

ÖGBT-Standards

Klinische Hämotherapie

Der klinische Transfusionsprozess

Ausgabe Juni 2019

Revision Oktober 2022

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 Streitzer, 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 Linz[!], Klinikum Wels-Grieskirchen[§], SK Vöcklabruck, GESPAG[^], Medizinische Universität Graz[°]; Medizinische Universität St. Pölten^{°°} Medizinische Universität Wien^{**}, Medizinisches Zentrallaboratorium Feldkirch[#], Österreichisches Rotes Kreuz^{##}, Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg^{‘‘}, St. Anna Kinderspital^{*}, Wien KH Hietzing[’], KH Ottakring^{^°}

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

Vorwort

Die ÖGBT-Standards „**Klinische Hämotherapie**“ richten sich an alle mit dem klinischen Transfusionsprozess befassten KollegInnen des medizinischen Fachbereichs, im Speziellen an die anordnenden und durchführenden Berufsgruppen.

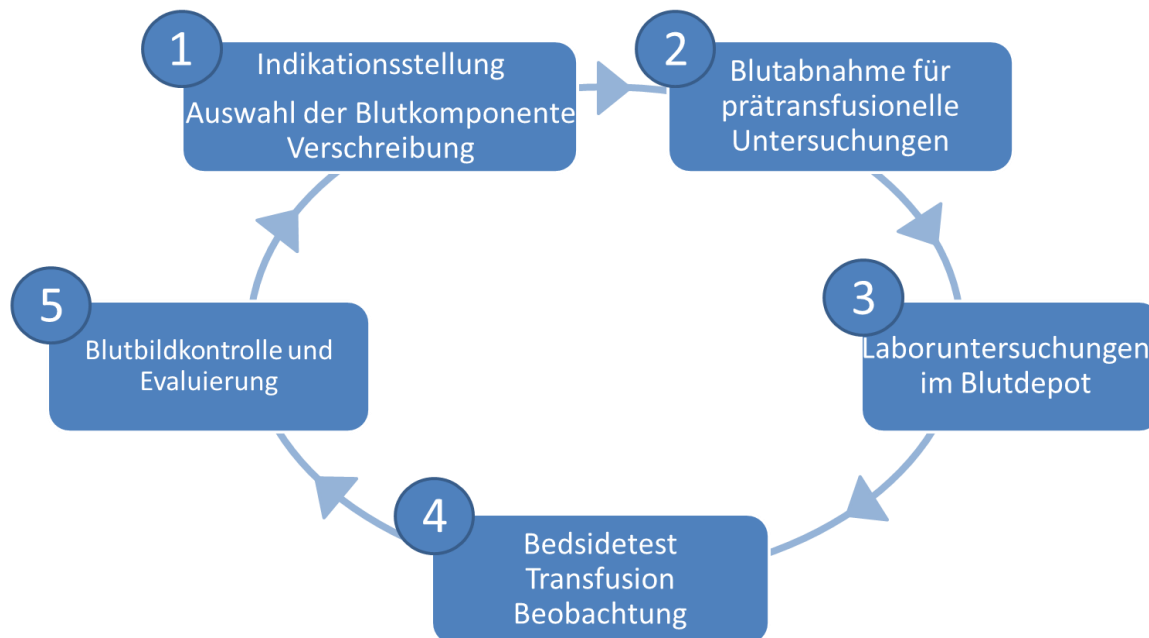
Die ÖGBT-Standards sollen praktikabel und übersichtlich sein, die derzeitige Best-Practice im Bereich der Transfusionsmedizin zusammenfassen und somit mithelfen, den therapeutischen Nutzen und höchste Sicherheit für die Patienten zu gewährleisten. An Hand des Denimkreises „**Klinischer Transfusionsprozess**“ 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 zur Abfassung der ÖGBT-Standards wurden nationale und internationale Guidelines, der aktuelle Wissensstand (selektive Literaturlauswahl) sowie die anerkannte Berufspraxis herangezogen.

Informationen, die primär die „Immunhämatalogischen 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 der ÖGBT-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.....	8
2.1. Pädiatrische Aspekte	11
2.2. Auswahl der richtigen Erythrozytenkonzentrate	12
2.2.1. ABO – Kompatibilitätsschema für die Erythrozytentransfusion.....	12
2.2.2. Irreguläre antierythrozytäre Antikörper.....	14
2.3. Bestrahlung von Erythrozytenkonzentraten	14
2.4. Waschen von Erythrozytenkonzentraten.....	16
2.5. Erythrozytenkonzentrate für pädiatrische, neonatale und intrauterine Anwendung	16
2.6. Prävention einer Alloantikörperbildung bei chronisch transfusionsbedürftigen PatientInnen (Best Match Program).....	17
3. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten.....	18
3.1. Kontraindikationen.....	19
3.2. Beurteilung der Wirksamkeit eines Thrombozytenkonzentrats	19
3.3. Pädiatrische Aspekte	21
3.4. Pathogeninaktivierung (PI) von Thrombozytenkonzentraten.....	21
3.5. Auswahl der richtigen Thrombozytenkonzentrate.....	22
3.5.1. ABO Kompatibilitätsschema für die Thrombozytentransfusion.....	22
3.6. RhD Blutgruppe und Thrombozytentransfusion bei RhD-negativen Mädchen und Frauen vor der Menopause.....	22
3.7. Thrombozytäre Antikörper und immunologischer Refraktärzustand	22
3.8. Bestrahlung von Thrombozytenkonzentraten	23
3.9. Waschen von Thrombozytenkonzentraten	23
3.10. Thrombozytenkonzentrate für pädiatrische und neonatale Anwendungen	23
3.10.1. Spezielle pädiatrische Indikationen.....	24
4. Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Plasma.....	25
5. Notfall und Massivtransfusion.....	27
5.1. Notfall	27
5.2. Massivtransfusion.....	27
5.3. Pädiatrische Aspekte	28
6. Sonderprodukte.....	29
6.1. Indikation.....	29
6.2. Kompatibilität	29

