

# Transfusionsmedizin beim Hund

## Eine Übersicht

Barbara Kohn, Christiane Weingart

**Bluttransfusionen sind ein fester Bestandteil der veterinärmedizinischen (Intensiv-) Therapie. Blutprodukte sind jedoch nur beschränkt verfügbar und ihre Verabreichung ist nicht ohne Risiken, daher sind korrekte Indikationsstellungen und Transfusionspraktiken von großer Bedeutung. Hier eine Übersicht für die Spezies Hund.**

Vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) wurden **Leitlinien zur Gewinnung, Lagerung, Transport und Verabreichung von Blut und Blutprodukten** im Veterinärbereich für die Zieltierarten Hund, Katze und Pferd erstellt [1]. Im Hinblick auf rechtliche Vorgaben hat die Bundestierärztekammer (BTK) 2023 gemeinsam mit der Arbeitsgruppe für Tierarzneimittel der Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz (AG TAM) Erläuterungen und Auslegung zum Tierarzneimittelrecht verfasst [2]. Darin wird zum Thema „Vorschriften für den Verkehr mit Blut, Zellen und Gewebe“ u. a. ausgeführt: Soll ein zell- oder gewebebasiertes Tierarzneimittel nicht auf dem Markt bereitgestellt werden, entfällt die Zulassungspflicht und damit auch die Herstellungserlaubnis. Dies eröffnet Tierärzt:innen die Möglichkeit, Blut, Zellen und Gewebe zu gewinnen, daraus Tierarzneimittel erlaubnisfrei herzustellen und anschließend bei Tieren unmittelbar anzuwenden, d. h. nicht an den Tierhaltenden abzugeben, sofern kein industrieller Prozess eingeschaltet ist. Die Abgabe der erlaubnisfrei hergestellten Tierarzneimittel an jegliche Andere würde keine unmittelbare Anwendung bedeuten und ist daher ausgeschlossen [2]. Somit ist nach rechtlicher Auffassung von BTK und AG TAM das **Betreiben von Blutbanken im Rahmen der Tätigkeit innerhalb der tierärztlichen Hausapotheke einer Praxis/Klinik** erlaubt. Da der Begriff „unmittelbar“ nicht als zeitlicher Faktor zu verstehen ist, ist es arzneimittelrechtlich unerheblich, wie viel Zeit zwischen Herstellung der Blutkonserve und Verabreichung an den Patienten vergeht. Die Abgabe bzw. der Versand von Vollblut oder Konserven an einen anderen Tierarzt ist nicht erlaubt. **Ohne Herstellungserlaubnis und Zulassung muss das Blut also im Rahmen der Tätigkeit der tierärztlichen Hausapotheke angewendet werden, in der es gewonnen wurde.**

Beim **Betreiben einer Blutbank** mit Vorratshaltung von Blutprodukten ist gemäß den Leitlinien [1] ein **Qualitätsmanagement** unabdingbar. Hierzu gehören z. B. die lückenlose Dokumentation (u. a. Daten zu Spendern und Empfängern mit Zuordnung der verabreichten Konserven), regelmäßige bakteriologische Untersuchungen der bevorrateten Blutprodukte, Überwachung von Kühlschranks- und Gefrierschranks-temperatur sowie visuelle Kontrollen und tägliches Schwenken der (Erythrozyten-)Beutel.

### Auswahl von Blutspendern

Das Thema Blutspende findet in der Öffentlichkeit immer mehr Aufmerksamkeit, dennoch kann sich die Spendersuche insbesondere in Notfallkliniken schwierig gestalten. Es gibt inzwischen Anbieter von Apps, die versprechen, bei der Suche nach Spendertieren behilflich zu sein. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern (z. B. Portugal, Niederlande) gibt es in Deutschland keine kommerziellen Blutbanken.

Autologe Transfusionen (Autotransfusionen), also die Rückgabe von patienteneigenem Blut, können in Notfallsituationen und bei Knappheit von Blutkonserven alternativ hilfreich sein. Mithilfe des Cell-Salvage-Verfahrens kann das während einer Operation gewonnene Blut gereinigt und anschließend dem Patienten zurückgegeben werden [3].

Hunde können Blut spenden, wenn sie **gesund und über 1 Jahr alt** sind. Am besten geeignet sind über ca. 20–25 kg schwere, regelmäßig geimpfte und korrekt entwurmete sowie gegen Ektoparasiten geschützte Hunde, die **nie transfundiert** wurden und **keine Medikamente** erhalten. Hunde unklarer Herkunft oder nach Aufenthalt im südlichen oder südöstlichen Ausland sind wegen der Gefahr von vektor-übertragenen Infektionen vor der Spende umfangreich zu testen und sollten daher nur in Ausnahmefällen spenden. Die zahlreichen Importhunde in Deutschland haben die Spendersuche deutlich erschwert. Jedoch können auch Hunde, die sich nur im deutschsprachigen Raum oder Nordeuropa aufhielten, mit arthropoden-übertragenen Erregern infiziert sein (z. B. *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia canis*) [4, 5]. Je nach Region und Risiko sind daher PCR-Tests auf Infektionserreger

indiziert, was von großer Bedeutung für die Transfusionsicherheit ist. Auch Hündinnen können nach Trächtigkeit als Spender genutzt werden, da keine trächtigkeit-induzierten Alloantikörper (s. u.) gebildet werden [6].

