III EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1 Material und Methode

1.1 Spenderauswahl

Während eines 2-jährigen Untersuchungszeitraumes wurden Bluttransfusionen von freiwilligen Blutspendern gewonnen. Besitzer der Blutspender waren Studenten, Klinikangestellte sowie weitere interessierte Hundebesitzer. Studenten und Besitzer gesunder Hunde, die zu Routineuntersuchungen in die Klinik kamen, wurden persönlich über die Möglichkeit zur Blutspende aufmerksam gemacht. Ein Teil der Hundebesitzer wurde durch Beiträge in der Presse und im Fernsehen oder durch Aushänge über die Blutbank informiert.

Die Blutspender waren zwischen 1 und 10 Jahren alt und wogen mehr als 20 kg. Nur in Ausnahmefällen wurden auch leichtere Hunde zur Blutspende zugelassen. Alle Hunde waren jährlich gegen Tollwut, Staupe, Hepatitis, Leptospirose und Parvovirose geimpft und entwurmt. Keiner der Hunde erhielt zum Zeitpunkt der Blutspende Medikamente. Blutspender durften nie zuvor selbst eine Bluttransfusion erhalten haben.

Hunde, die in Südeuropa oder in endemischen Gebieten Deutschlands waren, wurden auf Infektionen mit Ehrlichien, Babesien, Dirofilarien und Leishmanien untersucht. Nur Hunde mit negativen serologischen Untersuchungsergebnissen wurden zur Blutspende zugelassen.

Vor jeder Blutspende wurden die Spender gründlich klinisch untersucht sowie eine hämatologische und klinisch-chemische Blutuntersuchung durchgeführt.

1.2 Blutentnahme

Die Blutentnahme erfolgte am unsedierten Hund in sitzender Position oder Brustbauchlage. Während der Blutspende wurde der Hund von einer Hilfsperson auf einem Tisch fixiert. Das Blut wurde aseptisch aus der Vena jugularis entnommen. Dazu wurde die Punktionsstelle rasiert und mit Alkohol desinfiziert. Die Blutentnahme erfolgte unter Ausnutzung von Schwerkraft und Blutdruck in einem geschlossenen System in Mehrfachbeutelsysteme. Es wurden Mehrfachbeutelsysteme mit CPDA-1 oder CPD+Adsol verwendet (Abb.4):

 Doppelbeutel 500/450 ml Biopack Compoflex, Biotest Pharma GmbH, Dreieich, Art. Nr. T 2211, mit 70 ml CPDA-1

Zusammensetzung der Blutstabilisatorlösung CPDA-1:

Natriumzitrat 2 H ₂ O	25,0 - 27,6 g/l
Zitronensäure · 1 H ₂ O	2,94 - 3,60 g/l
Natriumdihydrogenphosphat 2 H ₂ O	2,38 - 2,64 g/l
Glukose 1 H ₂ O	30,3 - 33,5 g/l
Adenin	0,261-0,289 g/l

5-HMF	< 5 ppm
pH-Wert	5,0-6.0
Volumen	63 - 77 ml

• CPD/ADSOL Dreifachbeutel 500 ml Blutabnahme, Fenwal Optipac® System, Baxter Deutschland GmbH, Unterschleißheim, Art. Nr. HGR1699B,

Blutbeutel aus PL 146-Folie, mit 70 ml CPD Stabilisator für die Abnahme von 500 ml Blut, verbunden mit 1 x 400 ml Transferbeutel aus PL 1240 und 1 x 600 ml Transferbeutel aus PL 146-Folie mit 110 ml Natrium-Adenin-Glukose-Mannitol, zur Herstellung und Lagerung von Blutkomponenten

Zusammensetzung der Blutstabilisatorlösung CPD+Adsol:

Stabilisator ((100 ml)):

Zitronensäure, wasserfrei	299 mg
Natriumzitrat 2 H ₂ O	2,63 g
Glukose, wasserfrei	2,32 g
Natriumdihydrogenphosphat 2 H ₂ O	251 mg

Aqua ad injectabilia ad 100 ml

ADSOL (100 ml):

 $\begin{array}{ccc} \text{Natriumchlorid} & 900 \text{ mg} \\ \text{Glukose } \text{H}_2\text{O} & 2,2 \text{ g} \\ \text{Mannitol} & 750 \text{ mg} \\ \text{Adenin} & 27 \text{ mg} \end{array}$

Aqua ad injectabilia ad 100 ml

Zur Blutentnahme wurde die Vene distal der Punktionsstelle gestaut, um einen Venenkollaps zu vermeiden. Den Hunden wurde Blut in einer Menge von 10 ml/kg KG abgenommen. Die Spender wurden nicht häufiger als alle 3 Monate zur Blutentnahme herangezogen.

Um die Menge des gewonnenen Blutes abmessen zu können, wurde das Gewicht des Blutbeutels während der Blutspende mit Hilfe einer Federwaage (Taschenwaage 600g, Pesola®, Schweiz) kontrolliert (Abb. 5). Während der Blutabnahme wurde der Blutbeutel vorsichtig geschwenkt, um das Blut mit dem Antikoagulans zu mischen. Wurden Blutspenden von weniger als 450 bis 500 ml Blut abgenommen, so wurde zuvor ein entsprechender Anteil von CPD oder CPDA-1 über den Entnahmeschlauch abgelassen. Dazu wurde der Entnahmeschlauch zunächst nahe der Nadel abgeklemmt. Die Schutzhülse der Nadel wurde entfernt und die Klemme auf dem Entnahmeschlauch gelöst, so daß ein Teil des Antikoagulans abfließen konnte. Das Antikoagulans wurde in einer Spritze aufgefangen und auf diese Weise die Menge des aus dem Beutel entfernten Antikoagulans gemessen. Anschließend wurde der Entnahmeschlauch wieder abgeklemmt.

Nach Abschluß der Blutspende wurde die Nadel entfernt und direkter Druck auf die Venenpunktionsstelle ausgeübt. Der Entnahmeschlauch wurde nahe der Nadel mit einem am Schlauch befindlichen Plastikclip abgeklemmt und die Nadel entfernt. Das im Schlauch verbliebene Blut wurde mit einer Abstreifzange (Biotrans®, Baxter) mehrmals in den Beutel gepreßt, um eine Vermischung des Blutes mit dem Antikoagulans zu ermöglichen (Abb. 6). Der Entnahmeschlauch mit dem darin befindlichen Blut wurde mithilfe einer Handsiegelzange (Biotrans®, Baxter) an den mit "x" gekennzeichneten Stellen mit Aluminiumclips in Segmente unterteilt, die zur Durchführung von Kreuztesten verwendet wurden (Abb. 7). Ein Segment verblieb zu Identifikationszwecken am Beutel. Der Blutbeutel wurde mit dem Spendernamen, Blutgruppe, Datum der Blutspende und Verfallsdatum sowie der Blutkomponentenart beschriftet. Bis zum Zeitpunkt der Zentrifugation wurden die Blutentnahmebeutel bei 1-6°C gelagert. Bei der Herstellung von TRP wurde das Vollblut bis zur weiteren Verarbeitung bei Zimmertemperatur aufbewahrt.



Abbildung 4: Mehrfachbeutelsysteme zur Blutentnahme: Doppelbeutel 500/450 ml Biopack Compoflex mit CPDA-1 (oben); Dreifachbeutel zur Abnahme von 500 ml Blut, Fenwal® Optipac® System, Baxter, mit CPD+Adsol (unten)



Abbildung 5: Blutspende: Der Hund wird von einem Helfer in Brustbauchlage auf dem Tisch fixiert. Eine weitere Hilfsperson überprüft während der Blutentnahme ständig das Gewicht des Entnahmebeutels und schwenkt diesen, um Blut und Antikoagulans zu mischen.



Abbildung 6: Das im Entnahmeschlauch befindliche Blut wird mit Hilfe einer Abstreifzange in den Entnahmebeutel gepreßt. Wird der "tube-stripper" entfernt, fließt das Blut passiv in den Schlauch zurück. Der Vorgang wird mehrmals wiederholt, um eine vollständige Vermischung des Schlauchinhaltes mit dem Antikoagulans im Blutbeutel zu erreichen.



Abbildung 7: Der mit Blut gefüllte Entnahmeschlauch wird mit Hilfe von Aluminiumverschlußelips und einer Handversiegelzange an den mit "x" bezeichneten Stellen in Segmente unterteilt. Die Segmente können zur Durchführung von Kreuztesten verwendet werden.

1.3 Herstellung der Blutkomponenten

1.3.1 Herstellung von Frisch gefrorenem Plasma und Erythrozyten-Konzentrat

Für die Herstellung von FGP und Ery-Konzentrat wurde das Vollblut in einer Kühlzentrifuge (Heraeus Sepatech Cryofuge® 6000) bei 4-6°C über 15 Minuten bei 3600 g zentrifugiert. Das Gewicht der zu zentrifugierenden Blutbeutel wurde ausbalanciert. Zum Ausbalancieren der Zentrifuge wurden ursprünglich mit Adsol gefüllte Satellitenbeutel verwendet. Die Blutbeutel wurden so in der Zentrifuge plaziert, daß die Nähte nicht in die Richtung der Zentrifugationskräfte und die Verbindungsschläuche zwischen Vollblut- und Plasmabeutel nach oben zeigten (Abb. 8).