6.3. Durchführung	29
7. Ärztliche Verordnung von Blutkomponenten	30
7.1. Dringlichkeit: Notfall-, dringliche und Routinetransfusion.....	30
7.2. Geplante Interventionen und Komponenten auf Abruf.....	30
7.3. Aufklärung und Einverständnis der PatientInnen für die Transfusion von Blutkomponenten	30
8. Blutabnahme für die prätransfusionellen Laboruntersuchungen.....	31
8.1. Vorgangsweise bei der Blutabnahme für die prätransfusionellen Untersuchungen	31
9. Serologische Verträglichkeitsprobe („Kreuzprobe“)	32
9.1. Konservenbegleitschein für Blutprodukte.....	32
10. Bedside-Test, Transfusion und Beobachtung der PatientInnen.....	33
10.1. Übernahme der Blutkomponente auf die Station.....	33
10.2. Vorbereitung der Transfusion	33
10.2.1. Identifikation	34
10.2.2. Bedside-Test	34
10.3. Transfusion	35
10.4. Beobachtung der PatientInnen während und nach der Transfusion	36
10.5. Transfusionsreaktionen und Zwischenfälle	36
10.6. Rhesusprophylaxe	39
10.7. Evaluierung des Transfusionserfolgs und Dokumentation.....	39
11. Anhang.....	40
11.1. Indikationsstellung für die Erythrozytentransfusion	40
11.2. Hämolytische Transfusionsreaktionen	40
11.2.1. Akute hämolytische Transfusionsreaktionen	40
11.2.2. Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktionen.....	40
11.2.3. Bedside-Test (Blau-Gelb Test)	41
Platelet Transfusion: A Clinical Practice Guideline from the AABB, 2014.....	42
11.3. 4T Score zu Ermittlung einer vorliegenden heparininduzierten Thrombozytopenie.....	43
(HIT II)	43
12. Beilagen	44
13. Abkürzungen.....	45
14. Bibliographie.....	47
15. Revisionshistorie.....	51

1. Einleitung

EU-weit werden jährlich ca. 20 Mio Vollblutspenden gesammelt und in die Komponenten Plasma, Plättchen und Erythrozyten aufgetrennt,- gespendet von 15 Mio freiwilligen Spendern. 25 Mio Einheiten werden jährlich transfundiert.

Laut Hämovigilanzbericht (HV) 2020 (1) (jährlich erstellt vom Bundesamt für Soziales und Gesundheit, BASG) wurden in Österreich rund 321.000 Fremdblutkonserven und 38.000 Thrombozytenkonzentrate transfundiert. Die weiteren Blutprodukte wie Granulozytenkonzentrate und Quarantäne- oder virusinaktivierte Plasmen bilden eine untergeordnete Einheit, wobei Octaplas unter die Pharmakovigilanz fällt und daher im HV nicht abgebildet ist. Die Fremdblutkonserven stellen mit 87% das meist transfundierte Blutprodukt dar. Internationale und europäische Qualitätsstandards und Richtlinien in Herstellung und Anwendung führen dazu, dass in Europa die Therapie mit Blut- und Blutkomponenten sehr hohen Sicherheitsansprüchen folgt (European Council).

Während das 2010 von der EU initiierte *Optimal Blood Use Project* (EUOBUP)(2) darauf abzielt das richtige Blutprodukt dem richtigen Patienten zur richtigen Zeit zu verabreichen, fokussiert das „patient blood management concept“ der WHO 2010 auf die interdisziplinäre Behandlungsoptimierung des Patienten, wodurch die Transfusion von Blutprodukten auf ein Minimum reduziert werden kann (P. Meybohm)(3).

Diese therapeutische Strategie ist auch im „Handbuch zur optimalen Anwendung von Blutprodukten“ (1, 4) (adaptiert 2021), vertreten

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 (5, 6) 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 zu vermeiden oder auf ein Minimum zu reduzieren (7-9).

Der Qualitätsstandard für das Patient Blood Management (PBM) wurde im Dezember 2016 vom Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien, herausgegeben(10)

Wichtig:

Für die Transfusion von Blut(komponenten) ist eine sorgfältige und restriktive 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.

Bei der Indikationsstellung zur Erythrozytentransfusion sollen außer der Hb-Konzentration die Kompensationsfähigkeit und Risikofaktoren des Patienten sowie klinische Symptome einer anämischen Hypoxie berücksichtigt werden (11).

Der individuelle Hb-Schwellenwert (der „**Transfusionstrigger**“), der eine Bluttransfusion notwendig macht, liegt im **Regelfall zwischen < 7g/dl und 10g/dl** und ist von nachstehenden Einflussfaktoren abhängig. Die Indikationsstellung und die Festlegung eines **individuellen und situationsadäquaten Transfusionstriggers** ist vor allem eine **klinische Entscheidung**. Bei einem **Hb von <7 g/dl wird fast immer** und bei einem Hb von >10 g/dl wird so gut wie nie transfundiert.

Einflussfaktoren sind: Schweregrad der Anämie, individuelle Anämietoleranz in Abhängigkeit zur Grundkrankheit, zum Alter und zu **Komorbiditäten (insbesondere kardiovaskuläre und pulmonale Erkrankungen)**, akuter Blutverlust versus chronische Anämie und die Wahrscheinlichkeit von weiteren Blutverlusten.

Kompensationsmechanismen bei akutem Blutverlust (zur Vermeidung einer Gewebehypoxie)
 forcierte Atmung (Hyperventilation), beschleunigte Herzaktion (Tachykardie), gesteigerter Cardiac output (Herzarbeitsleistung), eine Verschiebung der Sauerstoffdissoziationskurve nach rechts. Zentralisierung und Umverteilung mit Bevorzugung von Herz und Hirn
 Voraussetzung für die o.g. Kompensationsmechanismen sind Normovolämie und ein an sich gesunder Organismus.

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 (12).

Physiologische Transfusionstrigger (bei gesicherter Anämie und Normovolämie (5, 13))	
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, Gesamtnovelle 2020 (13) und ÖGARI RL 2013 (5)</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) (13-17)	
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
<i>Deutsche Bundesärztekammer. Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, Gesamtnovelle 2020 (13, 15)</i>	

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 und/oder nichtblutenden PatientInnen ist die Abklärung der Anämieursache und das Einleiten einer kausalen Behandlung die Therapie der Wahl (z.B. Eisenmangelanämie, renale oder perniziöse Anämie).

Wichtig: In strenger Auslegung der Richt- und Leitlinien und als geeignete PBM Maßnahme gewinnt die „**1 EK Transfusion (single unit transfusion)**“ zunehmend an Bedeutung.

Überprüfung des Therapieerfolges (Symptomatik und Hämoglobin) vor erneuter Indikationsstellung.

Klinisch stabile, nicht blutende PatientInnen, die aber aufgrund ihrer Komorbiditäten 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 (14, 18-20). 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.

Wichtig: 1 EK erhöht die Hämoglobinkonzentration bei einem 75 kg schweren Erwachsenen um ~1 g/dl.

