h bzw. > 2 EKs in 15 min

Derzeit existieren keine allgemeingültigen Transfusions- und Substitutionsrichtlinien hinsichtlich Blutprodukten und Gerinnungsfaktoren für TraumapatientInnen und Massivtransfusion.

Faustregel: Ab einem Blutaustausch von $\frac{1}{2}$ GBV sollte man mit der Transfusion von Plasma beginnen, optimale Dosierung 20 - 30 ml/kg KG, nach Blutaustausch des gesamten GBV ist die Gabe von Thrombozytenkonzentraten (1-2) angezeigt, jede weitere Gabe von Thrombozyten, sowie die Gabe von Fibrinogen sollte POCT gesteuert sein.

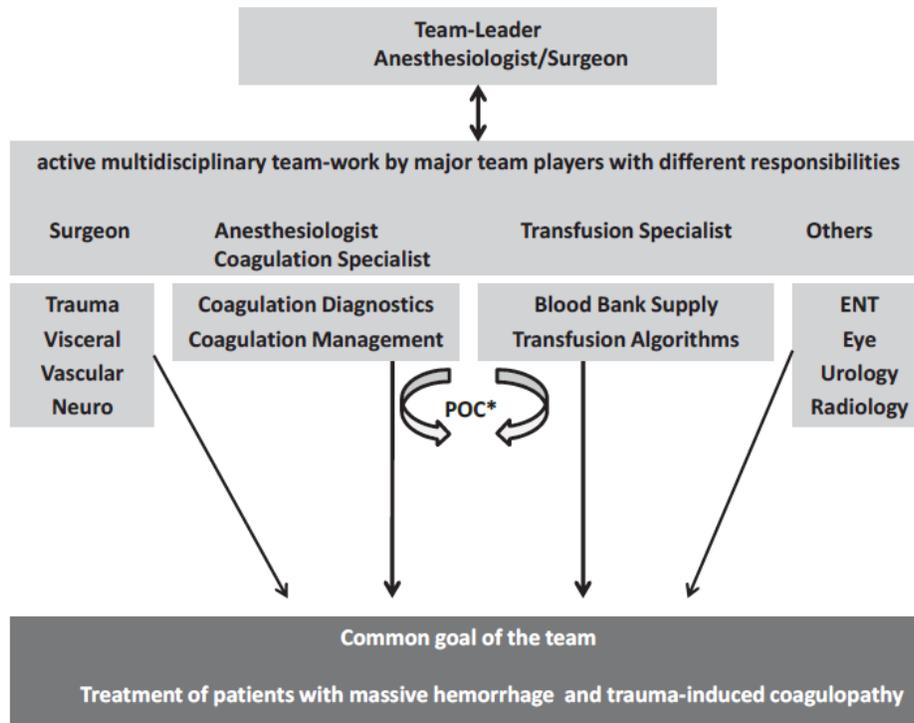
In Ermangelung ausreichender prospektiv-kontrollierter Studien bezüglich des optimalen Hb Wertes bzw. des Transfusionstriggers in diesem Setting gibt es einen Konsens der deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI). Diese empfiehlt als Ziel Hb Werte von 7-9 g/dl nach Sistieren der Blutung (44).

Neueste Erkenntnisse weisen darauf hin, dass bei Massivtransfusionen die Patienten von einer eher ausgeglichenen RBC : FFP : PLT Ratio profitieren (47). Die ÖGARI empfiehlt Plasmasubstitutionen (pathogeninaktiviertes Plasma- z.B. Octaplas®/Fa Octapharma oder quarantänegelagertes Plasma, z.B. Quarantan/Europlasma) von 30-50mL/kg. Die DGAIInfo gibt an, dass es keine Evidenz für eine optimale Blutproduktratio gibt (44).

Die österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) verfasste Empfehlungen für bestimmte klinische Fragestellungen zur Behandlung von Massivblutungen und zum Gerinnungsmanagement bei traumatisch bedingter Massivblutung (Empfehlung der Arbeitsgruppe „Perioperative Gerinnung“ der ÖGARI 2013, *Beilage 2*)(48)

Wichtig für alle Notfallsituationen ist das Vorhandensein eines entsprechenden Notfall – Protokolls, das einheitlich für jedes Krankenhaus an den Abteilungen aufliegen muss. Nach diesem ist in Notfallsituationen vorzugehen. Dieses Protokoll sollte gemeinsam mit der Anästhesie, dem jeweiligen Transfusionsbeauftragten und dem Blutdepot erstellt werden (49).

Meissner A, Schlenke P. Massive Bleeding and Massive Transfusion. Transfus Med Hemother. 2012;39(2):73-84 (43).



*** Point-of-care diagnostics such as thromboelastography and impedance aggregometry**

5.3. Pädiatrische Aspekte

Für die Behandlung von Kindern mit Massivtransfusionen existieren zur Zeit wenig evidenz-basierte Grundlagen, nicht zuletzt aufgrund der unterschiedlichen physiologischen Größen vom Neugeborenen bis zum Adoleszenten und den unterschiedlichen Pathologien, die zu einem entsprechenden Blutungsereignis führen. Das Blutvolumen beträgt altersunabhängig etwa 70-80 ml/kg KG. Ab 40 ml Blutprodukte pro kg KG spricht man von Massivtransfusion. Die Definition der Massivtransfusion ist in einer großen amerikanischen Studie mit dem Bedarf von 40 ml/kg an Blutprodukten (EK, TK, FFP) in den ersten 24 h als Schwellenwert für eine prognostisch entscheidende Blutungsaktivität definiert worden (50). Damit konnten frühere Definitionen mit 50% des Blutvolumens in den ersten 24 h mehr oder minder bestätigt werden. Wichtig ist, dass jede Notaufnahme ein entsprechendes Protokoll bereitstellen sollte, damit prospektiv diese Frage für die Kinder gelöst werden kann. Erwachsenen Definitionen und Scores sollten nur in der für die Kinder adäquaten Variante angewendet und dokumentiert werden, da es sonst zu Fehleinschätzungen der Schweregrade kommen kann (51).

6. Sonderprodukte

Granulozytenkonzentrate (GK) werden durch maschinelle Apherese von gesunden Spendern unter Cortison- (homologe Blutkomponentenspender) oder Wachstumsfaktorenstimulierung (G-CSF) (Patienten assoziierte Spender) gewonnen.

6.1. Indikation

Der klinische Nutzen von Granulozytenkonzentraten ist umstritten. Nach der derzeitigen Datenlage kann aufgrund der Heterogenität der Studien und des Fehlens von ausreichenden randomisierten Studien keine fundierte eindeutige Empfehlung zur Gabe von GK abgegeben werden (52). Dennoch ist es Übereinkunft, dass im Fall von schweren bakteriellen oder mykotischen Infektionen bei einer Neutropenie von weniger als 500 neutrophilen Granulozyten/ μl , und einem NICHT-Ansprechen auf eine suffiziente antibiotische / antimykotische Therapie innerhalb von 72 Stunden an die Gabe von GK gedacht werden kann. Voraussetzung ist eine erwartete Knochenmarkserholung in absehbarer Zeit.