Nach der Zentrifugation wurde das Plasma mit Hilfe einer Plasmapresse in einen Satellitenbeutel gepreßt. Dazu wurde der Vollblutbeutel in die Plasmapresse (Fenwal Plasma Extractor, FDR 4414, Travenol Laboratories, Lessines, Belgien) eingehängt. Beim Abpressen wurde eine Kontamination des Plasmas mit Erythrozyten möglichst vermieden (Abb. 9). Anschließend wurde das Siegel zwischen dem Vollblutbeutel und dem Verbindungsschlauch zwischen Vollblutbeutel und Plasmabeutel aufgebrochen. Der Spannmechanismus der Plasmapresse wurde gelöst, so daß das Plasma aus dem Entnahmebeutel zwischen den beiden Preßblättern in den Plasmabeutel gepreßt wurde. Das Gewicht des abgepreßten Plasmas wurde bestimmt, indem der Plasmabeutel während des Abpressens auf eine Küchenwaage gelegt wurde. Zur Umrechnung des Gewichtes des Plasmas in die Menge in Milliliter wurde das Gewicht in g mit dem Faktor 1,023 multipliziert.

Bei Verwendung von CPDA-1 als Stabilisator wurde das Plasma nicht vollständig abgepreßt. Ein entsprechender Anteil des Plasmas (ca. 1/5) wurde bei dem Ery-Konzentrat belassen, so daß dieses nach der Trennung einen Hämatokrit von höchstens 80% aufwies. Der Plasmabeutel wurde durch Aluminiumverschlußclips von dem Entnahmebeutel mit Ery-Konzentrat getrennt. Wurden Mehrfachbeutelsysteme mit CPD+Adsol verwendet, so wurde das gesamte Plasma abgepreßt. Anschließend wurde der Plasmabeutel durch Aluminiumverschlußclips von dem Entnahmebeutel mit Ery-Konzentrat getrennt. Das Siegel zwischen dem zweiten Satellitenbeutel mit Adsol und dem Verbindungsschlauch zum Entnahmebeutel wurde aufgebrochen, so daß die Additivlösung Adsol in den Entnahmebeutel fließen konnte. Wurden weniger als 450 – 500 ml Vollblut abgenommen, so wurde zuvor ein Teil des Adsols über einen weiteren, blind endenden Schlauch abgelassen. Auf diese Weise wurde Adsol in einem Verhältnis von 22 ml zu 100 ml Vollblut dem Ery-Konzentrat zugefügt.

1.3.2 Herstellung von Thrombozytenreichem Plasma

Zur Herstellung von TRP wurde das Vollblut innerhalb von 30 Min. nach der Abnahme weiterverarbeitet. Das Vollblut wurde in einer Kühlzentrifuge (Heraeus Sepatech Cryofuge® 6000) bei 2200 g über 4 Minuten bei 22°C zentrifugiert. Das TRP wurde mit Hilfe einer Plasmapresse in einen Satellitenbeutel abgepreßt und der Entnahmebeutel mit Ery-Konzentrat vom Satellitenbeutel mit TRP durch Aluminiumverschlußclips getrennt.

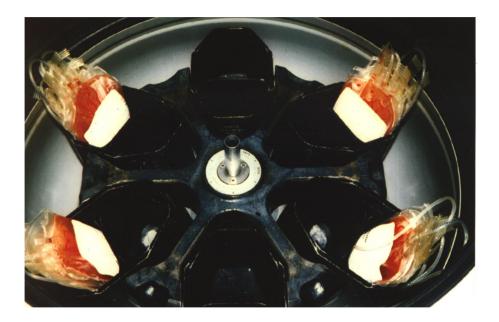


Abbildung 8. Mit Blut gefüllte Mehrfachbeutel in einer Kühlzentrifuge. Das Gewicht der zu zentrifugierenden Blutbeutel muß ausbalanciert werden. Die Blutbeutel müssen so in die Zentrifuge gestellt werden, daß die Nähte der Blutbeutel nicht in Zentrifugationsrichtung und die Verbindungsschläuche zwischen Vollblut- und Plasmabeuteln nach oben zeigen.



Abbildung 9: Abpressen des Plasmas in einen Satellitenbeutel mit Hilfe einer Plasmapresse. Das Gewicht des Plasmabeutels wird mittels einer Küchenwaage bestimmt.

1.4 Lagerung der Blutkomponenten

1.4.1 Lagerung von Erythrozyten-Konzentrat

Das Ery-Konzentrat wurde bei 4-6°C im Kühlschrank in horizontaler Lage aufbewahrt. Die Ery-Konzentrat-Beutel wurden in regelmäßigen Abständen vorsichtig bewegt, um eine gleichmäßige Verteilung von ATP, 2,3-DPG und Glukose im Beutel zu erreichen. Bei Verwendung von CPDA-1 als Stabilisator wurde das Erythrozyten-Konzentrat maximal 20 Tage, bei Verwendung von CPD+Adsol maximal 37 Tage gelagert. Blutkonserven, die für mehrere Minuten aus dem Kühlschrank entfernt und somit wahrscheinlich auf mehr als 10°C erwärmt wurden, mußten innerhalb von 24 Stunden verbraucht werden oder wurden andernfalls verworfen. In gleicher Weise wurde mit Blutkonserven verfahren, die eröffnet wurden und/oder denen Kochsalzlösung zugesetzt wurde.

1.4.2 Lagerung von Frisch gefrorenem Plasma

Sowohl die Zentrifugation des Vollblutes als auch die Auftrennung der Komponenten wurde direkt nach der Blutspende vorgenommen. Somit konnte gewährleistet werden, daß das abgetrennte Plasma innerhalb von 8 Stunden gefroren und somit in allen Fällen FGP hergestellt wurde. Das Plasma wurde bei -35°C für maximal ein Jahr in einem Gefrierschrank gelagert. Vor dem Einfrieren wurde ein Gummiband um den Plasmabeutel gelegt, das eine Schnürstelle in dem gefrorenen Produkt hinterließ. Nach dem Einfrieren wurde das Band durchtrennt. Eine zwischenzeitlich aufgetaute Plasmakonserve konnte somit aufgrund des Fehlens der Schnürstelle entdeckt werden.

1.4.3 Lagerung von Thrombozytenreichem Plasma

TRP wurde sofort nach der Gewinnung verabreicht. In der Zwischenzeit wurde es bei Raumtemperatur aufbewahrt.

1.5 Transfusion von Blutkomponenten

1.5.1 Behandlung der Blutkomponenten vor der Transfusion

Erythrozyten-Produkte wurden nicht routinemäßig angewärmt. Bei hypothermen, jungen oder schwer traumatisierten Tieren wurde der Schlauch des Transfusionssets durch ein warmes Wasserbad geleitet, um das Blut zu erwärmen.

Bei CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentraten wurde vor der Transfusion warme, sterile NaCl-Lösung in einer dem Ery-Konzentrat entsprechenden Menge über eines der Ansatzstük-

ke für das Transfusionsset in den Beutel gespritzt. CPD+Adsol-antikoagulierte Ery-Konzentrate wurden vor der Transfusion nicht verdünnt.

Sowohl Vollblut als auch TRP wurde möglichst bald nach der Entnahme bzw. Herstellung ohne weitere Aufbereitung transfundiert.

Vor der Transfusion wurde FGP im Wärmeschrank bei 37°C oder in einem entsprechend temperierten Wasserbad aufgetaut.

1.5.2 Durchführung der Bluttransfusionen

Die zu transfundierende Menge an Ery-Konzentrat bzw. Vollblut wurde anhand der folgenden Formel berechnet:

FGP und TRP wurden in einer Menge von ca. 10 ml/kg KG verabreicht. Transfusionen von FGP bei Hunden mit Koagulopathien und Blutungen wurden, je nach Zustand des Patienten, etwa alle 8 Stunden wiederholt. Bei Albuminverlusten wurden die Plasmatransfusionen wiederholt, bis der angestrebte Plasma-Albumingehalt erreicht wurde.

Alle Transfusionen wurden über Venenverweilkanülen (Vasocan® Braunüle® Luer Lock, 20 oder 22G, Braun) in den Venae saphena oder cephalica oder über Jugularvenenkatheter (Cefa-fix® Certo®, Braun) verabreicht. Für die Transfusion aller Blutprodukte wurden Transfusionssets mit 200µm Porenfilter (Sangofix® Air, Braun) verwandt.

Alle Transfusionen wurden innerhalb eines Zeitraumes von 4 Stunden durchgeführt.

Sollte nur ein Teil einer Erythrozyten-Konserve transfundiert werden, wurde das Ery-Konzentrat vor der Transfusion in einem geschlossenen System aufgetrennt, indem ein Anteil der Blutkomponente in einen Transferbeutel (Transfer Pack Container 150 ml – with Coupler, Baxter Fenwal®, 4R2001, Baxter Healthcare Corporation) überführt wurde. Der Stechdorn des Transferbeutels wurde dazu in eine der Entnahmeöffnungen des Blutbeutels eingeführt. Dabei wurde eine luftdichte Verbindung zwischen beiden Beuteln hergestellt, bevor das Diaphragma in der Entnahmeöffnung durch den Stechdorn durchtrennt wurde. Mit Hilfe einer Federwaage wurde das Gewicht des Transferbeutels gemessen und somit die Menge der in diesen Beutel überführten Blutkomponente ermittelt. Abschließend wurden beide Beutel durch Verschlußelips voneinander getrennt und die Verbindung durchschnitten.