Richtwerte für die Indikation zur Transfusion (13) adaptiert nach QLL 2020		
Hb-Bereich	Kompensationsfähigkeit/Risikofaktoren	Transfusion
< 7 g/dl		Ja
≥ 7 und < 8	Kompensation adäquat, keine Risikofaktoren	Nein
	Kompensation eingeschränkt oder Risikofaktoren vorhanden	Ja
	Hinweise auf anämische Hypoxie (Physiologische Transfusionstrigger)	Ja
≥ 8 und < 10 g/dl	Hinweise auf anämische Hypoxie (Physiologische Transfusionstrigger)	Ja
≥ 10 g/dl		nein
<ul style="list-style-type: none"> • Die angegebenen Hämoglobinkonzentrationen gelten bei Normovolämie • Klinische Einflussfaktoren für höheren oder niedrigeren Hb- Bedarf beachten 		
<p><i>Adaptiert nach: Deutsche Bundesärztekammer. Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, Gesamtnovelle 2020 (13)</i></p>		

Stufentherapie zur Verbesserung der Sauerstoffversorgung (21)		
Stufe1	Ruhigstellen des Patienten	O ₂ -Bedarf ↓
Stufe 2	Sauerstoff-Gabe	O ₂ Angebot ↑
Stufe 3	Volumen + medikamentöse kardiale Leistungssteigerung	O ₂ -Transport ↑ durch Sauerstoffträger ↑
Stufe 4 „ultima ratio“	Erythrozytenkonzentrate	O ₂ -Transport ↑ durch Sauerstoffträger ↑
<p><i>Literaturrecherche mit Erstellung eines Leitfadens für die ärztlichen Aufgaben im Transfusionsmanagement , Diplomarbeit Thomas Urich (21)</i></p>		

2.1. Pädiatrische Aspekte

Bei **pädiatrischen** PatientInnen ist es wichtig, die altersabhängigen Grenzwerte für die Definition einer Anämie zugrunde zu legen (22, 23).

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)
<i>Berner Datenbuch Pädiatrie 8. Auflage 2015 Seite 639, Leitlinien der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie 2012 (22, 23)</i>	

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 FiO₂ besteht sollte ab Hb < 13 g/dl transfundiert werden. Bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern 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 (23, 24). 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.

Wichtig: 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 EK (Tag 14?) ist bei Massivtransfusionen, Austauschtransfusionen und der ECMO zu beachten, wenn die vorgeschriebene Transfusionsgeschwindigkeit aus vitalen Gründen nicht eingehalten werden kann (25-28)

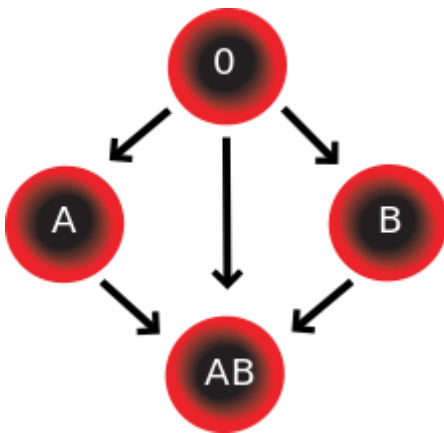
2.2. Auswahl der richtigen Erythrozytenkonzentrate

Prinzipiell ist ein ABO/RhD identes Blutprodukt auszuwählen. In Sonderfällen (Verfügbarkeit, Vorhandensein irregulärer Antikörper, Notfallsituation) kann von dieser Vorgabe abgewichen werden und nicht ABO/RhD 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 **lebensgefährlicher intravasaler Hämolyse** 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.



<i>ABO-Blutgruppe der PatientIn</i>	<i>Isoagglutine der PatientIn</i>	<i>ABO-Blutgruppe von kompatiblen Erythrozytenkonzentraten</i>
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 (29)	
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(29)</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 (30).

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 reproduktionsfähigen 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 PatientInnen. 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 $< 1 \times 10^6$ / Einheit. 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 (31). Dadurch wird die Proliferation von T-Lymphozyten inhibiert, während die Funktion von Erythrozyten, Thrombozyten und Granulozyten weitgehend unbeeinträchtigt bleibt(32). 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 (33-40)

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
- Bei CAR-T-Zelltherapie: 7 Tage vor, während der Sammlung und bis zu 3 Monate nach Reinfusion
- 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 (33-40)

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 (um einen angeborenen Immundefekt sicher ausschließen zu können)

keine Bestrahlungsindikationen (33-40)

Die Literaturbewertung liefert Hinweise, dass keine Bestrahlungsindikation vorliegt

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

Wichtig: 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 ‰ (41). 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 (42).

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 syndrome) keine **transfusionsassoziierte** 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 O **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 EK der Blutgruppe O (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 (43)
Dies führt zu einer Oxidation und Spaltung des indirekten Bilirubins **durch UV-Bestrahlung**; 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 Program)

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).

Beim prophylaktischen Antigen-Matching wird beim Empfänger ein umfangreiches genetisches Antigenprofil erstellt. Die Genotypisierung ermöglicht auch bei vortransfunden PatientInnen eine sichere Bestimmung der individuellen Blutgruppeneigenschaften.

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); 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 4 Spendern) als auch Apherese-Thrombozytenkonzentrate (gewonnen mittels Zellseparator eines Einzelspenders) verfügbar. Hinsichtlich Volumen und Plättchengehalt sind beide Produkte vergleichbar.

Die Gabe von Apherese Thrombozytenkonzentraten wird für jene Patientengruppen empfohlen, die voraussichtlich eine längerdauernde regelmäßige Substitution benötigen (z.B. bei hämato-onkologischen Erkrankungen). **Im Falle von Thrombozytopathien (Bernard Soullier, Thrombastenie Glanzmann) wird die Indikation zur Substitution unabhängig von der Plättchenzahl des Patienten gestellt.**

Transfusionstrigger für Thrombozytenkonzentrate beim Erwachsenen

Der therapeutische Thrombozytenersatz ist ab folgenden Plättchenwerten (PLT/μl) indiziert, anerkannte Indikationen (13)	
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
<i>Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, Gesamtnovelle 2020</i>	

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 (44), DD: 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 (44). HIT II Diagnostic - 4T score (45) 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 (44).