Hilfreich ist es, wenn Hunde mehrmals pro Jahr spenden (Dauerblutspender). An der Kleintierklinik der Freien Universität (FU) Berlin wird dabei ein Abstand von ca. 3 Monaten eingehalten.

### Blutgruppen, Alloantikörper

Blutgruppen sind genetische Marker auf der Ery-Oberfläche, die speziesspezifisch sind. Beim Hund sind bisher mehr als 12 verschiedene Blutgruppensysteme bekannt, die mit DEA (Dog Erythrocyte Antigen), gefolgt von einer Nummer, gekennzeichnet sind. Ein Hund kann für jede dieser Blutgruppen positiv oder negativ sein [7]. Weitere Blutgruppenantigene (Dal-Blutgruppe, Kai 1 und 2) sind beschrieben [8, 9, 10].

Hunde besitzen keine klinisch bedeutsamen, natürlich vorkommenden Antikörper gegen andere Blutgruppen. Es können jedoch Antikörper nach Sensibilisierung durch inkompatible Transfusionen gebildet werden, die bei erneuter Transfusion zu akuten Inkompatibilitätsreaktionen führen (hämolytische Transfusionsreaktionen). Die Blutgruppe DEA 1 scheint am stärksten antigen zu sein. Hämolytische Transfusionsreaktionen wurden auch im Zusammenhang mit DEA 4 und Dal beschrieben [11, 12]. In Deutschland sind etwa 40 Prozent der Hunde DEA 1-negativ [10]. Um eine Sensibilisierung zu vermeiden, sollten **DEA 1-negative Hunde** daher **nur DEA 1-negatives Blut** erhalten, während DEA 1-positive Tiere mit positivem oder negativem Blut transfundiert werden können.

Für viele Blutgruppenantigene sind keine kommerziellen Testkits erhältlich. In der Regel wird nur DEA 1 bestimmt, hierfür stehen diverse Methoden zur Verfügung, z. B. Testkarten- und Streifenmethoden. Bei mittel- bis hochgradiger Agglutination der Erythrozyten ist die Blutgruppenbestimmung erschwert oder je nach kommerziellem Test nicht möglich. In **unklaren Fällen sollte DEA 1-negatives Blut transfundiert** werden. Neben der Blutgruppe müssen vorherige Transfusionen und Transfusionsreaktionen in der Krankengeschichte gut sichtbar vermerkt werden.

Bei der Verabreichung von **Plasma** (ohne Ery-Kontamination) muss die **Blutgruppe nicht bestimmt** werden.

### Blutkreuzprobe

Eine Kreuzprobe wird durchgeführt, um eine serologische Unverträglichkeit zwischen Blutspender und Empfänger festzustellen. Zwischen Hunden, die nie zuvor transfundiert wurden, sollte die Kreuzprobe wegen des Fehlens von klinisch bedeutsamen Alloantikörpern kompatibel sein und ist daher nicht unbedingt notwendig. Vor der zweiten Transfusion muss jedoch eine Kreuzprobe durchgeführt werden [13]. Da neben DEA 1 auch andere Blutgruppen antigen sein können, ersetzt die DEA 1-Typisierung die Kreuzprobe nicht.

Man unterscheidet zwischen einem Major- und Minortest. Bei Ersterem wird geprüft, ob Alloantikörper im Plasma des Empfängers gegen die zu transfundierenden Erythrozyten vorliegen. Der Minortest zeigt an, ob Antikörper im Spenderplasma gegen Empfänger-Erythrozyten vorhanden sind. Letzterer wird beim Hund i. d. R. nicht durchgeführt, da insbesondere bei der Gabe von Ery-Konzentraten nur sehr wenig Spenderplasma mit transfundiert wird und Blutspender nie zuvor transfundiert worden sein sollten.

Die Blutkreuzprobe kann mittels einer sog. **Röhrchenmethode** durchgeführt werden [14,15]. Sie wird auch als „Goldstandard“ angesehen, erfordert allerdings Übung und eine gewisse Expertise beim Ablesen des Ergebnisses. Neben der Röhrchenmethode können kommerziell erhältliche Testkits angewendet werden, die in einer Studie an der Berliner Kleintierklinik (FU Berlin) kürzlich evaluiert wurden (**Abb. 1**). Die Spezifität und Einsatzfähigkeit in der Praxis fiel je nach Testkit unterschiedlich aus [15].