1.5.3 Indikationen für die Transfusion von Blutprodukten

Die Entscheidung, ob eine Erythrozyten-Transfusion verabreicht wurde, wurde abhängig gemacht von:

- dem Schweregrad der Anämie
- den klinischen Symptomen der Anämie
- dem allgemeinen Gesundheitszustand des Tieres
- einer bevorstehenden physischen Belastung (z.B. Operation)
- einem anhaltenden Blutverlust

Erythrozyten-Produkte wurden verabreicht bei Hunden mit einem akuten Hämatokrit-Abfall auf weniger als 20%. Hunde mit akuter Anämie, deren Hkt bei mehr als 20% lag, die aber schwere Schocksymptome und/oder deutliche Schwächesymptome zeigten bzw. nicht auf eine Schocktherapie ansprachen, erhielten ebenfalls Erythrozyten-Transfusionen. Anämischen Hunden mit einem Hkt von weniger als 20%, die operiert werden sollten, wurden vor der Operation ebenfalls transfundiert. Patienten mit chronischer Anämie erhielten Transfusionen von Erythrozyten-Produkten je nach Allgemeinzustand des Patienten bei einem Hkt von weniger als 13 bis 15%. Bei Anämien aufgrund von Koagulopathien wurden Ery-Konzentrate in Kombination mit FGP und/oder Vollblut, bei Thrombozytopenien Ery-Konzentrate, Vollblut und/oder TRP dann transfundiert, wenn der Hämatokrit deutlich abgefallen, ein Eingriff mit Blutungsneigung (Operation, Leberpunktion) geplant war oder der Hund akut blutete.

Gründe für die Transfusion von FGP waren:

- Koagulopathien
- Albuminverluste unterschiedlicher Ursache mit einem Plasma-Albumin von 1,5-2,0 g/dl
- schlechter klinischer Zustand bei Patienten mit Pankreatitis oder Peritonitis
- Parvovirose mit hochgradiger Leukopenie, Hypoalbuminämie und Sepsis

Bei der Administration der Blutprodukte hielten wir uns im wesentlichen an die in Tab. 10 dargestellten Indikationen für die Transfusion von Blutkomponenten.

Für die Behandlung von Anämien wurden Ery-Konzentrate verabreicht, nur bei sehr kleinen Hunden wurde auch Vollblut transfundiert. Bei Thrombozytopenien/-pathien wurde bevorzugt Vollblut, selten auch TRP verwendet. In Fällen von Koagulopathien mit starkem Blutverlust wurde Ery-Konzentrat in Kombination mit FGP oder Vollblut verabreicht. Bei Hypoprotein-ämien erhielten die betroffenen Hunde FGP.

1.5.4 Überwachung und Auswertung der Bluttransfusionen

Anhand der Auswertung der innerhalb eines Zeitraumes von zwei Jahren (10/96 bis 9/98) durchgeführten Transfusionen wurden die häufigsten Indikationen für die Applikation der verschiedenen Blutkomponenten, deren Menge sowie der Erfolg der Transfusionen ermittelt. Die folgenden Informationen in Bezug auf die Transfusionen und transfundierten Hunde wurden erhoben:

- Signalement der Patienten
- Anzahl an transfundierten Blutkomponenten
- Gründe für die Gabe von Erythrozyten-Produkten (Vollblut / Ery-Konzentrat)

- Anteil an Transfusionen aufgrund von Hämolyse, Blutung oder ineffektiver Erythropoese
- Gründe für die Gabe von FGP
- Anzahl an Transfusionen pro Patient
- Transfusionsmenge in ml/kg KG
- Überleben 24 Stunden nach der Transfusion
- Hkt vor der Transfusion von Erythrozyten-Produkten
- Differenz zwischen dem zu erwartenden Hkt-Anstieg in Bezug auf die Transfusionsmenge und dem tatsächlichen Hkt-Anstieg

Um die Dringlichkeit der von uns verabreichten Bluttransfusionen zu beurteilen, wurden die Erythrozyten-Transfusionen retrospektiv mit Hilfe einer Dringlichkeitsskala für Transfusionen beurteilt (modifiziert nach KERL und HOHENHAUS, 1993) (Tab. 22).

Die Kriterien für die Notwendigkeit einer Bluttransfusion beinhalten den Grad der Anämie, charakterisiert durch den Hkt vor der Transfusion, die Tatsache ob ein rapider oder allmählicher Blutverlust vorliegt, eine notwendig werdende Anästhesie und klinische Symptome, die mit der Anämie verbunden sind, wie Schwäche, Tachypnoe und Tachykardie.

Die Punkteskala ist willkürlich gewählt, dabei werden objektiven Kriterien, wie dem Anämiegrad, der anhand des Hkt meßbar ist und solchen Kriterien, die auf eine lebensbedrohliche Situation hinweisen, höhere Punktzahlen gegeben. Subjektiven Kriterien wie Schwäche, Tachypnoe oder Tachykardie sind niedrigere Punktzahlen zugeordnet.

Soweit möglich wurde vor jeder der Erythrozyten-Transfusionen der Hämatokrit der zu transfundierenden Hunde festgestellt. Bei allen durchgeführten Transfusionen wurden klinische Symptome einer Anämie in Form von Schwäche, Tachykardie und Tachypnoe notiert. Die Notwendigkeit einer Anaesthesie des zu transfundierenden Patienten sowie ein akuter Blutverlust wurden für jede der Transfusionen notiert.

Tabelle 22: Dringlichkeitsskala für die Transfusion von Erythrozyten-Produkten (modifiziert nach KERL und HOHENHAUS, 1993)

Kriterien	Anzahl Punkte
Hkt (%)	
< 13	5
13 - 15	4
16 - 19	3
20 - 24	2
25 - 34	1
> 34	0
Akuter Blutverlust	2
Anaesthesie	2
Schwäche	1
Tachypnoe	1
Tachykardie	1

Anhand der in dieser Form ermittelten Daten wurde für jede der durchgeführten Transfusionen retrospektiv eine Punktzahl nach der oben aufgeführten Dringlichkeitsskala vergeben. Retrospektiv wurde ausgewertet, wieviele Transfusionen bei einer bestimmten Punktzahl verabreicht wurden.

Bei allen Transfusionen wurde der Zeitpunkt der Applikation (Notdienst oder reguläre Arbeitszeit) notiert.

1.6 Bestimmung der Blutgruppe DEA 1.1

Sowohl bei gesunden Hunden unterschiedlicher Rassen als auch bei transfundierten Patienten, die an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin behandelt wurden, wurde die Blutgruppe DEA 1.1 mit Hilfe der Testkarte Rapid Vet®H (Canine) (dms Laboratories, Flemington, New Jersey, USA) bestimmt. Bei allen untersuchten Blutproben handelte es sich um EDTA-antikoaguliertes Blut, das frisch abgenommen oder nur wenige Stunden alt war.

Die zur Blutgruppenbestimmung verwendeten Testkarten besitzen 3 Reaktionsfelder (Positiv-, Negativkontrolle, Patient), die mit einem murinen monoklonalen Antikörper beschichtet sind, der für die Blutgruppe DEA 1.1 spezifisch ist. Das Testprinzip beruht auf einer Agglutinationsreaktion, die dann auftritt, wenn Erythrozyten, die das DEA 1.1-Antigen auf ihrer Oberfläche tragen, mit den auf der Testfläche gebundenen Antikörpern reagieren.

Zur Durchführung der Blutgruppenbestimmung wurden 50 µl phosphatgepufferte 0,9%ige Kochsalzlösung (PBS, 0,01 M) auf die Reaktionsfelder aufgetropft und das getrocknete Reagens in Lösung gebracht. Anschließend wurden 50 µl Vollblut des zu testenden Hundes auf das mit "Patient" gekennzeichnete Feld gegeben und mit Hilfe eines Spatels mit der Antikörperlösung 10 Sekunden lang gemischt. Erschien die Reaktionslösung dickflüssig, wurden nochmals 25 µl PBS² auf das Testfeld aufgebracht. Die im Testset enthaltenen Positiv- und Negativkontrollen wurden in entsprechender Weise auf die mit "Positiv" und "Negativ" bezeichneten Felder aufgetragen³. Daraufhin wurde die Karte 2 Minuten lang geschwenkt und dabei auf Agglutination auf den Reaktionsfeldern geachtet. Zur Testauswertung wurde die Karte in einem 45° Winkel gehalten, so daß das Blut zum Grund der ovalen Testflächen fließen konnte. Trat auf dem Patientenfeld eine Agglutinationsreaktion auf, wurde der Hund als DEA 1.1-positiv bezeichnet, blieb eine solche Reaktion aus, als DEA 1.1-negativ.