6.2. Kompatibilität

Granulozytenkonzentrate können ABO/Rh ident, nicht ident, minor- oder majorinkompatibel gegeben werden, da die Möglichkeit besteht inkompatible Erythrozyten und/oder inkompatibles Plasma vor der Transfusion zu entfernen. Granulozytenkonzentrate müssen vor der Transfusion immer bestrahlt werden ([siehe 2.3. Bestrahlung von Erythrozytenkonzentraten](#))

6.3. Durchführung

Diese Produkte sind mittels Routineanforderung NICHT anforderbar. Die Herstellung erfolgt ausschließlich in speziell eingerichteten Zentren. Die eventuelle Gabe muss mit einem transfusionsmedizinischen Zentrum abgesprochen werden.

7. Ärztliche Verordnung von Blutkomponenten

Die Anordnung von Blutkomponenten ist eine ärztliche Tätigkeit und muss in der Patientenakte dokumentiert sein. Die Anforderung an das Blutdepot (siehe Standard) muss folgende Informationen enthalten:

Identifikationsdaten des Patienten

- Name
- Geschlecht
- Geburtsdatum und/oder vollständige Sozialversicherungsnummer
ggf. Aufnahme- und Spitalsinterne Identifikationsnummern

Transfusionsmedizinisch relevante klinische Angaben (laut Anforderungsformular)

- ABO und RhD Blutgruppe, wenn bekannt
- Irreguläre erythrozytäre AK wenn bekannt; Behandlung mit poly/monoklonalen AK (Immunglobulinpräparate, Anti-CD38, ...)
- Angabe einer bestehenden Schwangerschaft, ev. Rhesusprophylaxe
- Z.n. Knochenmark- oder Stammzelltransplantation,
- Z.n. Transfusionszwischenfall (z.B. allergische Reaktion)
- Vortransfusionen

Angaben zur verordneten Komponente

- Art
- Anzahl
- Diagnose/Indikation
- Name der anfordernden Person
- Erreichbarkeit wegen allfälliger Rückfragen

7.1. Dringlichkeit: Notfall-, dringliche und Routinetransfusion

Abnahme der Blutprobe **IMMER** vor der 1. Transfusion

Jedes Blutdepot muss einen Algorithmus zur Abarbeitung der verschiedenen Dringlichkeitsstufen festlegen. Dieser sollte allen Abteilungen bekannt sein und zur Einsicht aufliegen (Beilage 3, Beispiel aus St. Pölten).

7.2. Geplante Interventionen und Komponenten auf Abruf

Vor Operationen wird anhand von Blutbereitstellungslisten der voraussichtliche Transfusionsbedarf von Erythrozytenkonzentraten ermittelt. Diese Bereitstellungslisten wurden vom KAV bzw. von der jeweiligen Fachabteilung erarbeitet und dienen dem effektiven Lagermanagement, vor allem in kleinen Häusern. (Beilage 4, Liste siehe Anhang)

7.3. Aufklärung und Einverständnis der Patientinnen für die Transfusion von Blutkomponenten

Vor der Transfusion von Blutkomponenten (Erythrozyten- und Thrombozytenkonzentrate und Plasma) oder vor Therapien und Eingriffen bei denen mit einer Transfusionswahrscheinlichkeit von mindestens 10% oder mit einem Blutverlust-assoziierten vitalen Risiko zu rechnen ist, sind die PatientInnen über Wirkung und mögliche

Nebenwirkung der Transfusion von Blutkomponenten durch einen Arzt/Ärztin auf der Station aufzuklären (Beilage 5, Perimedbogen beispielhaft).

8. Blutabnahme für die prätransfusionellen Laboruntersuchungen

Vor jeder Transfusion muss Blut für die prätransfusionellen Laboruntersuchungen (ABO- und RhD-Blutgruppenbestimmungen, Antikörpersuchtest und serologische Verträglichkeitsprobe) abgenommen werden. Einen Überblick über diese Untersuchungen gibt das Kapitel 2. in den ÖGBT Standards: Immunhämatologische Untersuchungen bei PatientInnen (23).

Die Abnahme dieser Blutprobe (Handbuch Blutgebarung) und die spätere Transfusion des Erythrozytenkonzentrates stellen die kritischsten Schritte im Transfusionsprozess dar. Verwechslungen bzw. **Identifikationsfehler** oder Prozessfehler (Prozess AKH beispielhaft, Beilage 6) sind die **häufigsten Ursachen für ernste und potentiell tödliche Transfusionszwischenfälle**.

Veranschaulicht wird dies durch alle Hämovigilanzdaten, wie zum Beispiel die Daten der britischen ‚Serious Hazards of Transfusion‘ Initiative (SHOT) (53): **Mehr als 80 % der ernststen Transfusionszwischenfälle gehen auf Verwechslungen und Prozessfehler** im klinischen Bereich zurück, während Infektionstransmissionen (TTI) nur einen Anteil von 1,4 % darstellen. Daher sind die sorgfältige Patientenidentifikation und die ordnungsgemäße Durchführung der einzelnen Prozessschritte unverzichtbar.

8.1. Vorgangsweise bei der Blutabnahme für die prätransfusionellen Untersuchungen

Korrekte und vollständige Beschriftung des Probenröhrchens oder Beklebung mit dem Patientenetikett. Die Beschriftung muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- Familien- und Vornamen
- Geburtsdatum
- Sozialversicherungsnummer oder Identifikationsnummer der Krankenanstalt
- Abnahmedatum

Ansprechbare PatientIn

Aufforderung an den oder die PatientIn, den Namen und das Geburtsdatum zu nennen.

Wichtig ist dabei, dass die PatientIn aktiv Namen und Geburtsdatum selbst nennen muss und dies nicht als Zustimmung des vom medizinischen Personal genannten Namens erfolgt.

Vergleich der Identifikationsdaten am Probenröhrchen mit dem Wrist-Band (Identifikationsarmband; falls zutreffend) der PatientIn.

Nichtansprechbare PatientIn

Bei nicht-ansprechbaren, nicht identifizierten oder nicht handlungsfähigen Personen muss jedenfalls das Wrist-Band, wenn möglich, im Vier-Augen Prinzip zur Identifikation herangezogen werden.