Abb. 1: Kreuzprobe (Antiglobulin-verstärkte Gel-Röhrchen-Methode): links stark positive (inkompatible) Major-Kreuzprobe, rechts negative (kompatible) Major-Kreuzprobe



Abb. 2: Blutentnahme aus der Vena jugularis bei einem Hund in Seitenlage; Punktionsbereich wurde geschoren und desinfiziert

### Blutentnahme

Vor jeder Blutabnahme sollte eine Allgemein- und Laboruntersuchung durchgeführt werden (hämatologische und klinisch-chemische Parameter sollen im Referenzbereich sein). Die Blutentnahme erfolgt aus der Vena jugularis am meist unseidierten Hund in sitzender, sternal oder lateral liegender Position (**Abb. 2**). In Ausnahmefällen können bei der Blutentnahme Sedativa eingesetzt werden, allerdings sind „gutmütige“ Spendertiere zu bevorzugen. Die Punktionsstelle wird rasiert und gründlich desinfiziert. Die Entnahmemenge beträgt an der FU-Kleintierklinik ca. 10 ml/kg Körpergewicht (KG) – **nicht häufiger als alle 3 Monate**. Nebenwirkungen, wie Reizungen oder ein Hämatom an der Punktionsstelle, lassen sich nicht vermeiden.

Bestgeeignet als Antikoagulans ist Natriumzitrat, dem zur Haltbarkeitsverbesserung der Erythrozyten Substrate wie Phosphat, Dextrose und Adenin (CPDA) zugesetzt werden. **Blutbeutel aus der Humanmedizin** mit oder ohne Satellitenbeutel für die Blutkomponentenherstellung erlauben eine sterile Abnahme im „geschlossenen System“ (**Abb. 3**). Das Blut fließt der Schwerkraft folgend in den

Entnahmebeutel, der während der Entnahme vorsichtig geschwenkt wird. Die entnommene Menge wird über eine Feder- oder gewöhnliche Küchenwaage registriert. Einfachbeutel sind für die Entnahme von 500 ml und Dreifachbeutel für 450 ml Vollblut konzipiert. Soll eine geringere Menge abgenommen werden, wird die entsprechende Menge Antikoagulans vorher über den Entnahmeschlauch möglichst steril aus dem Beutel abgelassen [14].

Die Blutkonserve soll sofort mit Entnahmedatum, Spenderdaten, Besitzernamen, Blutgruppe, Blutkomponente und Menge des Inhalts versehen werden. Stehen keine Blutbeutel zur Verfügung, kann das Blut auch mit Flügelkatheter und Spritzen, die Natriumzitrat 3,13 Prozent (Verhältnis: 1 Teil Na-Zitrat und 9 Teile Blut) enthalten, entnommen und sofort verabreicht werden.

### Blutkomponententherapie

Mit der **frischen Vollbluttransfusion** erfolgen sowohl eine Ery- als auch Kolloidsubstitution sowie die **Zufuhr von Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten**. Frisches Vollblut wird daher idealerweise nur im Notfall oder bei bestimmten Indikationen (z. B. hochgradige



Abb. 3: Blutbeutelssysteme: Einfachbeutel (Transfusion von Vollblut, l.); Dreifachbeutel (zur Trennung des Blutes in Erythrozyten-Konzentrat und Plasma, r.)

Thrombozytopenie) verwendet (**Tab. 1**). Soll Vollblut gelagert werden, ist die aseptische Entnahme im geschlossenen Kreislaufsystem mit Einwegmaterialien ebenso wie bei der Auftrennung in Komponenten absolute Voraussetzung.

Das Prinzip der **Komponententherapie** besteht darin, Vollblut nach der Abnahme durch Zentrifugieren in einzelne Komponenten aufzutrennen. Dies ermöglicht es, **nur die fehlende Komponente zu transfundieren**, die übrigen Komponenten für andere Fälle zu nutzen, Hypervolämien zu vermeiden sowie Blutbestandteile entsprechend der Haltbarkeit unterschiedlich lange zu lagern [14]. Die wichtigsten Komponenten sind Ery-Konzentrat („Packed Red Blood Cells“) und gefrorenes Frischplasma (GFP, frisch gefrorenes Plasma, Fresh Frozen Plasma).

Nach der Zentrifugation (Kühlzentrifuge, **Abb. 4**) des Vollbluts wird das Plasma mithilfe einer Plasmapresse schonend in einen oder mehrere Satellitenbeutel gepresst. Bei Verwendung von CPDA als Stabilisator sollte ein Teil des Plasmas beim Ery-Konzentrat verbleiben, sodass dieses höchstens einen Hämatokrit von 0,80 l/l hat. Wird dem Ery-Konzentrat eine Nährlösung zugesetzt, kann das gesamte Plasma abgepresst werden [14].

Die in der Humanmedizin durchgeführte Leukoreduktion mittels Leukozytenfilter dient der Reduktion von Transfusionsreaktionen [16]. In der Veterinärmedizin ist der Einsatz routinemäßig bisher nicht etabliert.

Vollblut oder Ery-Konzentrat (**Abb. 5**) kann im geschlossenen System bei 4°C unter fortlaufender Temperaturregistrierung und ohne Unterbrechung der Kühlkette je nach Stabilisator zwischen 20 Tagen (z. B. CPDA) und 30–35 Tagen (Zusatz von Additiv-/Nährlösungen wie SAG-Mannitol) aufbewahrt wer-

den. Wurde die Kühlung für mehr als 15 Minuten unterbrochen, muss die Konserve innerhalb der nächsten 24 Stunden verwendet werden.