Die Stärke einer Agglutinationsreaktion bei DEA 1.1-positiven Hunden wurde in die Grade +1 bis +4 unterteilt: Als positive Reaktionen der Stärke +1 wurden sehr schwache Reaktionen bezeichnet, die sich in einer sehr feinen Agglutinationsreaktion mit normaler Fließfähigkeit des Gemisches zeigten. Als +2 wurden schwache Agglutinationsreaktionen mit kleinen Agglutinaten, als +3 mittelgradige Agglutinationsreaktionen mit einer verringerten Fließfähigkeit des Gemisches und als +4 hochgradige Agglutinationsreaktionen mit einer kaum mehr vorhandenen Fließfähigkeit des Gemisches bezeichnet (Abb.10). Eine feine Granulation, die

_

¹ Die in letzter Zeit auf den Markt gebrachten Karten zur Blutgruppenbestimmung besitzen neben einem Patienten- und Positivkontrollfeld, die mit dem monoklonalen Antikörper beschichtet sind, auch ein unbeschichtetes Reaktionsfeld zur Feststellung einer makroskopischen Agglutination der Erythrozyten

² phosphatgepufferte Kochsalzlösung

³ Da alle Testfelder mit dem gleichen monoklonalen Antikörper beschichtet sind, können auch die Kontrollfelder zur Bestimmung der Blutgruppe des Patienten verwendet werden. Allerdings sollte in regelmäßigen Abständen die Qualität der Testkarten überprüft werden, indem Positiv- und Negativkontrolle durchgeführt werden.

später als 2 Minuten nach dem Auftragen des Blutes auftrat, wurde entsprechend der Angaben des Herstellers vernachlässigt.

Bei makroskopisch sichtbarer Agglutination der Erythrozyten auf dem Objektträger wurden die Erythrozyten vor dem Auftragen auf das Testfeld dreimal mit Kochsalzlösung gewaschen. Dazu wurde ein Tropfen Vollblut in einem Röhrchen mit 2-3 ml 0,9%iger Kochsalzlösung gemischt. Nach Zentrifugation bei 1000g über 15 Sekunden (Biofuge pico, Heraeus Sepatech) wurde der Überstand dekantiert und dieser Vorgang zweimal wiederholt. Eine Typisierung mit Hilfe der Testkarte konnte nur in solchen Fällen durchgeführt werden, in denen die Agglutination nach dem Waschen der Erythrozyten aufbrach.

Bei stark anämischen Tieren mit einem Hkt von weniger als 15% wurde das EDTA-Blut vor der Testung bei 1000g über 5 Minuten zentrifugiert und ein Teil des Plasmas entfernt, um den Hkt zu erhöhen. Die Blutgruppenbestimmung wurde daraufhin, wie zuvor beschrieben, durchgeführt.

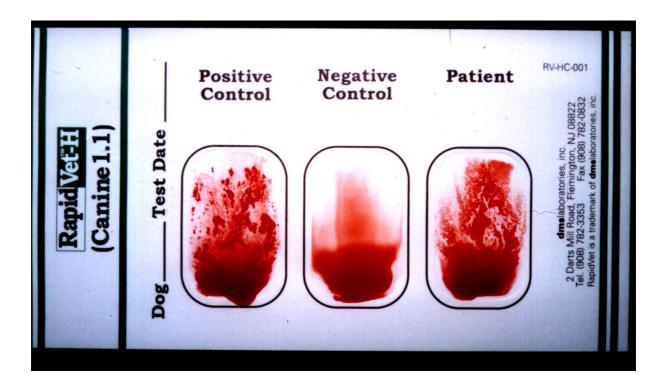


Abbildung 10: Agglutinationsreaktion der Stärke +4 auf dem Patientenfeld, Vergleich mit Positiv- und Negativkontrollen (Testkarte Rapid Vet®H (Canine 1.1) (dms Laboratories, Flemington, New Jersey, USA))

1.7 Kreuzprobe

Bei Hunden, die eine Zweit- oder Mehrfachtransfusion vier oder mehr Tage nach einer Ersttransfusion erhielten, wurde eine Kreuzprobe (GIGER, 1992) durchgeführt. Dafür wurde Blut von Empfänger und möglichen Spendern in EDTA-Röhrchen entnommen oder alternativ Spenderblut aus einem Segment der Erythrozytenkonzentrat-Konserve verwendet. Um Plasma und Erythrozyten zu trennen, wurde das Vollblut 5 Minuten bei 1000g zentrifugiert (Minifuge RF, Heraeus Sepatech). Das Plasma wurde von jeder Probe mit einer Pipette entfernt und in ein sauberes, beschriftetes Glasröhrchen überführt. Die Erythrozyten wurden dreimal mit phosphatgepufferter Kochsalzlösung (PBS) gewaschen. Dafür wurde zu dem Ery-Konzentrat PBS hinzugegeben und mit den Erythrozyten gemischt. Die Röhrchen wurden bei 1000g, 1 Minute lang zentrifugiert (Biofuge pico, Heraeus Instruments), der Überstand abdekantiert und das Ery-Konzentrat wieder mit PBS vermischt. Dieser Vorgang wurde dreimal wiederholt und anschließend das Ery-Konzentrat mit PBS zu einer 3-5%igen Erythrozytenlösung verdünnt. Für jeden Spender wurden 3 Glasröhrchen mit "major", "minor" und "Empfängerkontrolle" beschriftet. In jedes Röhrchen wurden 50 µl Plasma und 25 µl Erythrozytenlösung nach folgendem Schema pipettiert:

Major Empfänger-Plasma + Spender-Erythrozyten
Minor Spender-Plasma + Empfänger-Erythrozyten
Empfänger-Kontrolle Empfänger-Plasma + Empfänger-Erythrozyten

Plasma und Erythrozytenlösung wurden vorsichtig gemischt und bei 37°C 15 Minuten lang inkubiert. Das Erythrozyten-Plasma-Gemisch wurde daraufhin 15 Sek. bei 1000g zentrifugiert (Labofuge A, Heraeus Sepatech) und der Überstand auf Hämolyse hin überprüft. Die zelluläre Phase wurde durch vorsichtiges Tippen gegen das Röhrchen resuspendiert und dabei auf makroskopische Agglutination der Erythrozyten hin untersucht. Der Grad der beobachteten Agglutinationsreaktionen wurde mit +1 bis +4 beurteilt. Konnte eine makroskopische Agglutination nicht festgestellt werden, so wurde eine kleine Menge des Erythrozyten-Plasma-Gemisches auf einen Objektträger gegeben und auf mikroskopische Agglutination hin untersucht. Um eine Autoagglutination beim Empfänger auszuschließen, wurde eine Kontrolle mit Empfänger-Erythrozyten und -Plasma durchgeführt. Lag bei der Empfängerkontrolle eine Autoagglutination vor, konnten anhand der Kreuzprobe keine Aussagen über die Kompatibilität zwischen Spender und Empfänger getroffen werden. Zeigte die Empfänger-Kontrolle eine Hämolyse, wurde deren Intensität mit der in den Teströhrchen verglichen. War die Intensität der Hämolyse im Major-Test größer als in der Kontrolle, so wurde der Test als positiv bezeichnet. Jede Hämolyse oder Agglutination im Major-Test ohne entsprechende Reaktion in der Empfängerkontrolle wurde als Inkompatibilität gewertet und die Kreuzprobe mit Blut eines weiteren Spenders durchgeführt.

Spenderblut, das eine Inkompatibilität im Majortest zeigte, wurde grundsätzlich nicht transfundiert. Bei einer Agglutination oder Hämolyse im Minortest wurde das Blut nur transfundiert, wenn sich kein geeigneterer Spender finden ließ.

1.8 Qualitätskontrolle der Erythrozyten-Konserven

Bei je 20 in CPDA-1 bzw. CPD+Adsol gelagerten Erythrozyten-Konzentraten wurden am Tag der Blutabnahme vor Beginn der Lagerung (Tag 0), am Tag 20 und 37 oder am Tag der Transfusion der Erythrozyten-Konserve in vitro-Tests zur Qualitätskontrolle durchgeführt. Für die Durchführung der Bestimmungen wurde eine Klemme auf das Reststück des Entnahmeschlauches der Blutkonserve aufgesetzt und der Verschluß in Form eines Aluminiumclips abgetrennt. Die Klemme wurde geöffnet und ein Anteil des Ery-Konzentrates in unbeschichtete Zentrifugenröhrchen überführt. Anschließend wurde der Entnahmeschlauch wieder mit einem Aluminiumclip verschlossen. Sollten zu einem späteren Zeitpunkt noch weitere Proben entnommen werden, wurde der Blutbeutel erneut im Kühlschrank bei 4-6°C gelagert. Die Bestimmung von Hkt, Erythrozytenzahl und Hämoglobingehalt wurden aus 1 ml Ery-Konzentrat durchgeführt. Zur Bestimmung des Natrium-, Kalium-, Glukose- und Ammoniak-Gehaltes im Plasma wurden ca. 6 ml Ery-Konzentrat bei 4000g, 10 Minuten zentrifugiert (Minifuge RF, Heraeus Sepatech). Das so gewonnene Plasma wurde zur Messung herangezogen. Zur Bestimmung des ATP- und 2,3-DPG-Gehaltes wurden je 1 ml Ery-Konzentrat in einem unbeschichteten Röhrchen benötigt.

1.8.1 Bestimmung von Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobingehalt

Zur Ermittlung der Parameter Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobingehalt wurde das Analysegerätes *TECHNICON H·IE* der Firma Bayer verwendet. Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip der optischen Zellzählung und Bestimmung der Zellgröße, die Hämoglobinwerte werden durch photometrische Messung bestimmt. MCH, MCHC und MCV werden automatisch berechnet. Bei allen Proben wurde zusätzlich der Hämatokrit mithilfe der Mikrohämatokrit-Methode bestimmt.

1.8.2 Bestimmung des pH-Wertes

Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte mit Hilfe des Gerätes ABL 500, Radiometer Copenhagen.

Der in der Blutprobe ermittelte pH-Wert wurde auf Raumtemperatur korrigiert. Die Messung des pH-Wertes beruht auf der Bestimmung der Spannungsdifferenz zwischen einer pH-Elektrode und einer Referenzelektrode.