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

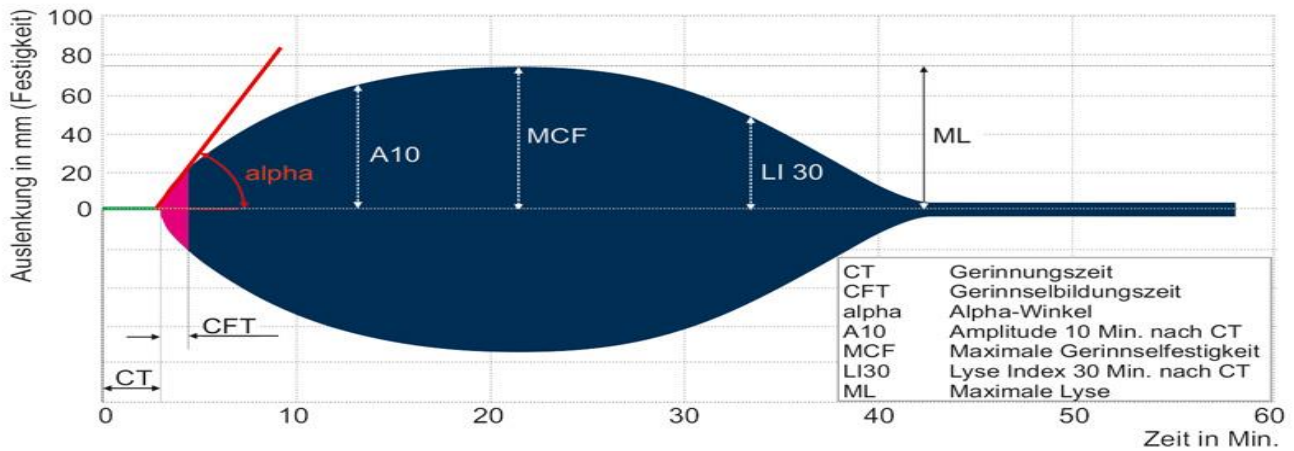
3.2. Beurteilung der Wirksamkeit eines Thrombozytenkonzentrats

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. Ein klinischer Therapieerfolg kann durch die CCI-Berechnung nicht getroffen werden. Es ist daher 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 Bereich, eine Thrombelastographie als *point of care testing* (POCT) anzuwenden, um die unnötige Gabe von Thrombozyten zu vermeiden (5). Das TEG entspricht einem globalen Gerinnungstest und bezieht sowohl Anzahl wie auch Funktion der Thrombozyten ein.

CCI Formel

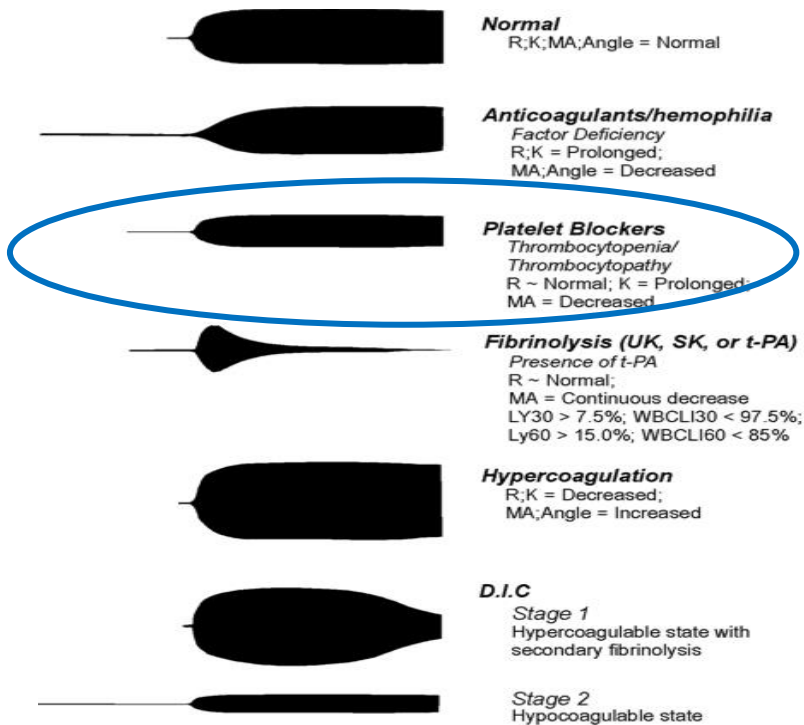
$$\text{CCI} = \text{Thrombozytenanstieg (pro } \mu\text{l)} \times \text{Körperoberfläche (m}^2\text{)} / \text{Thrombozytendosis (10}^{11}\text{)}$$

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 Psoralen): „Intercept™ Blood System“, Cerus Corp. Concord, CA, USA
- Riboflavin (Vit B2): Mirasol® PRT Technology, Terumo BCT

interkalieren mit der ein- oder doppelsträngiger DNA/RNA nach UVA- (Intercept™) und UVB- (Mirasol®) Bestrahlung irreversibel und führen zu einer Inaktivierung und Abreicherung von gram-negativen und- positiven Bakterien, 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 pathogeninaktivierte TK nicht mehr einer Gammabestrahlung unterzogen werden (46). Durch die CMV Inaktivierung sind diese TK den anti-CMV negativ getesteten TK gleichzusetzen (46).

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 oder Psoralene dürfen keine mittels Intercept pathogeninaktivierte TK verabreicht werden.
- UVA Therapie von Neonaten
 - Bei Verwendung von UVA Licht mit einer Wellenlänge $\leq 425\text{nm}$ dürfen keine PI-TK zeitgleich verabreicht werden. Frühestens 60 Minuten nach Beendigung der Phototherapie ist die Verwendung von PI-TK 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 dieser Konstellation prinzipiell erwogen (150-300µg i.v.). 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.

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

In diesen Fällen sind Thrombozytenkonzentrate nur mit erheblichem zeitlichen und personellen Aufwand herzustellen, so dass die Indikation restriktiv zu stellen ist. . 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. einer transfusionsmedizinischen Einrichtung zu besprechen.

In den meisten Fällen sind aber nichtimmunologische Ursachen (z.B. peripherer Verbrauch bei diffus blutenden oder septischen PatientInnen sowie Splenomagalie) 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 Anwendungen

Thrombozytenkonzentrate kommen als Pool-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 Spenderexposition so gering wie möglich bleibt. Das Volumen richtet sich nach dem Körpergewicht 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 (47)	
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 (47)</i>	

3.10.1. Spezielle pädiatrische Indikationen

Fetale/neonatale Alloimmunthrombozytopenie (FAIT/NAIT)

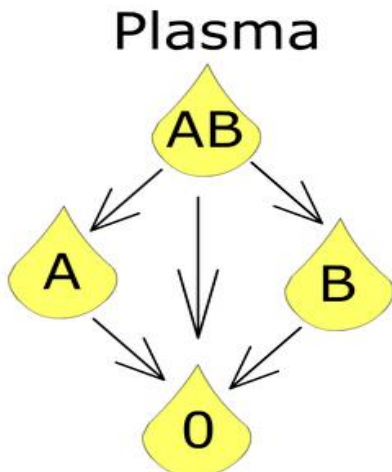
Die FAIT/NAIT ist eine seltene fetomaternale Inkompatibilität, die durch plättchenspezifische Antikörper der Mutter gegen thrombozytäre Antigene des Feten verursacht wird (meist Anti-HPA-1a, -5b).