Als GFP wird Plasma bezeichnet, das innerhalb von 6 Stunden nach Blutentnahme bei –30°C eingefroren wird (**Abb. 5**). GFP enthält nach einem Jahr bei –30°C-Lagerung neben Albuminen und Globulinen auch therapeutische Spiegel aller Gerinnungsfaktoren (und deren Inaktivatoren) sowie des Von-Willebrand-Faktors [17]. In Abhängigkeit von den individuellen Ausgangswerten der Blut- und Plasmaspender können erhebliche Schwankungen vorkommen. Ist das Plasma erst nach > 6 Stunden gefroren, wird es zwischenzeitlich aufgetaut (und wieder eingefroren) oder länger als ein Jahr gelagert, wird es als gefrorenes Plasma (GP) bezeichnet und kann über weitere 4 Jahre gelagert werden. Gefrorenes Plasma enthält Albumine, Globuline und therapeutische Mengen der stabilen Gerinnungsfaktoren II, VII, IX und X [18].

Je nach Indikation können weitere Komponenten hergestellt werden, wie plättchenreiches Plasma, Plättchenkonzentrat oder Kryopräzipitat [12,19]. Beabsichtigt man, Blutplättchen zu transfundieren, sollte das Vollblut bzw. das plättchenreiche Plasma bei 20–24°C aufbewahrt und möglichst innerhalb der ersten Stunden nach der Entnahme verabreicht werden. Studien zu Herstellung und Wirksamkeit von lyophilisierten Plättchenprodukten [20] und „Frozen Platelet Concentrates“ (Manual of Veterinary Transfusion Medicine, BSA Animal Blood Bank, 2025 [21]) sind verfügbar.

## Verabreichung von Blut und Blutprodukten

Jede Konserve muss unmittelbar vor der Transfusion einer **grobsinnlichen Qualitäts-**

**prüfung** unterzogen werden. Zu beachten sind Unversehrtheit des Blut- bzw. Plasma-beutels, Koagelbildung, Verfärbungen (als Hinweis auf mögliche Verkeimung), Hämolyse (Konserven mit > 1 Prozent Hämolyse vermeiden, semiquantitative Methode beschrieben im Manual of Veterinary Transfusion Medicine, BSA Animal Blood Bank [21]) sowie die korrekte Beschriftung inklusive Verfallsdatum. Über Spender und Empfänger ist genau Buch zu führen.

Ery-Produkte müssen vor der Transfusion nicht routinemäßig auf Körpertemperatur aufgewärmt werden (Ausnahmen: hypotherme Patienten, Welpen). Zum Erwärmen kann der Transfusions Schlauch in warmes Wasser (max. 37°C) gelegt werden. Aufgrund der Dickflüssigkeit von Ery-Konzentrat können vor Transfusion warme (37°C) 0,9-prozentige Natriumchloridlösungen (keine hypotonen oder Kalzium-haltigen Lösungen!) beigemischt werden. Dies ist unnötig, wenn dem Ery-Konzentrat Additivlösungen zugefügt wurden (auf entsprechende Beschriftung der Produkte achten).

GFP wird in einem wasserdichten Plastikbeutel in einem 37°C warmen Wasserbad aufgetaut.

Transfundiert wird mit Transfusionsbestecken mit Filter (Porendurchmesser ca. 200 µm), der kleinere Koagula und größere Zellverbände zurückhält, intravenös oder notfalls intramedullär.

Das **Transfusionsvolumen** richtet sich nach Schweregrad, Art der Anämie und Körpergewicht des Empfängers. Richtwerte sind etwa 20 ml/kg Körpergewicht Vollblut bzw. 10 ml/kg KG Ery-Konzentrat. Durch die Verabreichung von 2 ml Blut (oder ca. 1 ml Ery-Konzentrat) pro kg KG wird der Hämatokrit um etwa 1 Prozent angehoben (wenn



Abb. 4: Blutbankzentrifuge



Abb. 5: Erythrozytenkonzentrat (l.), gefrorenes Frischplasma (r.)

Blutkomponente	Inhalt	Indikationen
frisches Vollblut	Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten, Gerinnungsfaktoren, Albumin, Globulin	Anämie mit Koagulopathie, Blutungsanämie, Anämie mit Thrombozytopenie
gelagertes Vollblut	Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten (nicht funktionsfähig je nach Lagerdauer), Gerinnungsfaktoren (außer den labilen Gerinnungsfaktoren)	Blutungsanämie
Ery-Konzentrat	Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten (nicht funktionsfähig je nach Lagerdauer), geringe Mengen an Plasma	symptomatische Anämie jeglicher Ätiologie
gefrorenes Frischplasma (GFP)	Gerinnungsfaktoren, Antithrombin, Albumin, Globulin	Koagulopathie mit oder ohne Blutung, evtl. bei Koagulopathie und bevorstehender Operation, Hypoproteinämie
gefrorenes Plasma (GP)	Gerinnungsfaktoren (nicht Faktor V und VIII), Antithrombin, Albumin, Globulin	Koagulopathie (je nach Faktormangel), Hypoproteinämie

Tab. 1: Blutkomponententherapie: Wichtigste Blutkomponenten und Indikationen

keine weitere Blutung oder Hämolyse stattfindet). Daraus errechnet sich das Transfusionsvolumen für Vollblut: Transfusionsvolumen (ml) = erwünschter Hkt-Anstieg (%) × KG (kg) des Empfängers × 2 (bei Ery-Konzentratverwendung ohne Faktor 2).