1.8.3 Bestimmung des Natrium-, Kalium- und Glukose-Gehaltes im Plasma

Die Ermittlung der Plasma-Natrium-, -Kalium- und -Glukose-Werte erfolgte mit dem Analysegerät *Electrolyte 14+ Analyser* der Firma Nova Biomedical.

Das Gerät arbeitet durch Messung elektrischer Potentiale mit Durchflußelektroden, d. h. aus den gemessenen Spannungen im Vergleich zum konstanten elektrischen Potential einer Referenzelektrode werden die Parameterkonzentrationen errechnet.

1.8.4 Bestimmung des Ammoniak-Gehaltes im Plasma

Die Bestimmung des Plasma-Ammoniak-Gehaltes wurde mit dem Analysegerät *Cobas Mira plus* der Firma Roche durchgeführt. Das Gerät arbeitet mit Hilfe absorptionsphotometrischer Messungen. Die Messung erfolgte in Form einer quantitativen enzymatischen Bestimmung im Plasma bei 340 nm (Sigma Diagnostics, 171-UV).

1.8.5 Bestimmung des ATP-Gehaltes

Methode:

Die Bestimmung erfolgte in Form einer quantitativen, enzymatischen Bestimmung im Blut bei 340 nm (Sigma Diagnostics, 366-UV).

Prinzip:

```
ATP + 3-Phosphoglycerat ADP + 1,3-Diphosphoglycerat 1,3-Diphosphoglycerat + NADH GAPD (5) Glycerinaldehyd-3-Phosphat + NAD+P
```

Die Extinktionsabnahme bei 340 nm entspricht der Konzentration von ATP.

Vorgehensweise:

Probenvorbereitung:

Ein proteinfreier Überstand wurde hergestellt, indem zu dem Ery-Konzentrat 1,0 ml 12%iger Trichloressigsäure pipettiert wurde. Beide Flüssigkeiten wurden gut gemischt und das Röhrchen 5 Minuten lang in ein Eisbad gestellt. Anschließend wurde das Gemisch 5 – 10 Minuten bei 3000 U/min (*Biofuge plus, Heraeus Sepatech*) zentrifugiert. Der Überstand wurde abzentrifugiert und bei -35°C bis zur Probenanalyse gelagert.

⁵ GAPD = Glyceraldehyd-3-Phosphatdehydrogenase (Kaninchenmuskel) 800 U/l

⁴ PGK = 3-Phosphoglycerin-Phosphokinase (Hefe) 450 U/l

Analyse:

In ein NADH-Fläschchen⁶ wurden in folgender Reihe pipettiert:

1,0 ml PGA-gepufferte Lösung⁷

1,5 ml Wasser

0,5 ml Überstand

Das NADH-Fläschchen wurde verschlossen und mehrmals leicht geschwenkt, um das NADH zu lösen. Der Inhalt des Fläschchens wurde in eine Küvette dekantiert und die Extinktion bei 340 nm gegen Wasser als Referenz gemessen (Anfangsextinktion (E1)) (*Eppendorf PCP 6121*). Anschließend wurden 40 µl GAPD/PGK-Enzymmischung in die Küvette pipettiert und die Reagentien gemischt. Die Extinktion dieser Lösung wurde bei 340 nm gegen Wasser als Referenz gemessen (*Eppendorf PCP 6121*), wobei die Messung so lange durchgeführt wurde, bis ein Minimum der Absorption erreicht war, maximal jedoch 10 Minuten (Endextinktion (E2)).

Berechnung:

E = E1 - E2

Blut-ATP (μ mol/dl) = E x 195

ATP in Zellen (μ mol/dl) = $E \times 195^8$

Hkt (%)

Hämoglobin-ATP ((μ mol/g Hb) = $E \times 195^9$ Blut-Hb (g/dl)

⁶ NADH-Dinatriumsalz, 0,3 mg/Flasche

⁷ PGA-gepufferte Lösung enthält 3-Phosphoglycerinsäure 18 mmol/l, Magnesium Ionen und EDTA

⁸ Der Faktor 195 ergibt sich folgendermaßen: $195 = (3.04 \times 100)/(6.22 \times 0.25)$;

^{3,04 =} Flüssigkeitsvolumen in der Küvette

^{100 =} Umrechnung der Konzentration von 1 ml auf dl

^{6,22 =} millimolare Extinktion von NADH bei 340 nm

^{0.25 =} Probenvolumen

⁹ Der Faktor 195 ergibt sich folgendermaßen: $195 = (3.04 \times 100)/(6.22 \times 0.25)$;

^{3,04 =} Flüssigkeitsvolumen in der Küvette

^{100 =} Umrechnung der Konzentration von 1 ml auf dl

^{6,22 =} millimolare Extinktion von NADH bei 340 nm

^{0,25 =} Probenvolumen

1.8.6 Bestimmung des 2,3-DPG-Gehaltes

Methode:

Die Bestimmung erfolgte in Form einer quantitativen, enzymatischen Bestimmung im Blut bei 340 nm (Sigma Diagnostics, 35-UV).

Prinzip:

Die Extinktionsabnahme bei 340 nm entspricht der Konzentration von 2,3-DPG.

Vorgehensweise:

Probenvorbereitung:

Zur Herstellung eines proteinfreien Überstandes wurde 1,0 ml des Ery-Konzentrates und 3,0 ml kalter 8%ige Trichloressigsäure in ein unbeschichtetes Röhrchen pipettiert. Beide Flüssigkeiten wurden gut gemischt und 5 Minuten in einem Eisbad gelagert. Danach wurde das Gemisch 5 –10 Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert (*Biofuge plus, Heraeus Sepatech*), der Überstand abpipettiert und bis zur Durchführung der Messung bei –35°C gefroren gelagert.

Analyse:

In ein NADH-Fläschchen wurden 8,0 ml Triethanolaminpuffer-Lösung pipettiert und die Lösung einige Male geschwenkt. In eine Küvette wurden 2,5 ml der NADH-Lösung, 0,1 ml ATP-Lösung und 0,25 ml des proteinfreien Überstandes pipettiert und durch Schwenken gemischt. Zu dieser Lösung wurden 0,02 ml GAPD/PGK-Enzymmischung¹⁰ und 0,02 ml Phosphoglyceratmutase hinzugefügt. Die Lösungen wurden erneut gemischt und 5 Minuten stehengelassen. Die Extinktion wurde bei 340 nm (*Eppendorf PCP 6121*) gegen Wasser als Referenz abgelesen und die Anfangsextinktion (E1) notiert. Zu der Lösung wurden 0,1 ml Phosphoglycolsäure hinzugefügt und gemischt. Das Gemisch wurde bei Raumtemperatur 30 Minuten stehengelassen. Die Endextinktion (E2) wurde gegen Wasser als Referenz abgelesen (*Eppendorf PCP 6121*).

 $^{^{10}}$ GAPD/PGK-Enzymmischung: Glyceraldehyd-3-Phosphatdehydrogenase (Kaninchenmuskel) 800 U/l / 3-Phosphoglycerin-Phosphokinase (Hefe) 450 U/l

Berechnung:

E = E1 – E2
E korrigiert = E – 0,030
1

Blut-2,3-DPG (μmol/ml) = E korrigiert x 7,7 2
2,3-DPG in Zellen (μmol/ml): Blut 2,3-DPG (μmol/ml) x 100
Hämatokrit (%)
Hämoglobin 2,3-DPG (μmol/g): Blut 2,3-DPG (μmol/ml) x 100
Hämoglobin (g/l)

1.9 Bakteriologische Untersuchung

Von 122 Erythrozyten-Konzentrat-Konserven wurde zum Zeitpunkt der Applikation oder nach Ablauf der Lagerungsfrist ein Teil des Erythrozyten-Konzentrates in ein steriles Entnahmeröhrchen abgelassen. Das Erythrozyten-Konzentrat wurde im Institut für Bakteriologie der FU Berlin mikrobiologisch untersucht. Dazu wurde ein Teil des Erythrozyten-Konzentrates auf je einem Blut- und Gassnernährboden ausgestrichen und bei 37°C bebrütet. Ein Anteil jeder Probe wurde zunächst in einer Nährbouillon kultiviert und in solchen Fällen, in denen initial kein Wachstum nachweisbar war, nach ein- bzw. zweitägiger Inkubation erneut auf Blut- und Gassnerplatten ausgestrichen und bebrütet.

1.10 Überwachung der Bluttransfusionen

Die Transfusionen wurden mit Hilfe des in Abb. 15 gezeigten Transfusionsprotokolls überwacht. Während der Transfusionen wurde in 15-minütigen Abständen Puls-, Atemfrequenz, Temperatur, Schleimhautfarbe und kapilläre Rückfüllungszeit kontrolliert. Bei anämischen Patienten wurde der Hkt-Wert, bei thrombozytopenischen Patienten die Thrombozytenzahl vor sowie ca. 12 h nach der Transfusion bestimmt. Wurde FGP an Patienten mit Gerinnungsstörungen transfundiert, so wurde vor und mehrfach nach der Transfusion die partielle Thromboplastinzeit (PT) und die Thromboplastinzeit (TPZ) überprüft. Bei hypoalbuminämischen Patienten wurde vor und nach einer Transfusion von FGP Albumin- und Gesamtproteingehalt im Plasma des Empfängers gemessen.