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:



<i>ABO-Blutgruppe des Patienten</i>	<i>ABO-Blutgruppe der kompatiblen Plasmakonzentrate</i>
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) (48). 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 (49) Um eindeutige Empfehlungen zur Plasmagabe festzulegen, existieren derzeit zu wenige randomisierte Studien (50).

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, Gesamtnovelle 2020)

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. Nur bei 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](#) (51).

WICHTIG: Unbedingt vor Transfusion des „O negativen“ EK das Blut für die prätransfusionellen Untersuchungen abnehmen. Zu einem späteren Zeitpunkt ist mit den Routinemethoden keine eindeutige Blutgruppe (Mischfeld) 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 (5, 51-53)

- 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) bei entsprechender EK Gabe
- ≥ 10 EKs in 24 h bzw. > 2 EKs in 15 min

Derzeit existieren keine allgemeingültigen Transfusions- und Substitutionsrichtlinien hinsichtlich Blutprodukten und Gerinnungsfaktoren für Trauma Patientinnen 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 totalen GBV ist die Gabe von Thrombozytenkonzentraten (1-2) angezeigt, jede weitere Gabe von Thrombozyten, sowie die Gabe von Fibrinogen sollte POCT gesteuert sein. Die deutsche Polytraumaleitlinie empfiehlt eine Fibrinogensubstitution bei Werten < 150 mg/dL (54)

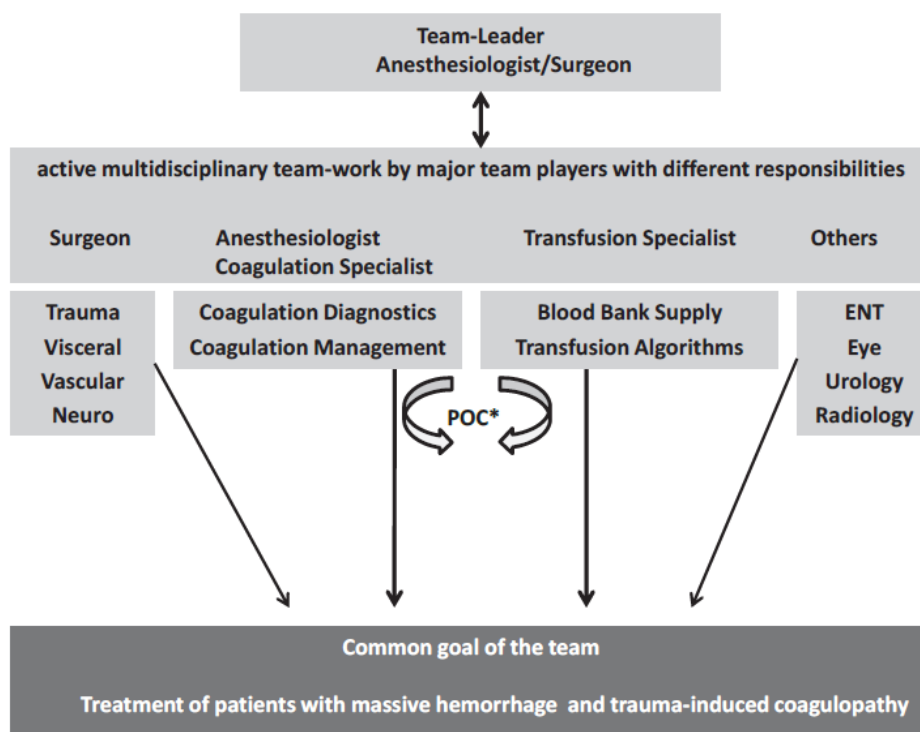
In Ermangelung ausreichender prospektiv-kontrollierter Studien bezüglich des optimalen Hb-Wertes bzw. des Transfusionstriggers in diesem Setting gibt es einen Konsens der deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI). Diese empfiehlt als Ziel Hb-Werte von 7-9 g/dl nach Sistieren der Blutung (51).

Neueste Erkenntnisse weisen darauf hin, dass bei Massivtransfusionen die Patienten von einer eher ausgeglichenen RBC : FFP : PLT Ratio profitieren (55). Die ÖGARI empfiehlt Plasmasubstitutionen (pathogeninaktiviertes Plasma- z.B. Octaplas® Octapharma oder quarantänegelagertes Plasma, z.B. Quarantan/Europlasma) von 30-50mL/kg KG. Die DGAI-Info gibt an, dass es keine Evidenz für eine optimale Blutproduktratio gibt (51). Die Bundesärztekamm empfiehlt in der Gesamtnovelle 2020 eine EK : FFP Ratio von 1:1 bis 1:2 bei schweren akuten Blutverlusten , möglichst frühzeitig verabreicht (13).

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*)(56).

Wichtig für alle Notfallsituationen ist das Vorhandensein eines entsprechenden Notfallprotokolls, 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 (57).

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 zurzeit wenig evidenzbasierte 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 (58). 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 (59).

6. Sonderprodukte

Granulozytenkonzentrate 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 (60). Dennoch ist es Übereinkunft, dass im Fall von schweren bakteriellen oder mykotischen Infektionen bei einer anhaltenden Neutropenie von weniger als 500 neutrophilen Granulozyten/ μl , und einem fehlenden 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 werden in der Regel ABO/Rh ident bzw. kompatibel transfundiert. Im Einzelfall können Granulozytenkonzentrate auch 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 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% 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 (30).

Die Abnahme dieser Blutprobe und die spätere Transfusion des Erythrozytenkonzentrates stellen die kritischsten Schritte im Transfusionsprozess dar. Probenverwechslungen bzw. Fehler bei der Patienten**identifikation** sind die **häufigsten Ursachen für ernste und potentiell tödliche Transfusionszwischenfälle** (Prozess AKH beispielhaft, Beilage 6).

Veranschaulicht wird dies durch alle Hämovigilanzdaten, wie zum Beispiel die Daten der britischen ‚Serious Hazards of Transfusion‘ Initiative (SHOT) (61): **Mehr als 80 % der ernstesten Transfusionszwischenfälle gehen auf Verwechslungen und Prozessfehler** im klinischen Bereich zurück, während Infektionstransmissionen (TTI) nur über die Jahre nur einen Anteil von ca. 1,4 % darstellen, 2021 sogar 0. Laut österreichischem Hämovigilanzregister passieren die meisten der „near miss“ Fehler bei der Probenabnahme (1). 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 („Kreuzprobe“)

Die serologische Verträglichkeitsprobe, auch „Kreuzprobe“ genannt, 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. Für Thrombozyten und Plasma ist eine Verträglichkeitsprobe nicht 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 PatientInnen

10.1. Übernahme der Blutkomponente auf die Station

Im Regelfall steht auf den Stationen kein qualifizierter und temperaturüberwachter Blutkühlschrank (der als Subdepot in der Verantwortung des Blutdepots stehen muss). Daher darf das Erythrozytenkonzentrat nur bei **Raumtemperatur vor Transfusion** „zwischengelagert“ 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	bei 4°C +/- 2 °
Thrombozytenkonzentrat	Raumtemperatur, max 12h (bzw. Ablaufdatum)	22°C +/- 2°C unter Agitation bis Ablaufdatum
Plasma	Aufgetaut Raumtemperatur, max. 6 Stunden	kleiner als -18°C

Übernommene **Erythrozytenkonzentrate** müssen **innerhalb von sechs Stunden** nach Übernahme bzw. der Unterbrechung der Kühlkette **transfundiert werden**. Eine Rücknahme des erwärmten EK 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 (62-64).