Bei Blutungen durch Koagulopathien oder Von-Willebrand-Erkrankung werden initial ca. 6–10 ml GFP pro kg KG infundiert und die Transfusion ggf. in Abständen von 8–24 Stunden wiederholt. Auch Plasmaprodukte sollten über Transfusionsbestecke appliziert werden.

Die **Transfusionsgeschwindigkeit** der Ery-Produkte ist abhängig vom Hydratationszustand, dem Schweregrad der Anämie bzw. des Blutverlustes und dem Allgemeinzustand des Empfängers. Die ersten Milliliter sollten sehr langsam über ca. 15 Minuten transfun-

diert und dabei sorgfältig auf Transfusionsreaktionen geachtet werden. Normovolämische Tiere erhalten ca. 5–10 ml/kg KG/h (individuelle Anpassung), bei Herz- oder Niereninsuffizienz nicht mehr als 2–4 ml/kg KG/h. Bei hypovolämischen Hunden im Schock kann die Transfusionsgeschwindigkeit erhöht werden. Die Transfusionsrate von Plasma kann nach langsamem Beginn bei adulten, herzgesunden Hunden auf 5–10 ml/kg KG/h gesteigert werden [12, 14].

Die **Transfusionsdauer** soll wegen der Gefahr der Ery-Schädigung und des Bakterienwachstums 4 Stunden nicht übersteigen; dies gilt auch für Plasma. Die Hunde werden während der Transfusion (alle 15–30 Minuten) und einige Stunden danach auf **Transfusionsreaktionen überwacht** und ein **Transfusionsprotokoll** darüber geführt.

## Transfusionsreaktionen

Transfusionsreaktionen (TR, **Tab. 2**) treten meist während oder kurz nach der Transfusion auf und können **durch jede Blutkomponente verursacht** werden. Insgesamt sind sie jedoch selten (ca. 2 Prozent bei 350 Vollblut-, Ery-Konzentrat- und Plasmatransfusionen) und häufig harmlos [19]. Die meisten ernsthaften Reaktionen können durch eine sorgfältige Blutspenderselektion, Blutgruppenbestimmung und Kreuzprobe, regelgerechte Blutabnahme, -verarbeitung, -lagerung und Transfusionstechnik verhindert werden. Unerwünschte Wirkungen sind lückenlos zu dokumentieren.

Bei Verabreichung (länger) gelagerter Konserven wird in der Humanmedizin eine erhöhte Morbidität und Mortalität diskutiert (u. a. Immunsuppression, vermehrt postoperative Infektionen). Studien an Hundekonserven zeigten, dass bei Lagerung proinflammatorische, prokoagulatorische Faktoren sowie Wachstumsfaktoren freigesetzt werden [25, 26]. Nach Verabreichung 3 Wochen gelagerter Konserven wurde eine Entzündungsreaktion mit Erhöhung von Fibrinogenkonzentration und C-reaktivem Protein nachgewiesen [27]. Daher gilt: **Je frischer das Blut bei der Verabreichung ist, desto besser**, was insbesondere bei kritisch kranken Hunden (z. B. mit disseminierter intravaskulärer Gerinnung, Sepsis, immunhämolytischer Anämie) oder bei Leberinsuffizienz (Gefahr der Hyperammonämie) zu beachten ist [28].

Treten **Unverträglichkeiten** auf, sollte die Transfusion sofort unter- bzw. abgebrochen werden. Das Serum und eine Probe des Ery-Produkts sollten auf Hinweise für Hä-

## Indikationen für die Transfusion von Blutprodukten

Indikationen für die Zufuhr von Erythrozyten (Vollblut, Ery-Konzentrat) sind akute Blutverluste von über 30 ml/kg oder ein rascher Abfall des Hämatokrits (Hkt) auf 0,20–0,25 l/l oder darunter. Die alleinige Hkt-Beurteilung kann bei (per-)akutem Blutverlust irreführend sein, da der Hkt erst einige Stunden nach dem Übertritt interstitieller Flüssigkeit ins Blut oder infolge therapeutischer Volumensubstitution sinkt. Bei langsam abfallendem Hkt durch chronische Blutverluste, Hämolyse oder ineffektive Erythropoese wird bei einem Hkt von ca. 0,15–0,18 l/l oder darunter (abhängig vom Allgemeinzustand) transfundiert. Ist eine Narkose nötig, wird

ein Hkt von mind. 0,20 l/l oder darüber angestrebt [14].

Generell hängt die Entscheidung für eine Ery-Transfusion jedoch nicht nur vom Schweregrad der Anämie ab, sondern beruht auf einer Kombination aus Anamnese, Schnelligkeit der Anämieentwicklung, klinischen Befunden (Schleimhautfarbe, Pulsqualität, Pulsfrequenz, Blutdruck), Laborwerten und evtl. vorliegenden Komorbiditäten (z. B. Herzkrankheit).

