

geringen Schwankungen im Gehalt der enthaltenen Faktoren könnte hierzu eine besser definierte, kostengünstige Alternative darstellen. Für diese Anwendung wird der eindeutige Nachweis der Wirksamkeit jedoch noch kontrovers diskutiert.

### 5. Gele und Auflagen zur Wundheilung

Da das Plättchenlysat reich an Wachstumsfaktoren und Zytokinen ist, die zur Wundheilung und Immunsuppression nötig sind<sup>2</sup>, ist es denkbar, dass sein topischer Einsatz mit einem positiven Effekt hinsichtlich Förderung der Wundheilung verbunden sein könnte.

### 6. Gewebe-/Organbanken

Die überwiegende Mehrheit der Augenhornhautbanken verwenden derzeit noch FBS als Mediumsupplement. Auch hier ist zu überprüfen, ob FBS durch PL (oder humanes Serum) ersetzt werden kann, wobei insofern Vorsicht geboten ist, als sich hohe Konzentrationen von Wachstumsfaktoren und Zytokinen wie FGF-2, PDGF, Insulin-Like-Growth-Factor (IGF), Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF), im PL befinden, die nach der Transplantation zu einer Einwanderung neuer Gefäßstrukturen in Richtung des Transplantats führen könnten.

Dr. med. Markus M. Müller, Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Erhard Seifried

## Neues aus der Rubrik „Was tun wir bei ...?“

Prophylaxe einer Transfusions-assoziierten Graft-versus-Host-Erkrankung (ta-GvHD) durch Bestrahlung zellulärer Blutpräparate vor Transfusion

### Zusammenfassung

Die Bestrahlung zellulärer Blutprodukte, also vor allem von Erythrozytenkonzentraten (EK) und Thrombozytenkonzentraten (TK), mit 30 Gray dient der Prophylaxe einer Transfusions-assoziierten Graft-versus-Host-Erkrankung (ta-GvHD) bei immuninkompetenten Transfusionsempfängern. Wenn diese Transfusionsnebenwirkung auch auf Einzelfälle beschränkt ist, so ist ihr letaler Ausgang doch Grund genug, diese einfache Prophylaxe vor Transfusion durchzuführen.

Die Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasma-derivaten der Bundesärztekammer führen die Indikationen zur Bestrahlung zellulärer Blutkomponenten detailliert auf. Allerdings ergeben sich in der praktischen Umsetzung der Leitlinien-Inhalte immer wieder Fragen und Probleme, die der vorliegende Beitrag adressiert. So ist unter anderem die Logistik bestrahlter Blutpräparate, die für einen individuellen Patienten auf Anforderung hergestellt werden, für einige kleinere Krankenhäuser problembeladen. Auch der Zeitraum, über welchen zelluläre Blutpräparate bei den einzelnen Erkrankungen bestrahlt werden sollten, ist für einzelne Indikationen in manchen Häusern nicht oder nicht korrekt festgelegt. Schließlich führen auch die Querschnitts-Leitlinien Krankheitsentitäten auf, bei denen die Evidenz für oder gegen eine Bestrahlung zellulärer Blutpräparate nicht ausreichend ist. Hier muss lokal entschieden werden.

Die Autoren stellen die Bestrahlungsindikationen ihres Universitätsklinikums als ein mögliches Beispiel vor, wie die genannten Fragen beantwortet werden können. Diese Bestrahlungsindikationen wurden 2009 durch eine Expertengruppe des Universitätsklinikums Frankfurt erarbeitet und im Dezember 2009 durch die Transfusionskommission verabschiedet. Es ist wichtig, die jeweiligen Bedingungen „vor Ort“ zu berücksichtigen.

### Summary

Irradiation of cellular blood components, mainly packed red blood cell concentrates (RBC) and platelet concentrates (PC), using  $\gamma$  irradiation with 30 Gy, prevents transfusion-associated Graft-versus-Host Disease (ta-GvHD) in severely immunocompromised recipients. Even if extremely rare, the fatal outcome of ta-GvD makes it mandatory to perform this easy form of prophylaxis.