Wichtig: 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 Immunhämatologie, 23).

10.2. Vorbereitung der Transfusion

Für die Transfusion sind alle transfusionsrelevanten Zuordnungsdokumente (Konservenbegleitschein, Verträglichkeitsproben-/Kreuzprobenbericht), 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 werden müssen (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.

Der Vergleich der Angaben der PatientIn und die Beschriftung des Wrist-Band haben unmittelbar durch den für die Transfusion verantwortlichen Arzt (?) 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). Der ABO Bedside-Test ersetzt auch nicht die Kreuzprobe (Serumverträglichkeitstest) im Labor. 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 (eventuell Patientenkontrolle)
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-Identitätskontrolle 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 **und dokumentiert** werden.

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, auch über getrennte venöse Zugänge, die ähnliche Symptome, wie eine akute Transfusionsreaktion hervorrufen können, soll **generell** 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
- Blutkomponenten ohne Hinweis auf Qualitätsmängel
- 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. 20 ml 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. Auch eine Blutabnahme um Hämolyse im Überstand zu erkennen ist ein diagnostisches Mittel.

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 PatientInnen 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. Weiter 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

2020 hat die AGES das sogenannte eService eingeführt um das Meldewesen zu erleichtern. Einen Leitfaden, der als Hilfestellung für die Registrierung und Beantragung der Berechtigung dienen soll, findet man unter folgendem Link: <https://www.basg.gv.at/marktbeobachtung/meldewesen/haemovigilanz>

<https://www.basg.gv.at/marktbeobachtung/meldewesen/haemovigilanz>

AGES eServices



ANMELDUNG

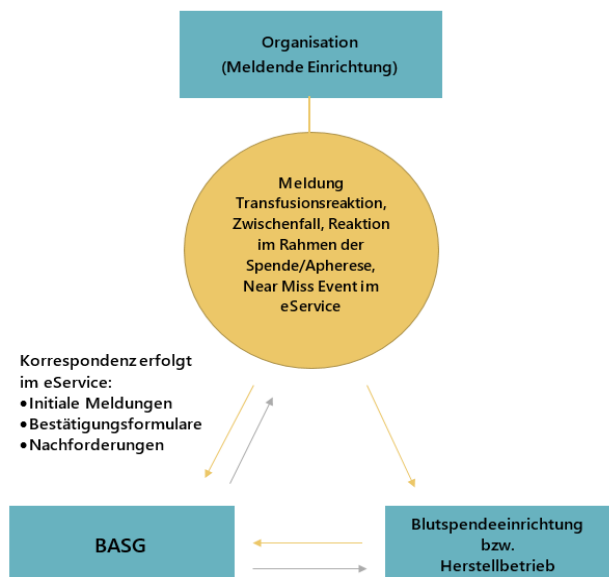
Benutzername

Passwort 👁

Passwort vergessen?

Anmelden

Meldeablauf im Überblick



Die ISBT Working Party hat die wichtigsten Transfusionsreaktionen zusammengefasst:

Klassifikation	Auftreten	Klinik
Akute hämolytische Transfusionsreaktion	innerhalb von 24 Stunden nach Transfusion	Akute Hämolysezeichen, schweres Krankheitsbild
Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktion	24 - Stunden bis einige Tage 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) Revision 2018, Erweiterung der Beurteilungskriterien siehe Beilage 8 (65)	innerhalb von 6 Stunden nach Transfusion	Dyspnoe, Hypertonie, Tachykardie, Lungenödem, pro BNP erhöht (Wert)
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 (66-69). 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 (66), [3.6. RhD und Thrombozytentransfusion](#)

10.7. Evaluierung des Transfusionserfolgs und Dokumentation

Der Transfusionserfolg, bzw. ein weiterer Transfusionsbedarf, wird durch den klinischen Zustand und eine posttransfusionelle Blutbildbestimmung (bzw. Gerinnungsuntersuchung bei Plasmagabe) ermittelt. Als physiologische Transfusionstrigger können primär, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung, Blutgasanalyse etc. herangezogen werden.

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 ist die Transfusion von einem EK indiziert, da eine erfolgreiche Mobilisierung der Patientin Priorität hat.
- 80 jähriger Patient mit MDS seit mehreren Jahren, Hb 8,2 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, Hämoglobinurie (colafarbene Verfärbung von Urin) und hämolytisches Plasma (sichtbar im Überstand einer Blutprobe vom Patienten).

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 (Blau-Gelb Test)

- Empfängerblut und Konservenblut werden getrennt getestet
- Testkarte mit anti-A bzw. anti-B Antikörpern
- 1 Tropfen auf weißes Feld
- Antiseren mit jeweils 1 Tropfen 0.9% NaCl lösen
- Holzstäbchen in Blutstropfen eintauchen
- In Feld für Anti-A (blau) tupfen (nicht rühren)
- Neues Stäbchen und dasselbe für Anti-B (gelb) durchführen
- Sanfte kreisförmige Bewegung um Vermischung zw. Blau und Gelb zu vermeiden

Ablezen und Vergleich der Reaktion/ Agglutinat



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)

Platelet Transfusion: A Clinical Practice Guideline from the AABB, 2014

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 Punktemittlere 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)