Anhand des in Abb. 11 gezeigten Protokolls wurden akut und verzögert auftretende Transfusionsreaktionen sowie deren Behandlung notiert.

¹ 0,030 : Volumenkorrekturfaktor; ergibt sich aus der Zugabe von Phosphoglycerolsäure; empirisch ermittelt

² Der Faktor 7,7 ergibt sich folgendermaßen: $7,7 = 2,99 / (6,22 \times 0,0625)$;

^{2,99 =} Volumen (ml) der Reaktionsmischung

^{6,22} = Extinktion der NADH-Lösung mit 1 μ mol NADH/ml bei 340 nm

^{0,0625 =} Volumen (ml) der Probe in der Reaktionsmischung

	<u>en</u>						
Besitzer:			Alte				
Rasse:			Tage	buch-Nr.:			
Rufname: Geschlecht:			Rö Bl ut	Nr.: gruppe:			
Gesemeent.			Diu	ді пррс.			
Datum der Transfusion Uhrzeit:	n:						
Betreuender Tierarzt:							
Transfusionsgrund: (Diagnose, Befunde)							
Bisherige Transfusion	en: Ja 0						Nein 0
Datum	Menge	?	Blutkom	ponente			
benötigte Blutkompo Menge:	onente(n):						
Blutgruppe:							
Kreuzprobe:	Spender 1		Spender 2				
Major							
Minor							
	er:						
Minor <u>Verwendeter Spende</u> applizierte Menge u		/-komponente	en:				
Verwendeter Spende				end der Transfusion	n		
Verwendeter Spende applizierte Menge u				end der Transfusion	n Hkt	Schleimhaut-	kapilläre
Verwendeter Spende applizierte Menge u vor der Transfu-	nd Art von Blut	Übe	erwachung währ			Schleimhaut- farbe	kapilläre Füllungszeit
Verwendeter Spende applizierte Menge u	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
Verwendeter Spende applizierte Menge un vor der Transfusion	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
Verwendeter Spende applizierte Menge un vor der Transfu- sion Beginn der Transfusio	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
Verwendeter Spende applizierte Menge un vor der Transfusion Beginn der Transfusio	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion Beginn der Transfusion 15 min 30 min 45 min	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion 15 min 1 Stunde Ende der Transfusion:	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
Verwendeter Spende applizierte Menge un vor der Transfusion Beginn der Transfusion 15 min 30 min	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion 15 min 30 min 1 Stunde Ende der Transfusion: I h nach der	Temperatur	Übe	erwachung währ				kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion Beginn der Transfusion 15 min 1 Stunde Ende der Transfusion: 1 h nach der Transfusion Transfusionsreaktion	Temperatur	Übe	erwachung währ	Plasmaprotein ————————————————————————————————————	Hkt		kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion Beginn der Transfusion 15 min 30 min 45 min 1 Stunde Ende der Transfusion: 1 h nach der Transfusion Transfusionsreaktion 0 Unruhe	Temperatur	Übe	erwachung währ	Plasmaprotein O Hämoglobinämie o Hämoglobinurie	Hkt		kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion Beginn der Transfusion 15 min 30 min 45 min 1 Stunde Ende der Transfusion: 1 h nach der Transfusion Transfusionsreaktion o Unruhe o Tachypnoe o Tachypnoe	Temperatur	Übe	erwachung währ	Plasmaprotein O Hämoglobinämie o Hämoglobinurie o Dyspnoe	Hkt		kapilläre Füllungszeit
vor der Transfusion Beginn der Transfusion 15 min 30 min 45 min 1 Stunde Ende der Transfusion: 1 h nach der Transfusion Transfusionsreaktion 0 Unruhe	Temperatur	Übe	erwachung währ	Plasmaprotein O Hämoglobinämie o Hämoglobinurie	Hkt		kapilläre Füllungszeit

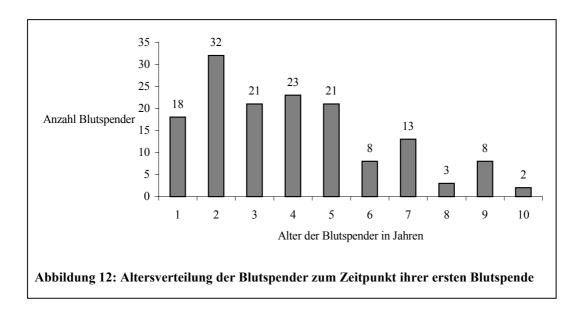
2 Ergebnisse

2.1 Blutspender

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 2 Jahren spendeten 149 Hunde Blut. Unter diesen Spendern befanden sich Hunde von Studenten des Fachbereichs Veterinärmedizin (38 Hunde), Klinikangestellten (23), Besitzern, die den Spendenaufrufen in den Medien gefolgt waren (60), Diensthunde des Bundesgrenzschutzes und der Polizei (14) sowie gesunde Patienten der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin, die zu Routineuntersuchungen in der Klinik vorgestellt wurden (14).

Von den 149 Blutspendern waren 80 Hunde weiblich, 6 Hunde weiblich-kastriert, 54 Hunde männlich und 9 Hunde männlich-kastriert.

Die Blutspender waren zwischen 1 und 10 Jahren alt. Die Altersverteilung der Hunde zum Zeitpunkt ihrer ersten Blutspende ist in Abb. 12 dargestellt. 77,2% der Spender waren zwischen 1 und 5 Jahren alt, 22,8% älter als 5 Jahre.

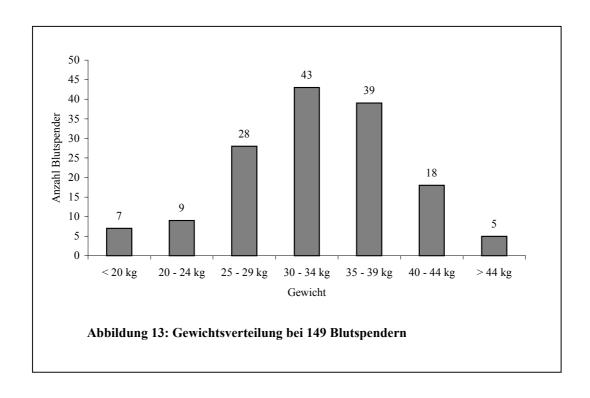


Der überwiegende Teil der Blutspender bestand aus Hunden großwüchsiger Rassen. Dabei waren 39 Hunde (26,2%) Mischlinge. Einen großen Anteil an der Gesamtpopulation der Blutspender hatten Schäferhunde (29 Hunde (19,5%)) und Golden Retriever (18 Hunde (12,1%)). Die übrigen 63 Blutspender waren Hunde unterschiedlicher Rassen. Die Rasseverteilung der zur Blutspende vorgestellten Hunde geht aus Tab. 23 hervor. Abb. 13 verdeutlicht die Gewichtsverteilung bei 149 Blutspendern.

Tabelle 23: Rasseverteilung bei 149 Blutspendern

Rasse	Anzahl Hunde
American Staffordshire Terrier	3 (2,0%)
Barsoi	2 (1,3%)
Bearded Collie	1 (0,7%)
Beauceron	1 (0,7%)
Berner Sennenhund	2 (1,3%)
Bouvier de Flandres	1 (0,7%)
Boxer	2 (1,3%)
Briard	4 (2,7%)
Cocker	6 (4,0%)
Collie	2 (1,3%)
Dalmatiner	1 (0,7%)
Dobermann	4 (2,7%)
Dogo Argentino	1 (0,7%)
Deutsch Drahthaar	1 (0,7%)
Englischer Setter	5 (3,4%)
Flat Coated Retriever	1 (0,7%)

Rasse	Anzahl Hunde
Golden Retriever	18 (12,1%)
Hovawart	4 (2,7%)
Labrador	2 (1,3%)
Leonberger	1 (0,7%)
Malinois	1 (0,7%)
Mastino	1 (0,7%)
Neufundländer	1 (0,7%)
PON	1 (0,7%)
Rhodesian Ridgeback	3 (2,0%)
Riesenschnauzer	1 (0,7%)
Rottweiler	7 (4,7%)
Schäferhund	29 (19,5%)
Schnauzer	1 (0,7%)
Sloughi	1 (0,7%)
Weimaraner	2 (1,3%)
Mischlinge	39 (26,2%)

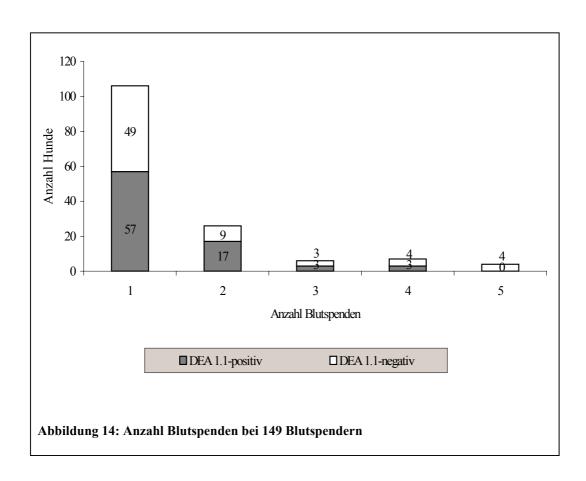


2.2 Blutspenden

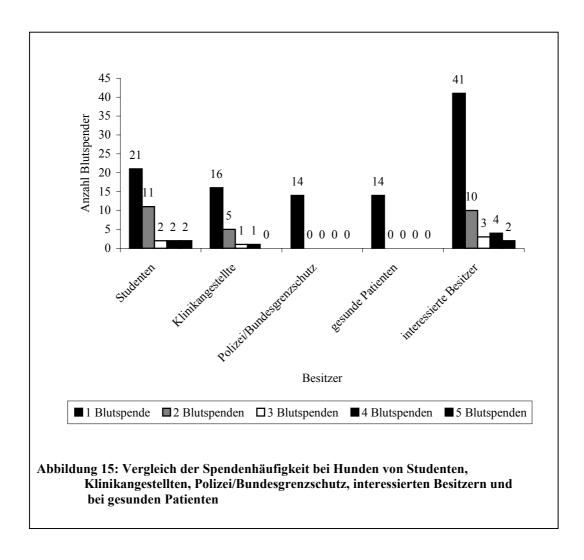
Während des Untersuchungszeitraumes wurden 224 Blutspenden von 149 Blutspendern abgenommen. Von diesen Hunden spendeten 106 Tiere (71,2%) einmal, 26 Hunde (17,4%) zweimal, 6 Hunde (4,0%) dreimal, 7 Hunde (4,7%) viermal und 4 Hunde (2,7%) fünfmal (Abb.14).