Bei Koagulopathien (z. B. Cumarinintoxikation, Hämophilie) und Thrombozytopenien oder -pathien (z. B. Von-Willebrand-Erkrankung), die mit akuten Blutungen einhergehen, sind Blutprodukte (z. B. frisch-

gefrorenes Plasma, thrombozytenreiches Plasma, Vollblut) indiziert. Zur Vorbeugung von Blutungen (z. B. elektiver Eingriff bei einem Hund mit Von-Willebrand-Erkrankung) können Plasmaprodukte indiziert sein. Weitere mögliche Gründe für eine Plasmatransfusion könnten die Zufuhr von Immunglobulinen (z. B. bei Parvovirose) oder  $\alpha$ 1-Makroglobulin (bei Pankreatitis) sein.

Bei Hypoproteinämie (z. B. bei Proteinverlustenteropathie/-nephropathie) geht das zugeführte Protein bzw. Albumin rasch wieder verloren. Kurzzeitige perioperative Plasmatransfusionen können jedoch hilfreich sein, um das Risiko von Wundheilungsstörungen zu verringern.

Einteilung	Transfusionsreaktion (TR)	Mögliche Ursachen
nicht-immunologisch akut	Vomitus	oft zu schnelle Transfusion, Füttern (vor/während der Transfusion)
	Volumenüberladung (TACO – transfusion associated circulatory overload) – (mit Herzinsuffizienz, Dyspnoe)	Zufuhr von Kolloiden (v. a. bei Risikopatienten mit z. B. Herz-, Nierenerkrankungen)
	Hämolyse	Überschreiten der Lagerungsdauer, physikalische Ery-Schädigung durch Gefrieren, Überhitzen, hypotone Lösungen
	Bakteriämie, Sepsis, Fieber	Blutkontamination
	Hypokalzämie	Zitratintoxikation (nur bei Massentransfusion)
	Hypothermie	Massentransfusion, nicht angewärmt
	Hyperammonämie	Anreicherung während Lagerung der Erythrozyten
	Hyperkaliämie (Luft-)Embolie	Ery-Zerfall
nicht-immunologisch verzögert	Übertragung von Infektionserregern (z. B. Protozoen)	infizierte Spender
immunologisch akut	akute hämolytische TR (Hämoglobinämie, -urie, Fieber, Erbrechen, Tachykardie, Tachypnoe, Schock, DIC, Nierenversagen, Tod)	Zerstörung der Erythrozyten (durch vorangegangene Antikörperbildung beim Empfänger)
	Urtikaria, Ödem im Kopfbereich	Reaktion auf Plasmabestandteile, evtl. Leukozyten, Thrombozyten
	Fieber (FNTHR = febrile nicht-hämolytische TR)	Reaktion auf Leukozyten, Thrombozyten, Zytokine und andere Blut-/Plasmabestandteile
	TRALI („transfusion-related acute lung injury“), nicht kardiogenes Lungenödem	Antigen-Antikörper-Reaktion in der Lunge (u. a. Antikörper im Spenderplasma gegen Leukozyten)
immunologisch verzögert	Anaphylaxie	Reaktion auf Leukozyten, Thrombozyten, Zytokine und andere Blut-/Plasmabestandteile
	posttransfusionelle Purpura verzögerte hämolytische TR (zu rascher Abfall des Hkt nach ca. 4–14 Tagen, Bildung von Antikörpern, Ikterus, Coombs-Test positiv, oft subklinisch)	Bildung von Antikörpern gegen Thrombozyten Empfänger wurde sensibilisiert (z. B. Transfusion); Kreuzprobe evtl. kompatibel, da nur geringe Antikörpermenge

Tab. 2: Transfusionsreaktionen und mögliche Ursachen [14, 22, 23, 24]

molyse untersucht werden; ggf. ist eine mikrobiologische Untersuchung durchzuführen. Blutgruppenbestimmungen und Kreuzproben sollten zur Kontrolle wiederholt werden.

Je nach **Schweregrad der Symptome** sind Antihistaminika (bei allergischen Reaktionen), Glukokortikoide (akute hämolytische TR) und die Infusion von Elektrolytlösungen indiziert. **Kalziumhaltige Infusionslösungen oder Medikamente dürfen nicht zeitgleich mit Blutprodukten durch denselben Venenkatheter** verabreicht werden. Bei den sehr seltenen lebensbedrohlichen Fällen von Anaphylaxie mit Hypotension wird Adrenalin verabreicht. **Prophylaktische Glukokortikoidgaben vor der Transfusion sind nicht indiziert.** Bei hohem Fieber können neben Kühlung Antipyretika und bei Erbrechen Antiemetika gegeben werden. Weitere Maßnahmen richten sich nach Symptomen und Transfusionsreaktion (z. B. Lungenödem). Bei leichtgradigen und/oder selbstlimitierenden Symptomen ohne Hämolyse kann die Transfusion vorsichtig und langsam fortgeführt werden, ggf. muss eine neue Konserve identifiziert und transfundiert werden.