9. Serologische Verträglichkeitsprobe

Die serologische Verträglichkeitsprobe untersucht das Vorliegen von Antikörpern der EmpfängerIn gegen die zu transfundierenden Erythrozyten. Im Normalfall, also bei kompatiblen Erythrozytenkonzentraten, ist die Verträglichkeitsprobe negativ. Die EKs sind somit serologisch verträglich, eine antikörperbedingte akute hämolytische Transfusionsreaktion ist nicht zu erwarten. Die Gültigkeit der Verträglichkeitsprobe beträgt 72 Stunden, danach gilt jede Konserve als ungekreuzt. Für Thrombozyten und Plasma ist keine solche Verträglichkeitsprobe erforderlich

Die Details sind in den ÖGBT Standards (23) beschrieben

9.1. Konservenbegleitschein für Blutprodukte

Blutprodukte werden mit einem Zuordnungsdokument (Konservenbegleitschein, Kreuzprobenbericht, etc.) zu einer bestimmten PatientIn ausgegeben. Dieses Dokument stellt die Verbindung zwischen der PatientIn und der zugeordneten Blutkomponente dar.

10. Bedside-Test, Transfusion und Beobachtung der PatientIn

10.1. Übernahme der Blutkomponente auf die Station

Im Regelfall steht auf den Stationen kein qualifizierter überwachter Blutkühlschrank (der als Subdepot in der Verantwortung des Blutdepots stehen muss). Daher darf das Erythrozytenkonzentrat nur bei **Raumtemperatur** gelagert werden. Die Lagerung in nicht-qualifizierten Kühlschränken ist nicht zulässig.

Standardlagerbedingungen und Haltbarkeiten für Blutkomponenten		
Blutkomponente	Auf der Station	Im Blutdepot
Erythrozytenkonzentrat	Raumtemperatur, max. 6h Stunden (bzw. Ablaufdatum)	bei 4°C +/- 2 ° bis Ablaufdatum
Thrombozytenkonzentrat	Raumtemperatur, max 12h (bzw. Ablaufdatum)	22°C +/- 2°C unter Agitation bis Ablaufdatum
Plasma	aufgetaut Raumtemperatur, max. 6 Stunden (bzw. Ablaufdatum)	kleiner als -18°C bis zum temperaturabhängigen Ablaufdatum

Übernommene Erythrozytenkonzentrate müssen **innerhalb von sechs Stunden** nach Übernahme bzw. der Unterbrechung der Kühlkette **transfundiert werden**. Eine Rücknahme des erwärmten EKs zu Transfusionszwecken beziehungsweise das Wiedereinkühlen im Blutdepot ist nicht zulässig.

Thrombozytenkonzentrate werden immer bei Raumtemperatur gelagert und dürfen nie gekühlt werden. Sie sind zur sofortigen Transfusion bestimmt. Die Lagerung auf der Station ohne Agitation und Inkubation ist maximal 12 Stunden zulässig (54, 55).

In Zweifelsfällen oder bei Fragen wenden Sie sich bitte immer an das Blutdepot.

Ablaufdatum von Blutkomponente und Verträglichkeitsprobe

Es muss sichergestellt werden, dass sich zum Transfusionszeitpunkt die Blutkomponenten noch innerhalb der Haltbarkeit befinden (siehe Etikett) und die Verträglichkeitsprobe (bei EKs) noch gültig ist (ÖGBT Standards, 23).

10.2. Vorbereitung der Transfusion

Für die Transfusion sind alle transfusionsrelevanten Zuordnungsdokumente (Konservenbegleitschein, Verträglichkeitsprobenbericht), gegebenenfalls auch der zugehörige Blutgruppenbefund, insbesondere wenn er besondere Angaben zur Transfusion enthält (*Biologische Vorprobe nach Oehlecker* oder die *körperwarme Transfusion*) gemeinsam mit der zu transfundierenden Blutkomponente und dem Equipment (Transfusionsbesteck, Infusionsständer, gegebenenfalls ein zugelassenes Blutwärmgerät) sowie alle Utensilien für die Durchführung des Bedside-Tests, vorzubereiten.

Die Verwendung eines Transfusionswagens, auf dem alle notwendigen Utensilien für den Bedside-Test und die Transfusion vorhanden sind und der ausreichend Arbeitsfläche bietet, wird empfohlen. Auf der Arbeitsfläche des Transfusionswagens sollen zur Vermeidung von Verwechslungen immer nur die EKs, Zuordnungsdokumente und



Blutgruppenbefunde des einen, zu transfundierenden Patienten, liegen.

10.2.1. Identifikation

Die Identifikation der PatientIn im Rahmen der Transfusion stellt einen kritischen Prozessschritt dar. Eine Verwechslung muss unbedingt vermieden werden (siehe auch: *ernste Transfusionszwischenfälle*, Kapitel 2).

Die Identifikation der PatientIn hat in folgender Weise stattzufinden:

Aufforderung an die PatientIn, **Namen** und **Geburtsdatum** zu nennen
Wichtig ist dabei, dass Name und Geburtsdatum aktiv selbst genannt muss (und dies nicht als Zustimmung des vom medizinischen Personal genannten Namens erfolgt).

Vergleich der Identifikationsdaten mit dem **Wrist-Band** (Identifikationsarmband; falls zutreffend) der PatientIn. Bei nicht-ansprechbaren, nicht identifizierten oder nicht handlungsfähigen Personen muss jedenfalls das Wrist-Band unter Abgleich entsprechender Dokumente zur Identifikation im 4 Augen Prinzip herangezogen werden. Die Aufklärung zur Transfusion muss im Nachhinein erfolgen. (Beispiel oben)

Der Vergleich der Angaben der PatientIn und die Beschriftung des Wrist-Band haben unmittelbar -durch den für die Transfusion verantwortlichen Mitarbeiter selbst- mit dem Zuordnungsdokument (Konservenbegleitschein) zu erfolgen. Der Prozess darf nur dann fortgesetzt werden, wenn alle Identifikationsdaten der PatientIn eindeutig und zweifelsfrei mit den Daten am Zuordnungsdokument (Konservenbegleitschein) übereinstimmen.

10.2.2. Bedside-Test

Der ABO-Bedside-Test hat nur orientierenden Charakter („ABO-Identitätskontrolle“) und ist nicht mit der ABO-Bestimmung im Labor gleichwertig (darf auch nicht als „ABO-Bestimmung“ bezeichnet werden). Bei Diskrepanzen zwischen dem Blutgruppenbefund, Begleitdokumenten der Blutkonserve und dem ABO-Bedside Test, muss unbedingt vor Transfusion Rücksprache mit dem Blutdepot gehalten werden.

Der Bedside-Test dient der **ABO-Identitätskontrolle** des/der **PatientIn** und der zu transfundierenden **Erythrozytenkonzentrate**, um potentiell tödliche ABO-inkompatible Fehltransfusionen zu verhindern. Er muss **unmittelbar vor jeder Erythrozytentransfusion am Bett neben der PatientIn** durchgeführt werden.