The cross-sectional guidelines for therapy with blood components and plasma derivatives by the German Medical Association specify indications for irradiation of cellular blood components in detail. However, in daily work, questions and problems often arise when one tries to implement the guidelines in a specific hospital. This article tries to answer some of the frequently asked questions. The logistics of irradiated blood components, produced for an individual recipient on request, is problematic for some smaller hospitals. In addition, the time span for treatment with irradiated cellular blood components in specific courses of disease or specific groups of patients is not always or not always correctly defined. The cross-sectional guidelines finally list a number of diseases, for which there is not enough evidence to decide pro or contra irradiation of cellular blood components. Here, a local decision is mandatory.

The authors present the irradiation indications of their university hospital as a potential idea, how to answer these questions. These indications were developed by a group of physicians at the Frankfurt university hospital in 2009. The transfusion commission accepted these indications in December 2009. The local situation has always to be taken into account.

## HINTERGRUND

Trotz der in Deutschland seit 2001 eingeführten Leukozytendepletion zellulärer Blutpräparate, die mit einer Reduktion der Leukozyten um mindestens 99,9 % hoch effektiv ist, können in den Blutpräparaten vereinzelte stammzellnahe und damit teilungs- und vermehrungsfähige Spenderlymphozyten verbleiben.

Bei zufälligen oder – im Falle von HLA-ausgewählten Präparaten beabsichtigten – HLA-(Teil-)Übereinstimmungen zwischen Blutspender und Transfusionsempfänger kann es zu einem Anwachsen von Spenderlymphozyten im Empfängerorganismus kommen. Ganz besonders bei immuninkompetenten oder -geschwächten Transfusionsempfängern kann die Immunabwehr solcher Patienten nicht in der Lage sein, Spender-T-Lymphozy-

ten abzutöten. Es kann damit zu einer Proliferation von HLA-differenten Spenderlymphozyten und einer Abstoßungsreaktion gegen Gewebe des Transfusionsempfängers kommen, die sogenannte Transfusions-assoziierte Graft-(= „Transplantat“)-versus-Host (=Empfänger)-Erkrankung (disease), kurz: ta-GvHD. Dabei werden insbesondere die sich schnell teilenden Gewebe des Transfusionsempfängers in Knochenmark, Leber, Magen-Darm-Trakt und der Haut von den Spender-T-Lymphozyten angegriffen und zerstört. Das klinische Vollbild einer ta-GvHD etwa vier Tage bis vier Wochen nach Transfusion unbestrahlter zellulärer Blutpräparate stellt eine lebensbedrohliche Erkrankung dar und wird in aller Regel vom betroffenen Patienten nicht überlebt. Da es sich hierbei häufig um schwerstkranke, immuninkompetente (Leukämie-)Patienten handelt, die nach hämatopoietischer Stammzell-Transplantation an einer klinisch ähnlichen

### • **Transfusion bei Patienten mit hämatopoietischer Stammzelltransplantation:**

- bei autologer Transplantation (auto-Tx) mindestens 14 Tage vor und für mindestens drei Monate **nach** auto-Tx bzw. bis zum Nachweis der immunologischen Rekonstitution
- bei allogener Transplantation (allo-Tx) für mindestens 6 Monate nach allo-Tx bzw. bis zum Nachweis der immunologischen Rekonstitution
- bei Patienten mit GvHD nach allo-Tx unabhängig vom zeitlichen Abstand zur allo-Tx

### • **Geburtshilfliche und pädiatrische Indikationen:**

- intrauterine Transfusion und auch Transfusion bei Zustand nach intrauteriner Transfusion
- Transfusion bei schwerer angeborener Immundefizienz oder Verdacht auf eine solche
- Austauschtransfusion bei Neugeborenen sowie Transfusion bei Neugeborenen und Säuglingen mit Verdacht auf Immundefekt

### • **bei allen gerichteten Transfusionen (= Spender aus dem Verwandtenkreis; in Deutschland heute absolute Einzelfälle!) oder HLA-ausgewählten Blutprodukten sowie Granulozyten-Konzentraten (GK; Bestrahlung erfolgt bei GK bereits herstellerseitig)**