#### Literatur

- [1] Leitlinien zur Gewinnung, Lagerung, Transport und Verabreichung von Blut und Blutprodukten im Veterinärbereich (2011): [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05\\_Tierarzneimittel/Leitlinien\\_blutprodukte.pdf?sessionid=51BFFD4527CAAE8AAE3D41AC422D-2FBB.internet941?\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/Leitlinien_blutprodukte.pdf?sessionid=51BFFD4527CAAE8AAE3D41AC422D-2FBB.internet941?_blob=publicationFile&v=6)
- [2] Bundestierärztekammer e. V., Arbeitsgruppe für Tierarzneimittel der Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz (2023): Erläuterungen und Auslegung zum Tierarzneimittelrecht (Stand 14.02.2023). [https://www.bundestieraerztekammer.de/tieraerzte/leitlinien/downloads/Auslegungshinweise\\_neues\\_Arzneimittelrecht\\_-\\_von\\_BTK\\_\\_AG\\_TAM\\_Stand\\_14.02.2023.pdf](https://www.bundestieraerztekammer.de/tieraerzte/leitlinien/downloads/Auslegungshinweise_neues_Arzneimittelrecht_-_von_BTK__AG_TAM_Stand_14.02.2023.pdf).
- [3] Blunski F, Gluding D, Hassdenteufel E, Schneider M, Lehmann H (2025): Retrospective evaluation of autotransfusion using a cell saver device versus allotransfusion in the perioperative management of acute hemoperitoneum 43 dogs (2017–2021). *Front Vet Sci*; 12: 1465988.
- [4] Chirek A, Silaghi C, Pfister K, Kohn B (2018): Vorkommen von *Anaplasma phagocytophilum* bei Blutspenderhunden in Berlin/Brandenburg (2006–2012): retrospektive Auswertung klinischer Daten und Bedeutung für die Transfusionsmedizin. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr*; 131, 440–449.
- [5] Weingart C, Helm CS, Müller E, Schäfer I, Skrodzki M, von Samson-Himmels tjerna G, Krücken J, Kohn B (2023): Autochthonous *Babesia canis* infections in 49 dogs in Germany. *J Vet Intern Med*; 37(1): 140–149.
- [6] Blais MC, Rozanski EA, Hale AS, Shaw SP, Cotter SM (2009): Lack of evidence of pregnancy induced alloantibodies in dogs. *J Vet Intern Med*; 23 (3): 462–465.
- [7] Polak K, Acierno MM, Raj K, Mizukami K, Siegel DL, Giger U (2016): Dog erythrocyte antigen 1: mode of inheritance and initial characterization. *Vet Clin Pathol*; 44, 369–379.
- [8] Blais MC, Berman L, Oakley DA, Giger U (2007): Canine Dal blood type: a red cell antigen lacking in some Dalmatians. *J Vet Intern Med*; 21: 281–286.
- [9] Zaremba R, Brooks A, Thomovsky E (2019): Transfusion medicine: an update

## Innergemeinschaftlicher Bezug von Blutprodukten

Ob ein:e in Deutschland niedergelassene:r Tierarzt/Tierärzt:in im Rahmen des Betriebs einer tierärztlichen Hausapotheke ein Blutprodukt innergemeinschaftlich für die Behandlung der eigenen Patienten beziehen darf, hängt von dem Produkt ab.

1. Bei dem Produkt handelt es sich um ein in einem anderen Mitgliedsstaat zugelassenes Arzneimittel. In diesem Fall darf der/die Tierärzt:in es im Umwidmungstatbestand beziehen. Auch eine Bevorratung in praxis-/kliniküblichen Mengen wäre möglich.
2. Das Produkt ist nicht als Arzneimittel in einem Mitgliedsstaat zugelassen. Es wird in einer Apotheke angefertigt, die zwar die Vorschriften der pharmazeutischen Wissenschaft bei der Herstellung (wie Gute Laborpraxis – GLP) beachtet, jedoch keine

Zulassung für das Produkt als Arzneimittel besitzt. Dann darf das Produkt nur nach Deutschland versandt werden, wenn es für einen konkreten Patienten auf tierärztliche Verschreibung angefertigt wurde (sog. *formula magistralis*) und die Apotheke ihren Sitz innerhalb der EU hat. Das macht die Verwendung von Blutprodukten ohne Zulassung als Arzneimittel, die **sofort** für die Versorgung des Patienten benötigt werden, faktisch unmöglich – auch wenn sie grundsätzlich bezogen und verwendet werden dürften.

Dr. Ilka Emmerich,  
Vorsitzende des BTK-Ausschusses für  
Arzneimittel- und Futtermittelrecht

on antigens, antibodies and serologic testing in dogs and cats. *Top Companion Anim Med*; 34: 36–46.