Von 80 DEA 1.1-positiven Hunden wurden 112 Blutspenden abgenommen. Von diesen Hunden spendeten 57 (71,3%) einmal, 23 Hunde (28,7%) kamen mehr als einmal zur Blutspende: Unter diesen Hunden spendeten 17 Hunde (21,3%) zweimal, 3 Hunde (3,7%) dreimal und 3 Hunde (3,7%) viermal.

69 DEA 1.1-negative Blutspender spendeten insgesamt 112 mal. 49 Hunde (71,0%) spendeten einmal, 9 Hunde (13,0%) zweimal, 3 Hunde (4,4%) dreimal, 4 Hunde (5,8%) viermal und ebenfalls 4 Hunde (5,8%) fünfmal.



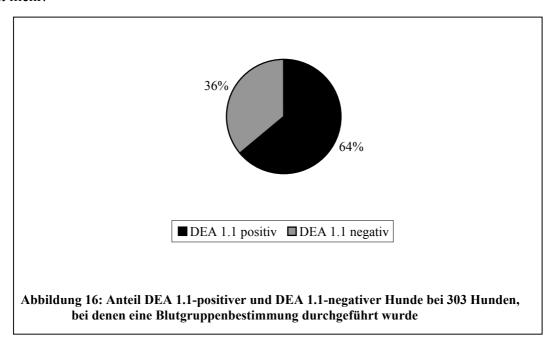
Hunde von Studenten, Klinikangehörigen, Polizei bzw. Bundesgrenzschutz, interessierten Besitzern, die aufgrund der Öffentlichkeitsarbeit auf die Blutbank aufmerksam gemacht wurden sowie gesunde Patienten, die zu Routineuntersuchungen vorgestellt worden waren, spendeten unterschiedlich häufig (Abb. 15). Sowohl die Polizei- und Bundesgrenzschutzhunde als auch die gesunden Patienten spendeten alle nur ein einziges Mal. Dagegen wurden aus der Gruppe der Hunde von Studenten und interessierten Besitzern Blutspender bis zu fünfmal vorgestellt.

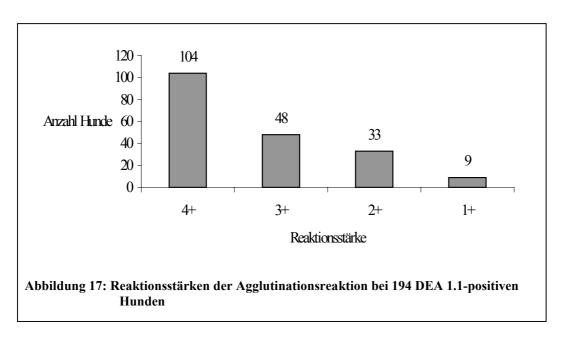


2.3 Blutgruppenbestimmung

Bei insgesamt 303 Hunden wurde die Blutgruppe DEA 1.1 mit Hilfe der Testkarte *Rapid Vet®H (Canine 1.1) (dms Laboratories, Flemington, New Jersey, USA)* bestimmt. 194 Hunde (64,0%) wurden als DEA 1.1-positiv, 109 Hunde (36,0%) als DEA 1.1-negativ beurteilt (Abb. 16).

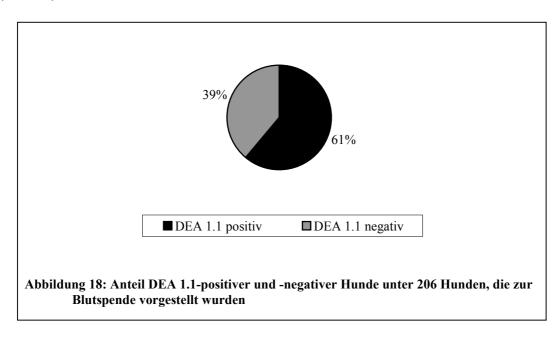
Bei allen als DEA 1.1-positiv beurteilten Hunden wurde die Reaktionsstärke der Agglutinationsreaktion festgehalten. Die Reaktionsstärken bei diesen Hunden reichten von +1 bis +4. Dabei zeigten 104 Hunde (53,7%) eine Agglutinationsreaktion der Stärke +4, 48 Hunde (24,7%) eine Reaktion der Stärke +3, bei 33 Hunden (17,0%) betrug die Reaktionsstärke +2, bei 9 Hunden (4,6%) +1 (Abb. 17). Die Agglutinationsreaktion war in allen Fällen nach 15 bis 30 Sekunden deutlich ausgeprägt und verstärkte sich im Verlauf der folgenden 90 Sekunden nicht mehr.

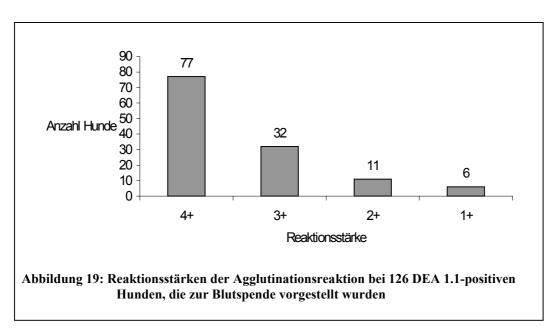




Blutgruppenbestimmung bei 206 Hunden, die zur Blutspende vorgestellt wurden

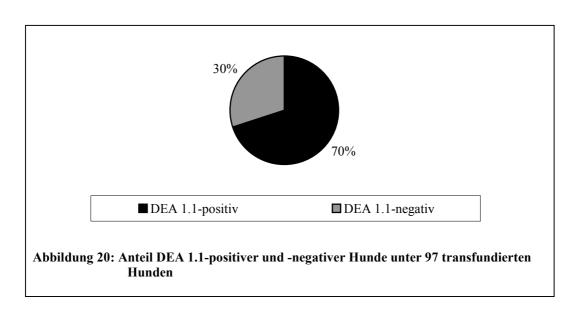
Unter den 303 Hunden, bei denen die Blutgruppe mit Hilfe der Testkartenmethode bestimmt wurde befanden sich 206 Hunde, die zur Blutspende vorgestellt wurden. Von diesen 206 Hunden spendeten jedoch nur 149 Hunde tatsächlich Blut. 126 Hunde (61,2%) waren DEA 1.1-positiv, 80 Hunde (38,8%) DEA 1.1-negativ (Abb.18). Bei allen DEA 1.1-positiven Hunden wurde die Reaktionsstärke der Agglutinationsreaktion notiert. 77 (61,1%) zeigten eine Reaktion der Stärke +4, 32 Hunde (25,4%) +3, 11 Hunde (8,7%) +2 und 6 Hunde (4,8%) +1 (Abb.19).



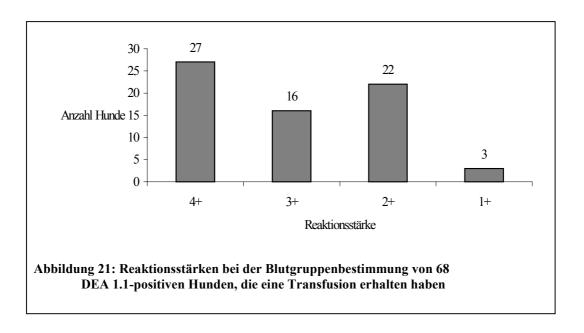


Bestimmung der Blutgruppe DEA 1.1 bei 97 transfundierten Hunden

Bei 97 der 103 Hunde, die Transfusionen von Erythrozyten-Produkten erhielten, wurde eine Bestimmung der Blutgruppe DEA 1.1 durchgeführt. Von diesen Patienten waren 68 Hunde (70,1%) DEA 1.1-positiv, 29 Hunde (29,9%) DEA 1.1-negativ (Abb.20). 6 Patienten erhielten Vollblut- oder Ery-Konzentrat-Transfusionen ohne vorherige Blutgruppenbestimmung. In allen diesen Fällen wurde DEA 1.1-negatives Blut transfundiert.



Bei allen DEA 1.1-positiven Hunden wurde die Reaktionsstärke der Agglutinationsreaktion bestimmt. Das Blut von 27 Hunden (39,7%) wies eine Agglutination der Stärke +4 auf, bei 16 Hunden (23,5%) lag eine Reaktion der Stärke +3, bei 22 Hunden (32,4%) der Stärke +2 und bei 3 Hunden (4,4%) der Stärke +1 vor (Abb.21).