### • **Transfusion von Patienten mit Morbus Hodgkin oder Non-Hodgkin-Lymphomen (NHL; jeweils alle Stadien!)**

### • **Transfusion bei Patienten unter Therapie mit Purin-Analoga (z.B. Fludarabin, Cladribin, etc.)**

**KEINE (!)** eindeutige Indikation für die Bestrahlung von zellulären Blutpräparaten liegt bei folgenden Zuständen bzw. Erkrankungen vor:

- Frühgeborene: mit Ausnahme der oben genannten Indikationen!
- AIDS-Patienten
- Leukämie-Patienten (aber: Bestrahlungsindikation bei Therapie mit Purin-Analoga (siehe oben!) beachten!)
- Empfänger solider Organtransplantate (Immunsuppression berücksichtigen!)
- Patienten mit soliden Tumoren (Ausnahmen: siehe oben!)

**Tabelle 1: Indikationen für die Bestrahlung zellulärer Blutprodukte zur Prophylaxe einer ta-GvHD (modifiziert nach<sup>1</sup>)**

GvHD leiden können, vermutet man in Deutschland eine Dunkelziffer nicht erkannter ta-GvHD-Fälle.

Prophylaktisch müssen daher zelluläre Blutprodukte, also Erythrozyten- (EK) und Thrombozyten-Konzentrate (TK), für solche Patienten vor Transfusion mit 30 Gray (Gy) bestrahlt werden. Dies führt zu einer Proliferationshemmung eventuell in den Blutprodukten vorhandener, vermehrungsfähiger Spender-T-Lymphozyten, ohne dabei die Funktionen der (zellkernfreien) Erythrozyten und Thrombozyten massiv zu beeinträchtigen. Durch die Bestrahlung wird aber die Erythrozytenmembran bzw. der Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-Transport über diese Membran beeinträchtigt, so dass es – wie bei einem aufgeblasenen Luftballon – zu einer langsamen Freisetzung intrazellulären Kaliums aus den Erythrozyten und damit zu einem langsamen Anstieg der Kalium-Konzentration in der Additivlösung des Transfusionsbeutels über die Zeit kommt. Deshalb sollten besonders bei Früh- und Neugeborenen, aber auch bei niereninsuffizienten Patienten solche bestrahlten EK baldmöglichst nach Bestrahlung transfundiert und nicht über viele Tage zwischengelagert werden. Auch wird die Gesamthaltbarkeit der EK durch die Bestrahlung eingeschränkt. Die maximale Lagerdauer bestrahlter Blutkomponenten ist in der jeweiligen Zulassung der Produkte hinterlegt und in der Gebrauchs- und Fachinformation, die jedem Produkt vom Hersteller beigegeben wird, abgedruckt.

**Generell gilt: Die Bestrahlung von EK sollte zeitnah vor dem Transfusionstermin durchgeführt bzw. ein einmal bestrahltes EK dann auch zeitnah transfundiert werden.**

Granulozytenkonzentrate (GK), welche herstellungsbedingt eine große Zahl potentiell vermehrungsfähiger T-Lymphozyten des Spenders enthalten, werden „herstellerseitig“ bereits vor Ausgabe an den Empfänger bestrahlt.

Photochemische Verfahren zur Pathogenreduktion in Blutkomponenten können ebenfalls zu einer Proliferationshemmung von Spender-T-Lymphozyten führen. Dies wurde beispielsweise für Amotosalen und UVA-Bestrahlung gezeigt. Allerdings sind auf dem deutschen Markt derzeit keine pathogeninaktivierten EK routinemäßig und im größeren Umfang erhältlich, so dass zumindest mittelfristig die Bestrahlung zellulärer Blutprodukte weiterhin das Verfahren der Wahl bleibt.