- [10] Ebel AK, Fuchs S, Weber C, Müller E, Giger U (2020): Survey of Blood Groups DEA 1, DEA 4, DEA 5, Dal, and Kai 1/Kai 2 in Different Canine Breeds From a Diagnostic Laboratory in Germany. *Front Vet Sci*; 7: 85.
- [11] Giger U, Gelens CJ, Callan MB, Oakley DA (1995): An acute hemolytic transfusion reaction caused by dog erythrocyte antigen 1.1 incompatibility in a previously sensitized dog. *J Am Vet Med Assoc*; 206: 1358–1362.
- [12] Goggs R (2024): Bleeding Crisis. In: *Ettinger's Textbook of Veterinary Internal Medicine*. Hrsg. Cote E, Ettinger SJ, Feldman EC. Elsevier Philadelphia, 648–653.
- [13] Herter L, Weingart C, Merten N, Bock N, Merle R, Kohn B (2022): Alloimmunization in dogs after transfusion. A serial cross-match study. *J Vet Intern Med*; 36(5): 1660–1668.
- [14] Kohn B, Weingart C (2018): Anämien, Polyzythämie, Gerinnungsstörungen. In: *Praktikum der Hundeklinik*. Hrsg. Kohn B, Schwarz G; Enke Verlag, Stuttgart, 265–304.
- [15] Herter L, Weingart C, Merten N, Bock N, Kohn B (2025): Evaluation verschiedener Kreuzproben-Techniken im Vergleich zum Röhrrchen-Agglutinationsverfahren beim Hund. *SAT*; 167: 109–119.
- [16] Bundesärztekammer e. V. (2020): *Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten – Gesamtnovelle 2020*.
- [17] Wardrop KJ, Brooks MB (2001): Stability of hemostatic proteins in canine fresh frozen plasma units. *Vet Clin Pathol*; 30: 91–95.
- [18] Brooks M (2000): Transfusion of plasma and plasma derivatives. In: Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC, eds. *Schalm's Veterinary Hematology*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 838–843.
- [19] Kohn B (2010): Transfusionsmedizin beim Hund. *Kleintierprax*; 7: 387–395.
- [20] Davidow EB, Brainard B, Martin LG, Beal MW, Bode A, Ford MJ, Ramsey N, Faggella A, Jutkowitz A (2012): Use of fresh platelet concentrate or lyophilized platelets in thrombocytopenic dogs with clinical signs of hemorrhage: a preliminary trial in 37 dogs. *J Vet Emerg Crit Care*; 22: 116–125.
- [21] *Manual of Veterinary Transfusion Medicine. Principles, Techniques and Clinical Applications (2025)*: BSA Animal Blood Bank, 5th edition. <https://bit.ly/3KFwIH5>.
- [22] Davidow EB, Blois SL, Goy-Thollot I, Harris L, Humm K, Musulin S, Nash KJ, Odunayo A, Sharp CR, Spada E, Thomason J, Walton J, Wardrop KJ (2021): Association of Veterinary Hematology and Transfusion Medicine (AVHTM) Transfusion Reaction Small Animal Consensus Statement (TRACS). Part 1: Definitions and clinical signs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*; 31(2): 141–166.
- [23] Davidow EB, Blois SL, Goy-Thollot I, Harris L, Humm K, Musulin S, Nash KJ, Odunayo A, Sharp CR, Spada E, Thomason J, Walton J, Wardrop KJ (2021): Association of Veterinary Hematology and Transfusion Medicine (AVHTM) Transfusion Reaction Small Animal Consensus Statement (TRACS) Part 2: Prevention and monitoring. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*; 31(2): 167–188.
- [24] Odunayo A, Nash KJ, Davidow EB, Blois SL, Goy-Thollot I, Harris L, Humm K, Musulin S, Sharp CR, Spada E, Thomason J, Walton J, Jane Wardrop K (2021): Association of Veterinary Hematology and Transfusion Medicine (AVHTM) transfusion reaction small animal consensus statement (TRACS). Part 3: Diagnosis and treatment. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*; 31(2): 189–203.
- [25] Graf C, Raila J, Schweigert FJ, Kohn B (2012): Effect of leukoreduction treatment on the vascular endothelial growth factor concentration in stored canine blood transfusion products. *Am J Vet Res*; 73(12): 2001–2006.
- [26] Callan MB, Patel RT, Rux AH, Bandyopadhyay S, Sireci AN, O'Donnell PA, Ruane T, Sikora T, Marrayott K, Sachais BS, Hod EA (2013): Transfusion of 28-day-old leucoreduced or non-leucoreduced stored red blood cells induces an inflammatory response in healthy dogs. *Vox Sang*; 105(4): 319–27.
- [27] McMichael MA, Smith SA, Galligan A, Swanson KS, Fan TM (2010): Effect of leukoreduction on transfusion-induced inflammation. *J Vet Intern Med*; 24: 1131–1137.
- [28] Waddell LS, Holt DE, Hughes D, Giger U (2001): The effect of storage on ammonia concentration in canine pRBCs. *J Vet Emerg Crit Care*; 11(1): 23–26.

### Korrespondenz



**Prof. Dr. Barbara Kohn**  
**Dr. Christiane Weingart**

Klein- und Heimtierklinik  
des Fachbereichs  
Veterinärmedizin der  
Freien Universität Berlin,  
Oertzenweg 19 b,  
14163 Berlin,  
kleintierklinik@  
vetmed.fu-berlin.de