Durchführung eines ABO-Bedside-Tests (ABO-Identitätskontrolle)	
<i>erforderlich vor der Transfusion folgender Blutkomponenten:</i>	
Erythrozytenkonzentrat	immer
Thrombozytenkonzentrat	nicht erforderlich
Plasma	nicht erforderlich (Patientenkontrolle empfohlen)
Granulozytenkonzentrat kompatibel	immer
Granulozytenkonzentrat inkompatibel*	nicht erforderlich

* Ery und Plasmadepletiert

Die **Durchführung** des ABO-Bedside-Tests hat unmittelbar vor der Transfusion **durch die für die Transfusion verantwortliche MitarbeiterIn selbst** zu erfolgen. Dazu muss **unmittelbar vor der Transfusion von der PatientIn eine frische Blutprobe** entnommen werden. Das Zurückgreifen auf frühere Proben ist nicht zulässig. Auch von den **zugeordneten Erythrozytenkonzentraten** werden unmittelbar Proben entnommen – von den **Schlauchsegmenten an der Konserve** (diese lassen sich unter Zug abtrennen) oder notfalls direkt aus dem Transfusionsbesteck.

Die ABO-Antigenbestimmung selbst ist vom verwendeten Testsystem abhängig und entsprechend den **Angaben des Herstellers** durchzuführen. Wichtig ist, dass die Reagenzien vor dem Ablesen der Ergebnisse ausreichend lange einwirken können, da es sonst zu falsch-negativen Resultaten kommen kann. Ein Beispiel für die praktische Durchführung mit einer Bedside-Test- Karte findet sich im Anhang.

Als Ergebnis erhält man eine ABO-Kontrolle des Patienten sowie aller zu transfundierenden EKs. Die Bedside-Test-Ergebnisse sind mit dem ABO-Kompatibilitätsschema für die Erythrozytentransfusion sowie mit dem immunhämatologischen Befund zu vergleichen ([siehe 2.2. Auswahl der richtigen Erythrozytenkonzentrate](#)).

Der Prozess darf nur dann fortgesetzt werden, wenn die Bedside-Test-Ergebnisse **eindeutig und zweifelsfrei** die Kompatibilität der ABO-Blutgruppe des Empfängers mit den zu transfundierenden Erythrozytenkonzentraten zeigen. In Zweifelsfällen oder bei Fragen wenden Sie sich bitte an das Blutdepot. Der Bedside-Test muss für jedes EK durchgeführt werden. Das gleiche gilt für kompatible GK.

10.3. Transfusion

Die Transfusion von Blutkomponenten muss über einen **eigenen (gespülten) venösen Zugang** erfolgen, über den zur gleichen Zeit nur physiologische Kochsalzlösung infundiert werden darf. Die gleichzeitige Verabreichung anderer Medikamente oder anderer Infusionslösungen über denselben Zugang ist nicht gestattet. Die gleichzeitige Verabreichung von Medikamenten, die ähnliche Symptome, wie eine akute Transfusionsreaktion hervorrufen können, soll vermieden werden.

Unmittelbar vor dem Konnektieren des Erythrozytenkonzentrats mit dem venösen Zugang des Patienten haben folgende Schritte stattzufinden:

-Kontrolle der richtigen Zuordnung von Patienten und Blutkomponente, laut Konservenbegleitschein - diese Kontrolle hat immer, auch beim Wechsel von EKs zu erfolgen.

- Bei Erythrozytenkonzentraten: Kompatibilität entsprechend ABO-Bedside-Test
- Bei Erythrozytenkonzentraten: Transfusion innerhalb der Gültigkeitsdauer der Verträglichkeitsprobe

- Blutkomponenten vor Erreichen des Ablaufdatums
- Blutkomponenten vor dem Anstechen äußerlich intakt und unversehrt
- Blutkomponente ohne Hinweis auf Qualitätsmangel
- zulässige Transfusionsgeschwindigkeiten bei Kindern beachten ([siehe 2.1. pädiatrische Aspekte](#))
- optimales transfundiertes Volumen bei Erwachsenen ohne kardiale Beeinträchtigungen: 1 EK/Stunde

Ausnahmen: Massivtransfusion, akute Blutung

CAVE: transfusionsbedingte Hypervolämie (TACO=transfusion associated circulatory overload)

Sonderfall 1: Biologische Vorprobe nach Oehlecker

Bei Vorhandensein von Auto- und Panagglutininen (keine serologische Verträglichkeitsprobe möglich) wird am Blutgruppenbefund eine *Biologische Vorprobe nach Oehlecker* empfohlen.

Dabei werden zuerst ca. 20ml des Erythrozytenkonzentrats schnell transfundiert und dann wird die Transfusion unterbrochen. Sollte es zu einer akuten hämolytischen Reaktion kommen, würden sich die ersten Symptome innerhalb der nächsten 15 Minuten einstellen.

Beim wachen Patienten, werden Symptome wie Übelkeit, Schwindel, Hitze, Kälte und Schmerzen, vor allem in der Nierengegend abgefragt. Dazu misst man den Blutdruck und Puls.

Beim bewusstlosen Patienten werden Blutdruck, Puls und O₂ Sättigung kontrolliert.

Bei liegendem Harnkatheter wird auf eine eventuelle hämolytische Verfärbung des Harns geachtet.

Zeigt der Patient keines dieser Symptome, kann die Transfusion langsam fortgesetzt werden.

Sonderfall 2: Körperwarme Transfusion

Wird im aktuellen Blutgruppenbefund die körperwarme Transfusion empfohlen, so muss das Blut am Patientenbett mittels zugelassenen Blutwärmegeräts gewärmt werden.

10.4. Beobachtung der PatientIn während und nach der Transfusion

Um ernste akute Transfusionsreaktionen rechtzeitig zu erkennen und sofort eine adäquate Therapie einleiten zu können, sind die PatientInnen während der ersten 15 Minuten mehrmals (juristische Kontrolle) zu kontrollieren.