## EMPFEHLUNGEN DER BUNDES- ÄRZTEKAMMER IN DEN QUERSCHNITTS- LEITLINIEN<sup>1</sup>

Die von der Bundesärztekammer auf Empfehlung ihres wissenschaftlichen Beirats herausgegebenen „Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaprodukten“<sup>1</sup> führen Empfehlungen zur Bestrahlung von Blutprodukten sowie eine Klassifizierung nach Empfehlungsgrad und Evidenzlevel auf. Außerdem werden im Text die Häufigkeiten des Auftretens von ta-GvHD bei den verschiedenen Krankheitsbildern genannt (Übersicht: **siehe Tabelle 1**).

### **Mögliche Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Querschnitts-Leitlinien im Krankenhaus bzw. der Schwerpunktpraxis sowie Lösungsansätze**

#### **a.) Logistik**

Üblicherweise verfügt nur der jeweilige versorgende Blutspendedienst über eine Bestrahlungseinrichtung für Blutpräparate, so dass bestrahlte zelluläre Blutkomponenten für Routine-Transfusionen erst dann angefordert werden sollten, wenn die Transfusion auch wirklich – üblicherweise innerhalb der nächsten 24 Stunden – durchgeführt werden soll. Die Anforderung eines bestrahlten zellulären Blutproduktes erfolgt namentlich, da die Indikation zur Bestrahlung für den individuellen Patienten zu stellen ist.

Für planbare Transfusionen – häufig bei hämatologischen und onkologischen Patienten sowie im palliativen Setting – können demnach bestrahlte EK und TK bei guter haus- oder praxisinterner Logistik patientenspezifisch, aber zeitgleich für mehrere Patienten beim Blutspendedienst angefordert werden. Dies spart zusätzliche Transportkosten. Auch für Depotkrankenhäuser, die teilweise mehrmals pro Woche vom Blutspendedienst beliefert werden, ist es sinnvoll, bestrahlte zelluläre Blutkomponenten für geplante Transfusionen bei einzelnen Patienten so zu bestellen, dass die bestrahlten Produkte mit der Depotlieferung mitgeschickt werden können.

Dies bedingt aber sowohl eine gute innerklinische Abstimmung zwischen Labor, Stationen, Tagesklinik und Ambulanzen, als auch eine entsprechende Vorplanung zwischen Blutdepot und Blutspendedienst. Es kann sinnvoll sein, für ambulante hämatologische und onkologische Patienten spezielle „Transfusionstage“ in Ambulanzen oder Tagesklinik einzurichten, vor welchen dann problemlos bestrahlte Blutkomponenten für mehrere Patien-

ten vom Blutspendedienst zusammen bestellt und geliefert werden können.

### **b.) Über welchen Zeitraum sind zelluläre Blutpräparate bei den einzelnen Erkrankungen zu bestrahlen?**

Diese Frage ist bei einzelnen Bestrahlungsindikationen aus den Querschnitts-Leitlinien gar nicht so einfach zu beantworten. Die einzelne Klinik oder Praxis kann nach interner Absprache und Beschluss in der Transfusionskommission für einzelne Indikationen von den Querschnitts-Leitlinien „nach oben“ im Sinne einer großzügigeren Indikation zur Bestrahlung zellulärer Blutkomponenten abweichen.

Für Patienten nach allogener (= Spender ist nicht der Patient selbst) Blutstammzell- oder Knochenmark-Transplantation beispielsweise sollen zelluläre Blutkomponenten „[...] mindestens für sechs Monate nach allogener Transplantation oder bis zur Immunrestitution [...]“<sup>1</sup> bestrahlt werden. Außerdem „[...] wird empfohlen, Patienten mit GvHD nach allogener Blutstammzell- oder Knochenmark-Transplantation mit bestrahlten zellulären Blutkomponenten zu versorgen.“<sup>1</sup>