Beilage 8

Revision der IHN 2018 TACO

13. Abkürzungen

AK – Antikörper

ALG – Antileukozytenglobulin

Amotosalen HCL – Amotosalen Hydrochlorid

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

QLL - Querschnittsleitlinie

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. BASG. Hämovigilanzbericht 2020. 2021.
2. optimal blood use project 2010.
3. Meybohm P, Fischer D, Schnitzbauer A, Zierer A, Schmitz-Rixen T, Bartsch G, et al. [Patient blood management: Current state of the literature]. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizen.* 2016 Jan;87(1):40-6. PubMed PMID: 26374647. Patient-blood-Management : Stand der aktuellen Literatur.
4. McClelland DBL PE, Franklin IM Handbuch zur optimalen Anwendung von Blutprodukten: Scottish National Blood Transfusion Service; 2010.
5. Pilger E.; Rabady S.; Roka R.; Schennach.; Steurer M.; Watzke H. K-LSBPGAHWHHAHPJBKGNSPA. Interdisziplinäre Empfehlung zum Anämie-management (Patientenorientiertes Blutmanagement). Konsensuspapier einer interdisziplinären österreichischen Expertengruppe, Wien2013.
6. Shander A, Van Aken H, Colomina MJ, Gombotz H, Hofmann A, Krauspe R, et al. Patient blood management in Europe. *Br J Anaesth.* 2012 Jul;109(1):55-68. PubMed PMID: 22628393. Pubmed Central PMCID: 3374574.
7. Arno Schiferer MH. Blutverlust und überlegtes Nutzen von Kompensationsmechanismen. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2010.
8. Gombotz H, Rehak PH, Shander A, Hofmann A. Blood use in elective surgery: the Austrian benchmark study. *Transfusion.* 2007 Aug;47(8):1468-80. PubMed PMID: 17655591.
9. 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.
10. BMFG. Qualitätsstandard Patient Blood Management. In: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen W, editor. 2016.
11. Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N, Fergusson DA, Triulzi D, Doree C, et al. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Oct 12;10:CD002042. PubMed PMID: 27731885. Pubmed Central PMCID: 6457993.
12. 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 Mar;46(3):365-71. PubMed PMID: 16533277.
13. Bundesärztekammer D. Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, Gesamtnovelle. 2020:287.
14. (KAV) Wk. Transfusion von Blut und Blutprodukten. 2012.
15. Sarkar M, Rajta PN, Khatana J. Anemia in Chronic obstructive pulmonary disease: Prevalence, pathogenesis, and potential impact. *Lung India.* 2015 Mar-Apr;32(2):142-51. PubMed PMID: 25814799. Pubmed Central PMCID: 4372868.
16. Yohannes AM, Ershler WB. Anemia in COPD: a systematic review of the prevalence, quality of life, and mortality. *Respir Care.* 2011 May;56(5):644-52. PubMed PMID: 21276321.
17. Wollsching-Strobel M, Schwarz SB, Mathes T, Majorski DS, Heidari P, Kroppen D, et al. Anemia Severely Reduces Health-Related Quality of Life in COPD Patients Receiving Long-Term Home Non-Invasive Ventilation. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease.* 2021;16:2963-71. PubMed PMID: 34737561. Pubmed Central PMCID: 8560082.
18. authority Anb. single unit transfusion guide summary. Australia2014.
19. Tendas A, Niscola P, Cupelli L, Scaramucci L, Giovannini M, de Fabritiis P. Single versus double-unit transfusion policy in hematology. *Haematologica.* 2012 Jul;97(7):e25. PubMed PMID: 22798546. Pubmed Central PMCID: 3396669.

20. Yang WW, Thakkar RN, Gehrie EA, Chen W, Frank SM. Single-unit transfusions and hemoglobin trigger: relative impact on red cell utilization. *Transfusion*. 2017 May;57(5):1163-70. PubMed PMID: 28164305.
21. Urich T. Die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten in der klinischen Routineversorgung. 2009:71.
22. A.E. Kulozik JK. Anämiediagnostik im Kindesalter. Leitlinie der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie. 2012.
23. 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.
24. Kiefel V. *Transfusionsmedizin, Grundlagen — Therapie — Methodik*: Springer Verlag; 2011.
25. Bundesärztekammer D. *Querschnittsleitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, 4.Auflage* 2014.
26. Dr. med. Beate Zimmermann IB, DRK-Blutspendedienst NSTOB gemeinnützige GmbH. *Transfusionsmedizinische Versorgung von Früh- und Neugeborenen. Hämotherapie*. 2011:13.
27. Frei FJ, Erb T, Jonmarker C, Sümpelmann R, Werner O. *Kinderanästhesie, 4. Auflage*: Springer Medizin Verlag; 2009.
28. Wendy Lau M, FRCPC. *Neonatal and Pediatric Transfusion canadian blood services*. 2017.
29. Daniel-Johnson J, Schwartz J. How do I approach ABO-incompatible hematopoietic progenitor cell transplantation? *Transfusion*. 2011 Jun;51(6):1143-9. PubMed PMID: 21382041.
30. OEGBT. *immunhämatologische Untersuchungen bei Patienten*. 2016.
31. EDQM. *guide to the preparation, use and quality assurance of blood components*. 19th ed2017.
32. Button LN, DeWolf WC, Newburger PE, Jacobson MS, Kevy SV. The effects of irradiation on blood components. *Transfusion*. 1981 Jul-Aug;21(4):419-26. PubMed PMID: 7268866.
33. Harald S. *Bestrahlung. blutat*. 2010;45:4.
34. Ltd AaNZSoBT. *GUIDELINES FOR PREVENTION OF TRANSFUSION-ASSOCIATED GRAFT-VERSUS-HOST DISEASE (TA-GVHD)*. 2011.
35. products nacobab. *RECOMMENDATIONS FOR USE OF IRRADIATED BLOOD COMPONENTS IN CANADA*. 2016.
36. 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 Jan;152(1):35-51. PubMed PMID: 21083660.
37. Alberta Health Laboratory Services C. *Use of irradiated blood components*. 11/2018:3.
38. products NACoBaB. *recommendations for use of irradiated blood components in canada*. 2018:18.
39. 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 May;142(5):662-7. PubMed PMID: 29684286.
40. Foukaneli T, Kerr P, Bolton-Maggs PHB, Cardigan R, Coles A, Gennery A, et al. Guidelines on the use of irradiated blood components. *Br J Haematol*. 2020 Dec;191(5):704-24. PubMed PMID: 32808674.
41. Hammarstrom L, Vorechovsky I, Webster D. Selective IgA deficiency (SIgAD) and common variable immunodeficiency (CVID). *Clin Exp Immunol*. 2000 May;120(2):225-31. PubMed PMID: 10792368. Pubmed Central PMCID: 1905641.
42. Yel L. Selective IgA deficiency. *J Clin Immunol*. 2010 Jan;30(1):10-6. PubMed PMID: 20101521. Pubmed Central PMCID: 2821513.
43. Cremer RJ, Perryman PW, Richards DH. Influence of light on the hyperbilirubinaemia of infants. *Lancet*. 1958 May 24;1(7030):1094-7. PubMed PMID: 13550936.
44. 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 Feb 26;125(9):1470-6. PubMed PMID: 25588677. Pubmed Central PMCID: 4342358.