10.5. Transfusionsreaktionen und Zwischenfälle

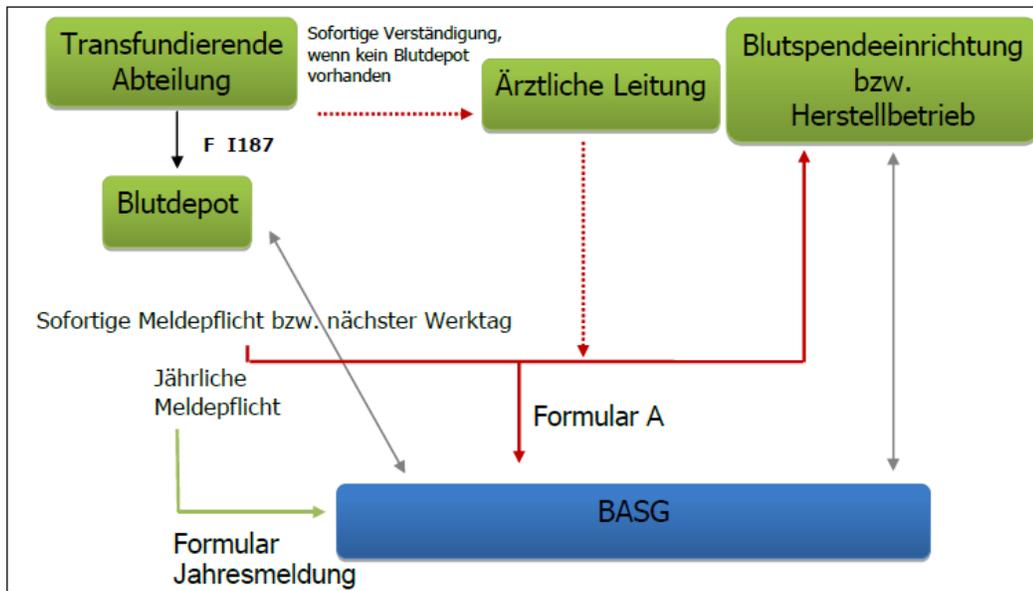
Bei Verdacht auf das Vorliegen einer Transfusionsreaktion, ist die Transfusion unverzüglich abubrechen. Der venöse Zugang ist für die eventuelle Einleitung einer Akuttherapie zu belassen.

Bei Symptomen, die mit verschiedenen Transfusionsreaktionen vereinbar sind, sind die gefährlichen Transfusionsreaktionen differentialdiagnostisch auszuschließen. Bei Verdacht oder zum Ausschluss hämolytischer Transfusionsreaktionen (durch antierythrozytäre Antikörper) ist eine posttransfusionelle Blutprobe (korrekt beschriftet, mit Angabe von Uhrzeit oder „posttransfusionell“) ans Blutdepot weiterzuleiten.

Für nähere Informationen oder in Zweifelsfällen kontaktieren Sie bitte umgehend ihr Blutdepot. Weiters werden transfusionsmedizinische Auskünfte österreichweit von mehreren Institutionen rund um die Uhr angeboten (Beilage 7).

Bestimmte Transfusionsreaktionen und alle Transfusionszwischenfälle sind meldepflichtig, daher muss das Blutdepot über das Auftreten von Transfusionsreaktionen informiert werden. Die Meldungen an die AGES

werden durch den Blutdepotbeauftragten der Krankenanstalt durchgeführt. Die entsprechenden Formulare sind unter basg.gv.at abrufbar



Meldeablauf im Überblick (AGES)

Untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Transfusionsreaktionen, inklusive klinischer Signifikanz. Detailliertere Informationen dazu mit Therapieansätzen finden sich im Anhang (49).

ISBT Working party die wichtigsten Transfusionsreaktionen zusammengefasst:

Klassifikation	Auftreten	Klinik
Akute hämolytische Transfusionsreaktion	innerhalb von 24 Stunden nach Transfusion	Akute Hämolysezeichen, schweres Krankheitsbild
Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktion	24 - 28 Stunden nach Transfusion	inadäquater Hb Anstieg, Hämolysezeichen eher mild
Allergische Transfusionsreaktion mild	sofort oder innerhalb von 4 Stunden nach Transfusion	nur mukokutane Reaktion
Anaphylaktoide/anaphylaktisch Reaktion: schwer	unmittelbar nach Transfusionsbeginn	klinische Diagnose, Ak gegen Plasmaproteine, labortechnisch nicht fassbar
Febrile nicht-hämolytische Transfusionsreaktion	sofort oder innerhalb von 4 Stunden nach Transfusion	mild: Temperaturanstieg $\geq 1^{\circ}\text{C}$ schwer: $\geq 2^{\circ}\text{C}$
Transfusion Associated Circulatory Overload (TACO)	innerhalb von 6 Stunden nach Transfusion	Dyspnoe, Hypertonie, Tachykardie, Lungenödem, pro BNP erhöht (Wert) Ausnahme: ungeeignet bei Patienten unter Entresto® Therapie (Medikament gegen Herzinsuffizienz aus der Gruppe der ARNI)
Transfusion related Lung Injury (TRALI)	innerhalb von 6 Stunden nach Transfusion	plötzlicher Beginn, pulmonale Infiltrate, Dyspnoe, KEINE Hypertonie, KEINE andere Ursache für pulmonale Reaktion, pro BNP NICHT erhöht
Transfusion associated dyspnea (TAD)	innerhalb von 24 Stunden nach Transfusion	isolierte Dyspnoe, in keinem Zusammenhang mit Grundkrankheit
Unklassifizierbare Nebenwirkungen	in zeitlichen Zusammenhang mit einer Transfusion	keine sonstigen Risikofaktoren als die Transfusion erhebbar

10.6. Rhesusprophylaxe

Erythrozytenkonzentrate

Generell wird die Gabe einer RhD Prophylaxe bei Transfusion eines RhD positiven Erythrozytenkonzentrat auf einen RhD negativen Empfänger nicht empfohlen. Immunisierungsraten sind sehr gering und eine effiziente Prophylaxe impliziert die Zerstörung der transfundierten Erythrozyten (56-59). Im Einzelfall kann dies jedoch sinnvoll sein (Frauen im reproduktiven Alter). Die Verabreichung und Dosierung richtet sich nach der Anzahl der transfundierten EKs und sollten in Absprache mit dem Facharzt für Transfusionsmedizin erfolgen ([siehe unter 2.2 Rhesusfaktor D](#))

Thrombozytenkonzentrate

Thrombozytenkonzentrate enthalten sehr geringe Erythrozytenmengen. Daher kann bei Patientinnen im gebärfähigen Alter eine RhD –Prophylaxe in der Standarddosierung sinnvoll sein (56), [3.6. RhD und Thrombozytentransfusion](#)

10.7. Evaluierung des Transfusionserfolgs und Dokumentation

Der Transfusionserfolg, bzw. ein weiterer Transfusionsbedarf, wird durch eine posttransfusionelle Blutbildbestimmung (bzw. Gerinnungsuntersuchung bei Plasmagabe) ermittelt. Ebenso sind Parameter wie Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung, Blutgasanalyse etc. heranzuziehen.