Hier empfiehlt es sich, mit den behandelnden Hämatologen zu besprechen, welche Zeitspanne nach Transplantation sich für diese Patienten anbietet. Generell ist für solche Patienten die Indikation für bestrahlte zelluläre Blutkomponenten eher großzügig zu stellen. Wir haben für unser Universitätsklinikum nach Rücksprache mit den transplantierenden Hämato-/Onkologen und Padiatern eine lebenslange Indikation zur Bestrahlung aller zellulären Blutprodukte festgelegt (siehe **Tabelle 2**). Solche Patienten erhalten idealerweise einen Notfallausweis, in welchem die Bestrahlungsempfehlung für zelluläre Blutkomponenten erwähnt ist. Es ist nicht ausgeschlossen, dass stammzelltransplantierte Patienten aus anderen medizinischen Gründen in weiteren Krankenhäusern behandelt werden, denen die Empfehlung zur Bestrahlung zellulärer Blutpräparate mitgeteilt werden sollte.

Auch für Patienten mit Morbus Hodgkin, noch mehr aber für Patienten mit Non-Hodgkin-Lymphomen (NHL), einer recht komplexen und umfangreichen Gruppe verschiedener Lymphom-Formen, muss festgelegt werden, wie lange diese mit bestrahlten Blutkomponenten zu versorgen sind. Der Morbus Hodgkin und einige Formen der NHL sind mit einem schweren zellulären Immundefekt vergesellschaftet, welcher solche Patienten höchst anfällig für eine ta-GvHD macht.

Da einige NHL-Formen in der Lebenszeit der Patienten vermutlich nicht ausheilen werden und gleichzeitig nicht unbedingt direkt von der NHL-Form auf das Ausmaß des zellulären Immundefekts geschlossen werden kann – hier spielen unter anderem die Therapie, Begleiterkrankungen und -medikation und unbekannte Faktoren eine Rolle –, ist die Indikation zur Bestrahlung zellulärer Blutprodukte bei diesen Patienten ebenfalls großzügig zu stellen. Die Patienten sollten auch hier einen Notfallausweis bekommen, der auf diese Bestrahlungs-Empfehlung hinweist.

Als drittes Beispiel seien die Bestrahlungsindikationen für zelluläre Blutkomponenten in den gynäkologischen, geburtshilflichen, neonatologischen und pädiatrischen Fachgebieten genannt: Hier ist unbedingt für das Labor/Blutdepot und den Transfusionsverantwortlichen zu empfehlen, entsprechenden fachärztlichen kollegialen Rat zur Dauer und zum Umfang der Bestrahlungsindikationen einzuholen. Speziell bei Frühgeborenen und bei Neugeborenen bis zum vollendeten ersten Lebensjahr fällt es bei Transfusionsindikation sehr schwer, einen Verdacht auf eine angeborene Immundefizienz sicher auszuschließen. Wir haben uns für unser Universitätsklinikum deshalb auch hier auf eine großzügigere Indikationsstellung zur Bestrahlung zellulärer Blutkomponenten bei diesen Patienten geeinigt (siehe **Tabelle 2**).

### **c.) Wie soll in den Fällen vorgegangen werden, in welchen die Querschnitts-Leitlinien keine ausreichende Evidenz finden, um eine Empfehlung für die Bestrahlung zellulärer Blutprodukte aussprechen zu können?**

Es handelt sich hierbei nach den Querschnitts-Leitlinien<sup>1</sup> um Transfusionen zellulärer Blutkomponenten bei Patienten mit AIDS, Leukämien, soliden Tumoren und nach Transplantation solider Organe sowie bei Frühgeborenen.

Bei den letztgenannten fünf Situationen empfiehlt es sich, das jeweilige örtliche Vorgehen mit den Fachkollegen zu besprechen, anschließend in der Transfusionskommission zu beschließen und in der lokalen Transfusionsordnung zu verankern.

Auch hier finden sich in **Tabelle 2** die entsprechenden Entscheidungen wieder, die nach Rücksprache mit den Fachkollegen in der Transfusionskommission beschlossen und seit 2009 in der Dienstanweisung für alle medizinischen Mitarbeiter des Universitätsklinikums verbindlich festgeschrieben worden sind.