45. Warkentin TE. Heparin-induced thrombocytopenia: diagnosis and management. *Circulation*. 2004 Nov 2;110(18):e454-8. PubMed PMID: 15520327.
46. Schlenke P. Pathogen inactivation technologies for cellular blood components: an update. *Transfus Med Hemother*. 2014 Jul;41(4):309-25. PubMed PMID: 25254027. Pubmed Central PMCID: 4164100.
47. Roseff SD, Luban NL, Manno CS. Guidelines for assessing appropriateness of pediatric transfusion. *Transfusion*. 2002 Nov;42(11):1398-413. PubMed PMID: 12421212.
48. 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 Apr;7(2):132-50. PubMed PMID: 19503635. Pubmed Central PMCID: 2689068.
49. 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 Jun;4(6):e258-e71. PubMed PMID: 28457980.
50. Roback JD, Caldwell S, Carson J, Davenport R, Drew MJ, Eder A, et al. Evidence-based practice guidelines for plasma transfusion. *Transfusion*. 2010 Jun;50(6):1227-39. PubMed PMID: 20345562.
51. DGAI. Umgang mit Massivblutungen und assoziierten perioperativen Gerinnungsstörungen. 2013:10.
52. Crosson JT. Massive transfusion. *Clin Lab Med*. 1996 Dec;16(4):873-82. PubMed PMID: 8974199.
53. Hiippala S. Replacement of massive blood loss. *Vox sanguinis*. 1998;74 Suppl 2:399-407. PubMed PMID: 9704474.
54. Heiko Lier BSG. Massivtransfusion-logistische und therapeutische Aspekte. *Hämotherapie*. 2017.
55. Johansson PI, Stensballe J. Hemostatic resuscitation for massive bleeding: the paradigm of plasma and platelets--a review of the current literature. *Transfusion*. 2010 Mar;50(3):701-10. PubMed PMID: 19929864.
56. ÖGARI ApG. Gerinnungsmanagement bei traumatisch bedingter Massivblutung. 2013.
57. Meissner A, Schlenke P. Massive Bleeding and Massive Transfusion. *Transfus Med Hemother*. 2012 Apr;39(2):73-84. PubMed PMID: 22670125. Pubmed Central PMCID: 3364037.
58. 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 Jan;78(1):22-8; discussion 8-9. PubMed PMID: 25539199.
59. 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 Feb;27(1):32-5. PubMed PMID: 27533313.
60. Granulocyte Concentrates. *Transfus Med Hemother*. 2009;36(6):383-7. PubMed PMID: 21245969. Pubmed Central PMCID: 2997293.
61. initiative b. Annual SHOT Report 2016. 2017.
62. 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 Sep;47(9):1666-73. PubMed PMID: 17725732.
63. 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 Mar;51(3):636-42. PubMed PMID: 20849403.
64. Tor Hervig SK, Jerard Seghatchian Storage and handling of blood components – perspectives. *Transfusion and Apheresis Sciences*. 2014;51:103-6.
65. International Society of Blood Transfusion Working Party on Haemovigilance TIHN. Transfusion-associated circulatory overload (TACO) 2019.
66. 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 Feb;168(4):598-603. PubMed PMID: 25283094. Pubmed Central PMCID: 4314459.

67. Gounder D. BLOOD COMPONENT SUPPORT OF RH(D) NEGATIVE INDIVIDUALS. NZBLOOD. 2013:7.

68. 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)).

69. 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 Jun;47(6):993-5. PubMed PMID: 2499963. Pubmed Central PMCID: 3005199.

15.Revisionshistorie

Aktuelle Änderungen im Text sind hervorgehoben 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>Überarbeitung der Bestrahlungsrichtlinien Pkt. 2.3.</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 Bestrahlungsindikation“ hinzugefügt <p>Die Referenzen 24, 29 und 30 wurden hinzugefügt Index 15. Revisionshistorie hinzugefügt</p>
Juni 2019	1.3	<p>Nochmalige Überarbeitung der Bestrahlungsrichtlinien Pkt. 2.3.</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>Die Referenz 32 wurde hinzugefügt</p>

REVISION 2022

Komplette Überarbeitung, alle **substantiellen Änderungen** im Text sind **gelb unterlegt** und werden in der untenstehenden Tabelle aufgelistet

<p>Oktober 2022</p>	<p>2.0</p>	<p>Überarbeitung der Hämoglobinwerte zur Indikation zur Transfusion Pkt. 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompensationsfähigkeit des Patienten wurde in den Text eingefügt • Das Diagramm (Pyramide Leitlinien KAV 2005) wurde gestrichen und durch eine neue Tabelle mit den adaptierten Hämoglobinwerten nach der QLL 2020 der Bundesärztekammer aktualisiert (Ref 13). Der Stufenplan zur Verbesserung der O2 Versorgung wurde hinzugefügt (Ref 21) • <p>Überarbeitung der Bestrahlungsrichtlinien Pkt. 2.3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • CART-Cell Sammlung und Reinfusion wurde unter gesicherte Indikationen hinzugefügt • Transplantation von soliden Organen fällt ohne Einschränkung zu den Indikationen, die NICHT BESTRAHLT werden müssen • Referenz wurde hinzugefügt (Ref 40) <p>Prävention einer Alloantikörperbildung bei chronisch transfusionsbedürftigen PatientInnen Pkt. 2.6.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genetische Grundlage wurde hinzugefügt <p>Indikationsstellung und Transfusionstrigger für die Transfusion von Thrombozytenkonzentraten Pkt.3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indikation zur Thrombozytensubstitution bei Thrombozytopathien wurde hinzugefügt <p>Beurteilung der Wirksamkeit eines Thrombozytenkonzentrats Pkt 3.2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formel für CCI wurde hinzugefügt <p>Transfusionsreaktionen und Zwischenfälle Pkt 15.1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altes AGES-Meldeverfahren gegen Neues AGES-Meldeverfahren ersetzt <p>Revision der TACO Kriterien durch die Arbeitsgruppe der IHN Pkt. 10.5 Die Kriterien zur Diagnosestellung eines TACO (transfusionsassoziierte circulatory overload) wurden 2018 erweitert, 2020 hätte die Revision in die guidelines der IHN aufgenommen werden sollen. Corona bedingt fand die Konferenz erst 2021 online statt. Die Änderung wird nun geplanter Weise 2022 in die Publikation aufgenommen. Der Text findet sich als Beilage 8 (Ref 66)</p>
---------------------	------------	---

		<p>Indikationsstellung für die Erythrozytentransfusion (Anhang) 11.1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beispiel für individuelle Transfusionsentscheidung nach den aktuellen Vorgaben revidiert
--	--	---