11. Anhang

11.1. Indikationsstellung für die Erythrozytentransfusion

Beispiele, die die individuelle Transfusionsentscheidung veranschaulichen sollen:

- 85 Jährige Patientin 3 Tage nach Totalendoprothese post Schenkelhalsfraktur: vorbestehende Gangunsicherheit, Hb 8,2 g/dl. Die Patientin ist kaum mobilisierbar und fühlt sich schwindelig (vergleichsweise stärker, als vor dem Unfall). In diesem Fall scheint die Transfusion von einem EK indiziert, da eine erfolgreiche Mobilisierung der Patientin Priorität hat.
- 80 jähriger Patient mit MDS seit mehreren Jahren, Hb 6,1 g/l, Dyspnoe NYHA 1. Der Patient fühlt sich in seinen täglichen Verrichtungen und Wegen nicht wesentlich beeinträchtigt. In diesem Fall ist die Transfusion nicht indiziert.

11.2. Hämolytische Transfusionsreaktionen

11.2.1. Akute hämolytische Transfusionsreaktionen

Bei Transfusion von Erythrozyten gegen erythrozytäre Antikörper des Patienten. Häufig aufgrund von ABO-inkompatiblen Transfusionen (Folge von Patienten- oder Röhrchenverwechslung). Sehr selten kann eine akute Hämolyse auch bei der Transfusion von plasmareichen Blutkomponenten (Thrombozyten, Plasma) auftreten.

Symptome innerhalb weniger Minuten nach Transfusionsbeginn: Tachykardie, Hypotension, Blutung, Unwohlsein, Flankenschmerz, hämolytische (rote) Verfärbung von Urin und Plasma.

Therapie: sofortiger Transfusionsstopp, venösen Zugang beibehalten, forcierte Diurese, gegebenenfalls Katecholamine. Bei Bedarf Gerinnungstherapie, Nierenersatztherapie und intensivmedizinische Überwachung.

Labordiagnostischer Nachweis: Inkompatibilität der serologischen Verträglichkeitsprobe, Hämolyseparameter (LDH, Haptoglobin, Elektrolyte, freies Hb, Bilirubin), Quantifizierung der Isotiter, DCT, fehlender Hb Anstieg.

11.2.2. Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktionen

Verzögerter Abbau (>24h nach Transfusion) von transfundierten Erythrozyten entweder bei (historischer) Vorimmunisierung gegen erythrozytäre Antigene ohne Nachweis von Antikörpern zum Zeitpunkt der prätransfusionellen Laboruntersuchungen oder Neuimmunisierung.

Symptome: passagerer Hb Anstieg, diskrete Hämolysezeichen, dunkler Harn
Wiederholung der prä-transfusionellen Untersuchungen

11.2.3. Bedside-Test

- Empfängerblut und Konservenblut werden getrennt getestet
- Testkarte mit anti-A bzw. anti-B Antikörpern
- Ablesen und Vergleich der Reaktion/ Agglutination



WHO Blutungsgrad	CTCAE
0	Keine Blutungszeichen
I	Petechien
	Kleine Hämatome, Ekchymosen (<10cm)
	Schleimhautblutungen (Mund, Nase)
	Epistaxis (<1 h Dauer, keine ärztliche Intervention notwendig)
	Subconjunctivale Blutungen
	Vaginale Blutungen (unabh. von Menstruation, nicht mehr als 2 Binden/Tag notwendig)
II (keine Transfusion notwendig)	Hämatome, Ekchymosen (>10 cm Durchmesser)
	Epistaxis (>1 h Dauer oder Tamponade notwendig)
	Retinale Blutungen ohne Visusverminderung
	Vaginale Blutungen (unabh. von Menstruation, >2 Binden/Tag notwendig)
	Melaena, Hämatemesis, Hämoptysen, Hämaturie, Hämatochezie
	Blutungen aus Punktionsstellen
	Blutungen in Muskeln und Gelenke
III (transfusionspflichtige Blutungen)	Epistaxis
	Schleimhautblutungen (Mund, Nase)
	Vaginale Blutungen (unabh. von Menstruation)
	Melaena, Hämatemesis, Hämoptysen, Hämaturie, Hämatochezie
	Blutungen aus Punktionsstellen
	Blutungen in Muskeln und Gelenke
IV (unabhängig vom Transfusionsbedarf)	Retinale Blutungen mit Visusverminderung
	ZNS-Blutungen
	Andere Organblutungen, die die Funktion der betroffenen Organe (Gelenke, Muskulatur, Niere, Lunge usw.) gefährden
	Letale Blutungen (in den NCI CTCAE auch als Blutungsgrad V bezeichnet)

CTCAE= Common terminology for adverse events

NCI = National Cancer Institute

WHO = Weltgesundheitsorganisation

ZNS = Zentralnervensystem

Quelle: Diagnostik und Therapie der Immunthrombozytopenie (A. Matzdorff u.a., Onkologie, Supplement 3, Band 33, Mai 2010)

11.3. 4T Score zu Ermittlung einer vorliegenden heparininduzierten Thrombozytopenie (HIT II)

Punkte	2	1	0
Thrombozytopenia	Abfall > 50% Absolut 20-100G/L	Abfall 30-50% Absolut 10-20G/L	Abfall < 30% Absolut < 10G/L
Timing	Beginn 5-10 d nach Exposition < 1d bei Re-exposition	Beginn > 10 d	Beginn < 5d (ohne Re-exposition)
Thrombosis	Frische Thrombosen Hautnekrosen Systemische Reaktion	Progrediente oder rekurrierende Thrombosen, Vd. auf Thrombose, Hautrötung	keine
other cause(s) of platelet fall	keine	Andere Ursachen möglich	Sicher andere Ursachen

Wahrscheinlichkeit einer HIT II:

0-3 Punkte: niedrige Wahrscheinlichkeit

1-5 Punkte: mittlere Wahrscheinlichkeit

6-8 Punkte: hohe Wahrscheinlichkeit

12. Beilagen

Beilage 1

Transfusionsempfehlungen nach Knochenmark/Stammzell und Nabelschnurblut-Transplantationen

Beilage 2

Ögari Empfehlungen 2013, Gerinnungsmanagement bei Massivtransfusion

Beilage 3

Algorithmus, beispielhaft: Abarbeitung der prätransfusionellen Untersuchungen aus St. Pölten

Beilage 4

KAV Blutverbrauchsliste

Beilage 5

Perimed-Aufklärungsbögen

Beilage 6

Blutgebarungsprozess AKH

Beilage 7

Telefonliste transfusionsmedizinischer Zentren (erweiterbar)

13. Abkürzungen

AK – Antikörper

ALG – Antileukozytenglobulin

Amotosalen HCL – Amotosalen Hydrochlorid

ARNI – Angiotensin-Rezeptor-Nepriylisin-Inhibitoren

ATG – Antithymozytenglobulin

BV – Blutvolumen

CCI – corrected count increment

CD – cluster determination (CD-38)

CTCAE – Common Terminology Criteria for Adverse Events

d – Tag (day)