## Bestrahlungs-Indikationen für alle zellulären Blutprodukte (EK, TK, GK)

DRK-Blutspendedienst Baden-Württemberg – Hessen gemeinnützige GmbH (Stand: Dezember 2009)

Präparat / Indikation	Kommentar zum detaillierten Vorgehen
Alle HLA-ausgewählten zellulären Blutkomponenten (z.B. HLA-ausgewählte Apherese-Thrombozyten-Konzentrate (TK))	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
Alle Granulozyten-Konzentrate (GK)	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
Gerichtete Blutspenden (EK, TK, GK) von Blutsverwandten (in Deutschland bei Standard-Blutpräparaten (EK, TK) bis auf Einzelfälle/Ausnahmen obsolet!)	Indikation zur Bestrahlung von Erythrozyten-Konzentraten (EK), Thrombozyten-Konzentraten und Granulozyten-Konzentraten
Intrauterine Transfusionen	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
Zustand nach intrauteriner Transfusion	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
Austauschtransfusion postpartal (Neugeborene)	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
Frühgeborene/Neugeborene	Generelle Indikation zur Bestrahlung bei Frühgeborenen (bis zur vollendeten 37. SSW); weiterhin: Bestrahlung der zellulären Blutprodukte bis zum Ende des ersten Lebensjahres
Patienten mit angeborener Immundefizienz (z. B. SCID, PNP-Defizienz, Wiskott-Aldrich-Syndrom, DiGeorge-Syndrom, etc.) oder Verdacht auf angeborene Immundefizienz	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
HIV-Infizierte in Stadium AIDS	Generelle Indikation zur Bestrahlung!
Zustand nach allogener hämatopoietischer Stammzell-Transplantation (KMT, PBSCT oder CBT)	Lebenslange Indikation zur Bestrahlung aller zellulären Blutprodukte!
Patienten <b>vor</b> autologer Blutstammzell-Entnahme	Spätestens 14 Tage vor geplanter autologer Blutstammzellentnahme ausschließlich bestrahlte zelluläre Blutprodukte verabreichen!
Patienten während und nach autologer Blutstammzell- oder Knochenmark-Transplantation (Tx)	Bis zum gesicherten Nachweis der vollständigen immunologischen Rekonstitution, jedoch mindestens für drei Monate nach autologer Tx ausschließlich bestrahlte zelluläre Blutprodukte verabreichen!
Patienten mit Morbus Hodgkin (alle Stadien!)	Generelle Indikation zur Bestrahlung bis ein Jahr nach Heilung!
Non-Hodgkin-Lymphome (NHL; alle Stadien)	Generelle Indikation zur Bestrahlung bis ein Jahr nach Heilung!
Therapie mit Purin-Analoga (z. B.: Fludarabin, Clofarabin, Nelarabin, Cladribin, Mercaptopurin, Tioguanin)	Generelle Indikation zur Bestrahlung! (bis mindestens drei Monate nach Behandlungsende bzw. bis zur kompletten immunologischen Rekonstitution)
Therapie mit Anti-T-Lymphozyten-Antikörpern (z. B.: ATG, ALG, Alemtuzumab, etc.)	Generelle Indikation zur Bestrahlung! (bis mindestens drei Monate nach Behandlungsende bzw. bis zur kompletten immunologischen Rekonstitution)

**Tabelle 2a: Die seit dem Jahre 2009 am Universitätsklinikum Frankfurt der Goethe-Universität gültigen Bestrahlungsindikationen, wie sie von der Transfusionskommission des Universitätsklinikums verabschiedet wurden (modifiziert nach<sup>2</sup>).**

EK = Erythrozyten-Konzentrate; TK = Thrombozyten-Konzentrate; GK = Granulozyten-Konzentrate; KMT = Knochenmark- Transplantation; PBSCT = Transplantation peripher gewonnener hämatopoietischer (blutbildender) Stammzellen; CBT = Transplantation von aus Nabelschnurblut gewonnenen blutbildenden Stammzellen; ATG/ALG = Anti-(T-)Lymphozyten-Globulin.