ECMO – Extrakorporale Membranoxygenierung

EK – Erythrozytenkonzentrat

FFP – Fresh frozen plasma

FiO₂ – inspiratorische Sauerstofffraktion

G – Giga

GBV – Gesamtblutvolumen

GCSF – granulocyte colony stimulating factor

GK – Granulozytenkonzentrat

GvHD – Graft versus Host Disease

GY – Gray

Hb – Hämoglobin

HKT – Hämatokrit

HLA – Humane Leukozytenantigene

HPA – Humane Plättchenantigene

HSC – Hematopoetic stem cells

KG – Körpergewicht

MDS – Myelodysplastisches Syndrom

MHN – Morbus haemolyticus neonatorum

NYHA – New York Heart Association

ÖGBT – Österreichische Gesellschaft für Blutgruppenserologie und Transfusionsmedizin

PBM – Patient Blood Management

PI – Pathogeninaktivierung

POCT – Point of care testing

TA – transfusions-assoziiert

TEG – Thrombelastogramm

TEP – Totale Endoprothese

TK – Thrombozytenkonzentrat

TTI – transfusion transmitted infection

TX – Transplantation

vWF – von Willebrand Faktor

WHO – World Health Organisation

14. Bibliographie

1. McClelland DBL PE, Franklin IM Handbuch zur optimalen Anwendung von Blutprodukten: Scottish National Blood Transfusion Service; 2010.
2. Pilger E.; Rabady S.; Roka R.; Schennach.;, Steurer M.; Watzke H. K-LSBPGAHWHHPJBKGNSPA. Interdisziplinäre Empfehlung zum Anämie-management (Patientenorientiertes Blutmanagement). Konsensuspapier einer interdisziplinären österreichischen Expertengruppe, Wien2013.
3. Shander A, Van Aken H, Colomina MJ, Gombotz H, Hofmann A, Krauspe R, et al. Patient blood management in Europe. Br J Anaesth. 2012;109(1):55-68.
4. Arno Schiferer MH. Blutverlust und überlegtes Nutzen von Kompensationsmechanismen. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2010.
5. Gombotz H, Rehak PH, Shander A, Hofmann A. Blood use in elective surgery: the Austrian benchmark study. Transfusion. 2007;47(8):1468-80.
6. Markus M. Müller PM, Christof Geisen, Thomas Schmitz-Rixen, Hubert Serve, Erhard Seifried, Kai Zacharowski. Patient Blood managementl, wie geht das praktisch?- Die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie. 49: Geror Thieme Verlag; 2014. p. 266-72.
7. BMFG. Qualitätsstandard Patient Blood Management. In: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen W, editor. 2016.
8. Valeri CR, Dennis RC, Ragno G, Macgregor H, Menzoian JO, Khuri SF. Limitations of the hematocrit level to assess the need for red blood cell transfusion in hypovolemic anemic patients. Transfusion. 2006;46(3):365-71.
9. Bundesärztekammer D. Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, 4.Auflage 2014.
10. (KAV) Wk. Transfusion von Blut und Blutprodukten. 2012.
11. Sarkar M, Rajta PN, Khatana J. Anemia in Chronic obstructive pulmonary disease: Prevalence, pathogenesis, and potential impact. Lung India. 2015;32(2):142-51.
12. Yohannes AM, Ershler WB. Anemia in COPD: a systematic review of the prevalence, quality of life, and mortality. Respir Care. 2011;56(5):644-52.
13. authority Anb. single unit transfusion guide summary. Australia2014.
14. Tendas A, Niscola P, Cupelli L, Scaramucci L, Giovannini M, de Fabritiis P. Single versus double-unit transfusion policy in hematology. Haematologica. 2012;97(7):e25.
15. Yang WW, Thakkar RN, Gehrie EA, Chen W, Frank SM. Single-unit transfusions and hemoglobin trigger: relative impact on red cell utilization. Transfusion. 2017;57(5):1163-70.
16. A.E. Kulozik JK. Anämiediagnostik im Kindesalter. Leitlinie der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie. 2012.
17. Martin H Schöni GS, Christoph Aebi spezielle Pädiatrie. In: Martin H Schöni GS, Christoph Aebi (Herausgeber), editor. Berner Datenbuch: Hans Huber; 2015. p. Seite 639.
18. Mueller-Eckhardt C, Kiefel, Volker Transfusionsmedizin, Grundlagen — Therapie — Methodik: Springer Verlag; 2011.
19. Dr. med. Beate Zimmermann IB, DRK-Blutspendedienst NSTOB gemeinnützige GmbH. Transfusionsmedizinische Versorgung von Früh- und Neugeborenen. Hämotherapie. 2011:13.
20. Frei FJ, Erb T, Jonmarker C, Sümpelmann R, Werner O. Kinderanästhesie, 4. Auflage: Springer Medizin Verlag; 2009.
21. Wendy Lau M, FRCPC. Neonatal and Pediatric Transfusion canadian blood services. 2017.
22. Daniel-Johnson J, Schwartz J. How do I approach ABO-incompatible hematopoietic progenitor cell transplantation? Transfusion. 2011;51(6):1143-9.