Adaptiert an die „Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaprodukten“; herausgegeben von der Bundesärztekammer auf Empfehlung ihres wissenschaftlichen Beirats“ (4. Auflage; Deutscher Ärzte-Verlag Köln 2009; Kapitel 11.4.1).

Wegen unzureichender Evidenz derzeit KEINE generelle Indikation für die Bestrahlung:

Präparat/Indikation	Kommentar zum detaillierten Vorgehen
Gefrorenes Frischplasma (GFP)	GFP wird im Allgemeinen nicht mehr bestrahlt; für ausgewählte Patienten kann die Indikation zur Bestrahlung weiterhin bestehen (Dokumentation der Indikation erfolgt spezifisch!)
Patienten vor/nach Transplantation solider Organe	Keine Bestrahlung; ABER: Bestrahlungsindikation während immun-suppressiver Behandlung im Einzelfall prüfen!
Patienten mit soliden Tumoren	Keine Bestrahlung; ABER: Bestrahlungsindikation während Chemotherapie entsprechend den Vorgaben der Leitlinien prüfen (z. B.: siehe oben: Therapie mit Purin-Analoga, Anti-T-Lymphozyten-Antikörpern, etc.)

**Tabelle 2b: Die seit dem Jahre 2009 am Universitätsklinikum Frankfurt der Goethe-Universität gültigen Bestrahlungsindikationen, wie sie von der Transfusionskommission des Universitätsklinikums verabschiedet wurden (modifiziert nach<sup>2</sup>).**

Adaptiert an die „Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten; herausgegeben von der Bundesärztekammer auf Empfehlung ihres wissenschaftlichen Beirats“ (4. Auflage; Deutscher Ärzte-Verlag Köln 2009; Kapitel 11.4.1).

## DANKSAGUNG

Die Umsetzung der Bestrahlungsindikationen für zelluläre Blutkomponenten in eine Arbeitsanweisung für ein Gesamtklinikum, das dann auch fehlerfrei gelebt wird, ist immer eine Gemeinschaftsaufgabe. Insofern sind wir dankbar, dass wir in kollegialer Zusammenarbeit die in **Tabelle 2** und in einer ausführlichen Dienstanweisung niedergelegten Indikationen festlegen konnten.

Die Autoren danken im Besonderen den medizinisch-technischen Assistentinnen der Abteilung für Immunhämatologie und dem Abteilungslei-

ter, Herrn Oberarzt Dr. med. C. Geisen. Weiterhin sind wir den klinischen Kolleginnen und Kollegen des Universitätsklinikums Frankfurt zu großem Dank verpflichtet und hier ganz besonders den ärztlichen Mitarbeitern der Medizinischen Klinik II unter dem Ärztlichen Direktor Univ.-Prof. Dr. med. H. Serve, seinen Oberärzten PD Dr. med. G. Bug und PD Dr. med. H. Martin sowie den ärztlichen Mitarbeitern der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin unter ihrem Ärztlichen Direktor Univ.-Prof. Dr. med. T. Klingebiel, dem Leiter der pädiatrischen Stammzelltransplantation Prof. Dr. med. P. Bader und seinen Oberärzten Dr. med. J. Sörensen und Dr. med. A. Jarisch.

## Die Autoren



**Dr. med. Markus M. Müller**  
DRK-Blutspendedienst Baden-Württemberg –  
Hessen gemeinnützige GmbH  
Institut für Transfusionsmedizin und  
Immunhämatologie  
m.mueller@blutspende.de



**Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Erhard Seifried**  
DRK-Blutspendedienst Baden-Württemberg –  
Hessen gemeinnützige GmbH  
Institut für Transfusionsmedizin und  
Immunhämatologie Frankfurt am Main  
e.seifried@blutspende.de

### Literatur

1. Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten – Herausgegeben von der Bundesärztekammer auf Empfehlung ihres wissenschaftlichen Beirats; vierte, überarbeitete Auflage; Deutscher Ärzteverlag Köln 2014.
2. Dienstanweisung für die klinische Anwendung von Blut und Blutprodukten im Klinikum der J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main; Version 3; 2013.