23. OEGBT. immunhämatologische Untersuchungen bei Patienten. 2016.
24. EDQM. guide to the preparation, use and quality assurance of blood components. 19th ed2017.
25. Button LN, DeWolf WC, Newburger PE, Jacobson MS, Kevy SV. The effects of irradiation on blood components. *Transfusion*. 1981;21(4):419-26.
26. Harald S. Bestrahlung. *blutat*. 2010;45:4.
27. Ltd AaNZSoBT. GUIDELINES FOR PREVENTION OF TRANSFUSION-ASSOCIATED GRAFT-VERSUS-HOST DISEASE (TA-GVHD). 2011.
28. products nacobab. RECOMMENDATIONS FOR USE OF IRRADIATED BLOOD COMPONENTS IN CANADA. 2016.
29. Treleaven J, Gennery A, Marsh J, Norfolk D, Page L, Parker A, et al. Guidelines on the use of irradiated blood components prepared by the British Committee for Standards in Haematology blood transfusion task force. *Br J Haematol*. 2011;152(1):35-51.
30. Alberta Health Laboratory Services C. Use of irradiated blood components. 11/2018:3.
31. products NACoBaB. recommendations for use of irradiated blood components in canada. 2018:18.
32. Bahar B, Tormey CA. Prevention of Transfusion-Associated Graft-Versus-Host Disease With Blood Product Irradiation: The Past, Present, and Future. *Arch Pathol Lab Med*. 2018;142(5):662-7.
33. Hammarstrom L, Vorechovsky I, Webster D. Selective IgA deficiency (SIgAD) and common variable immunodeficiency (CVID). *Clin Exp Immunol*. 2000;120(2):225-31.
34. Yel L. Selective IgA deficiency. *J Clin Immunol*. 2010;30(1):10-6.
35. Cremer RJ, Perryman PW, Richards DH. Influence of light on the hyperbilirubinaemia of infants. *Lancet*. 1958;1(7030):1094-7.
36. Bundesärztekammer d. Querschnitts-Leitlinien (BÄK) zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, aktualisierte Version. deutscher Ärzteverlag; 2014.
37. Goel R, Ness PM, Takemoto CM, Krishnamurti L, King KE, Tobian AA. Platelet transfusions in platelet consumptive disorders are associated with arterial thrombosis and in-hospital mortality. *Blood*. 2015;125(9):1470-6.
38. Warkentin TE. Heparin-induced thrombocytopenia: diagnosis and management. *Circulation*. 2004;110(18):e454-8.
39. Schlenke P. Pathogen inactivation technologies for cellular blood components: an update. *Transfus Med Hemother*. 2014;41(4):309-25.
40. Roseff SD, Luban NL, Manno CS. Guidelines for assessing appropriateness of pediatric transfusion. *Transfusion*. 2002;42(11):1398-413.
41. Liumbruno G, Bennardello F, Lattanzio A, Piccoli P, Rossetti G, Italian Society of Transfusion M, et al. Recommendations for the transfusion of plasma and platelets. *Blood Transfus*. 2009;7(2):132-50.
42. Innerhofer P, Fries D, Mittermayr M, Innerhofer N, von Langen D, Hell T, et al. Reversal of trauma-induced coagulopathy using first-line coagulation factor concentrates or fresh frozen plasma (RETIC): a single-centre, parallel-group, open-label, randomised trial. *Lancet Haematol*. 2017;4(6):e258-e71.
43. Roback JD, Caldwell S, Carson J, Davenport R, Drew MJ, Eder A, et al. Evidence-based practice guidelines for plasma transfusion. *Transfusion*. 2010;50(6):1227-39.
44. DGAI. Umgang mit Massivblutungen und assoziierten perioperativen Gerinnungsstörungen. 2013:10.
45. Crosson JT. Massive transfusion. *Clin Lab Med*. 1996;16(4):873-82.
46. Hiippala S. Replacement of massive blood loss. *Vox Sang*. 1998;74 Suppl 2:399-407.
47. Johansson PI, Stensballe J. Hemostatic resuscitation for massive bleeding: the paradigm of plasma and platelets--a review of the current literature. *Transfusion*. 2010;50(3):701-10.
48. ÖGARI ApG. Gerinnungsmanagement bei traumatisch bedingter Massivblutung. 2013.
49. Meissner A, Schlenke P. Massive Bleeding and Massive Transfusion. *Transfus Med Hemother*. 2012;39(2):73-84.

50. Neff LP, Cannon JW, Morrison JJ, Edwards MJ, Spinella PC, Borgman MA. Clearly defining pediatric massive transfusion: cutting through the fog and friction with combat data. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78(1):22-8; discussion 8-9.
51. Acker SN, Hall B, Hill L, Partrick DA, Bensard DD. Adult-Based Massive Transfusion Protocol Activation Criteria Do Not Work in Children. *Eur J Pediatr Surg.* 2017;27(1):32-5.
52. 3 Granulocyte Concentrates. *Transfus Med Hemother.* 2009;36(6):383-7.
53. initiative b. Annual SHOT Report 2016. 2017.
54. Dumont LJ, Gulliksson H, van der Meer PF, Murphy S, Nixon JG, de Wildt-Eggen J, et al. Interruption of agitation of platelet concentrates: a multicenter in vitro study by the BEST Collaborative on the effects of shipping platelets. *Transfusion.* 2007;47(9):1666-73.
55. Moroff G, Kurtz J, Seetharaman S, Wagner SJ. Storing apheresis platelets without agitation with simulated shipping conditions during two separate periods: immediately after collection and subsequently between Day 2 and Day 3. *Transfusion.* 2011;51(3):636-42.
56. Cid J, Lozano M, Ziman A, West KA, O'Brien KL, Murphy MF, et al. Low frequency of anti-D alloimmunization following D+ platelet transfusion: the Anti-D Alloimmunization after D-incompatible Platelet Transfusions (ADAPT) study. *Br J Haematol.* 2015;168(4):598-603.
57. Gounder D. BLOOD COMPONENT SUPPORT OF RH(D) NEGATIVE INDIVIDUALS. *NZBLOOD.* 2013:7.
58. Movva VC RA. Large doses of intravenous Rh (D) immunoglobulin lead to sustained elevations in Rh antibody titers. *Proceedings in Obstetrics and Gynecology.* 2014(4(2)).
59. Ramsey G, Hahn LF, Cornell FW, Boczkowski DJ, Staschak S, Clark R, et al. Low rate of Rhesus immunization from Rh-incompatible blood transfusions during liver and heart transplant surgery. *Transplantation.* 1989;47(6):993-5.

15.Revisionshistorie

Alle Änderungen im Text sind schwarz kursiv und unterstrichen und werden in der untenstehenden Tabelle aufgelistet

<i>Datum</i>	<i>Version</i>	<i>Änderung / Text</i>
November 2018	1.0	Erstversion
Dezember 2018	1.1	Semantische Verbesserungen
Jänner 2019	1.2	<p><i>Überarbeitung der Bestrahlungsrichtlinien Pkt 2.3.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Absolut wurde geändert in gesichert <p>Gesicherte Bestrahlungsindikationen: Hinzugefügt: Austauschtransfusion, Unreife neugeborenen und Neugeborenen < 1200g, Neugeborene bis zum 6. Monat nach IUT, Auflistung der in Frage kommenden Purinanaloga</p> <ul style="list-style-type: none"> Relativ geändert in möglich <p>Mögliche Bestrahlungsindikationen: Die Indikationen, die sich auf Leukozytenwerte < 1000µL beziehen, sowie Neugeborene als Indikation wurden von den <u>gesicherten</u> Indikationen in die <u>möglichen</u> Indikationen verschoben, ebenso wurden die Organtransplantationen, in Abhängigkeit der Immunsuppression, in den <u>möglichen</u> Indikationen gelistet.</p> <ul style="list-style-type: none"> „Keine Bestrahlungindikation“ hinzugefügt <p><i>Die Referenzen 24, 29 und 30 wurden hinzugefügt</i> <i>Index 15. Revisionshistorie hinzugefügt</i></p>
Juni 2019	1.3	<p><i>Nochmalige Überarbeitung der Bestrahlungsrichtlinien Pkt 2.3.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Transplantation solider Organe wurde von Kategorie 2 (mögliche Bestrahlungsindikationen) in Kategorie 3 (keine Bestrahlungsindikation, mit Ausnahme) gereiht. <p><i>Die Referenz 32 wurde hinzugefügt</i></p>