Bestimmung der Blutgruppe DEA 1.1 bei hochgradig anämischen Hunden

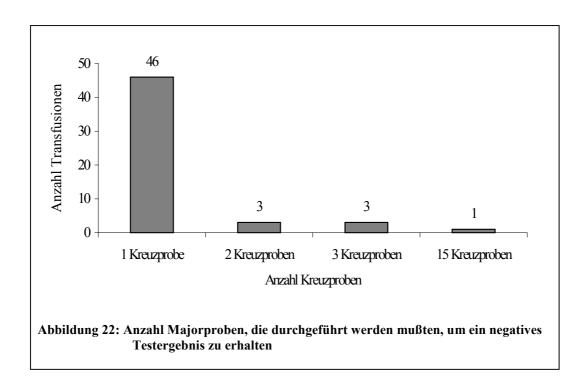
36 der untersuchten Hunde waren hochgradig anämisch (Hkt <15%). 23 (63,9%) dieser anämischen Hunde waren DEA 1.1-positiv, 13 (36,1%) waren DEA 1.1-negativ. Nach Zentrifugation der zu untersuchenden Blutprobe und Abpipettieren eines Teiles des Plasmas waren die Agglutinationsreaktionen auf der Testkarte in allen Fällen deutlicher ausgeprägt und eindeutig ablesbar.

Blutgruppenbestimmung bei Hunden mit Spontanagglutination der Erythrozyten

20 Tiere zeigten Spontanagglutination auf dem Objektträger, die allerdings in allen Fällen nach dreimaligem Waschen der Erythrozyten mit physiologischer Kochsalzlösung nicht persistierte, so daß eine Blutgruppenbestimmung möglich war. 12 der Hunde mit Spontanagglutination (60,0%) waren DEA 1.1-positiv, 8 Hunde (40,0%) DEA 1.1-negativ.

2.4 Kreuzprobe

Insgesamt 53 Kreuzproben wurden vor Zweit- oder Mehrfachtransfusionen durchgeführt. In 46 Fällen mußte nur eine einzige Kreuzprobe durchgeführt werden, um einen kompatiblen Spender zu finden. Vor 7 Transfusionen fiel die erste durchgeführte Major-Kreuzprobe positiv aus. In diesen Fällen mußten 1 bis 14 zusätzliche Spender getestet werden, um ein negatives Testergebnis in der Major-Probe zu erzielen. In 3 Fällen wurde 1 weiterer, in 3 Fällen 2 weitere und in einem Fall 14 weitere Spender getestet, um eine kompatible Erythrozyten-Konserve zu finden (Abb.22).



Von insgesamt 23 Kreuzproben, bei denen die Majorprobe positiv ausfiel, lag in 16 Fällen eine Agglutination der Stärke +3, in 6 Fällen +2 und in einem Fall +1vor. Bei keiner der inkompatiblen Majorproben wurde eine Hämolyse festgestellt.

Bei 2 Transfusionen zeigte sich in der Minorprobe eine Agglutination der Stärke +2. In beiden Fällen wurde keine weitere Kreuzprobe durchgeführt und die initial getestete Konserve transfundiert.

2.5 Qualitätskontrolle

2.5.1 Hämatokrit

Vor Lagerungsbeginn lag der Hkt der 20 untersuchten, in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentrate zwischen 63,1 und 95,8% (arithmet. Mittel: 72,7%). 19 der 20 untersuchten Proben (95%) wiesen zu Lagerungsbeginn einen Hkt von weniger als 80% auf. Der Hkt der Proben aus Ery-Konzentraten in CPD+Adsol lag vor Beginn der Lagerung zwischen 52,2 und 79,6% (arithmet. Mittel: 62,1%). 19 der 20 Ery-Konzentrate (95%) wiesen einen Hkt zwischen 50 und 70% auf.

Bei 15 der 20 untersuchten Proben aus Ery-Konzentraten in CPDA-1 konnte im Verlauf der Lagerung ein Hkt-Anstieg festgestellt werden. Der Hkt stieg dabei auf Werte von maximal 89,2%. Bei den untersuchten Proben konnten Hkt-Anstiege um Werte zwischen 0,7 und 18% festgestellt werden. Bei 5 Proben erfolgte ein Hkt-Abfall auf minimal 61,9% während der Lagerung. Dabei wurden Differenzen der Hkt-Werte zwischen 0,9 und 13,9% ermittelt. Bei den Proben aus CPD+Adsol antikoaguliertem Ery-Konzentrat konnte in 15 Fällen ein Hkt-Abfall im Verlauf der Lagerung auf minimal 47,5%, in 5 Fällen ein –Anstieg auf maximal 89,3% notiert werden. Es konnten Hkt-Anstiege zwischen 0,1 und 9,7% sowie –Abfälle um 0,1 bis 19,7% festgestellt werden. Ein einheitlicher Zusammenhang zwischen der Dauer der Lagerung und einem Hkt-Abfall bzw. –Anstieg und dessen Höhe konnte nicht festgestellt werden. Parallel zu diesen Bestimmungen wurde der Hkt mit Hilfe der Mikro-Hkt-Methode bestimmt. In allen Fällen veränderte sich der Mikro-Hkt im Verlauf der Lagerung gleichsinnig zu den mit Hilfe des Technicon H1 bestimmten Hkt-Werten.

Die mit Hilfe des Technicon H1 ermittelten Hkt-Werte zu verschiedenen Zeiten der Lagerung können aus Tabelle 1a) und b), Anhang 1 entnommen werden.

2.5.2 Erythrozytenzahl

Die Erythrozytenzahlen von in CPDA-1 und CPD+Adsol gelagerten Ery-Konzentraten zu verschiedenen Zeitpunkten während der Lagerung können aus Tabelle 2a) und b), Anhang 1 entnommen werden.

Bei Proben aus CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentraten, lagen die Erythrozytenzahlen zu Beginn der Lagerung zwischen 7,4 x $10^6/\mu l$ und 13,0 x $10^6/\mu l$ (arithmet. Mittel: 10,5 x $10^6/\mu l$). 16 der 20 untersuchten Proben (80%) wiesen Erythrozytenzahlen zwischen 9,0 und 12,0 x $10^6/\mu l$ (arithmet. Mittel: 9,0 x $10^6/\mu l$) auf. Bei in CPD+Adsol gelagerten Erythrozyten-Konserven lagen die initialen Erythrozytenzahlen zwischen 7,0 x $10^6/\mu l$ und 12,0 x $10^6/\mu l$. Bei 10 der 20 Proben lagen die Erythrozytenzahlen zwischen 9,0 und 12,0 x $10^6/\mu l$, die übrigen Proben wiesen Erythrozytenzahlen unter 9,0 x $10^6/\mu l$ auf.

Die Erythrozytenzahlen bei Proben aus Ery-Konzentraten in CPDA-1 verhielten sich im Verlauf der Lagerung uneinheitlich. Bei 3 der untersuchten Proben (15%) konnte keine Veränderung der Erythrozytenzahl beobachtet werden. 17 Proben (85%) wiesen einen Abfall der Erythrozytenzahl um Werte zwischen 0,1 und 2,2 x 10⁶/µl auf.

Bei den in CPD+Adsol gelagerten Erythrozyten-Konserven konnte bei allen untersuchten Proben ein Abfall der Erythrozytenzahlen um Werte zwischen 0,1 und 3,1 x $10^6/\mu l$ festgestellt werden.

2.5.3 Hämoglobin-Gehalt

Der Hb-Gehalt der in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentrate lag zu Beginn der Lagerungsperiode zwischen 18,4 und 28,7 g/dl (arithmet. Mittel: 21,3 g/dl). 10 (50%) der Proben hatten Hb-Werte zwischen 23,0 und 27,0 g/dl. 4 Proben (20%) wiesen Hb-Werte über 27,0 g/dl, 6 Proben (30%) solche unter 23,0 g/dl auf. Bei den Ery-Konzentraten mit CPD+Adsol als Stabilisatorlösung lagen die Hb-Werte vor der Lagerung zwischen 17,2 und 28,0 g/dl (arithmet. Mittel: 21,3 g/dl). 3 (15%) der Proben wiesen Hb-Werte zwischen 23,0 und 27,0 g/dl auf. Bei einer Probe (5%) lag der Hb-Wert über 27,0 g/dl, 16 Proben (80%) wiesen Werte unter 23,0 g/dl auf.

Während der Lagerungsperiode stieg der Hb bei 12 (60%) der Ery-Konzentrate in CPDA-1 um Werte zwischen 0,2 und 7,5 g/dl. Bei 6 Konserven (40%) war ein Abfall des Hb-Gehaltes um Werte zwischen 0,1 und 6,2 g/dl festzustellen.

Bei 2 (10%) der in CPD+Adsol gelagerten Ery-Konzentrate wurde keine Änderung des Hb-Gehaltes notiert. In 10 Fällen (50%) war ein Abfall um Werte zwischen 0,1 und 2,3 g/dl, in 8 Fällen (40%) ein Anstieg des Hb-Gehaltes um Werte zwischen 0,1 und 5,0 g/dl festzustellen (Tab. 3a und 3b, Anhang 1).

2.5.4 Mean Corpuscular Volume (MCV)

Das MCV CPDA-1 antikoagulierter Ery-Konzentrate lag am Tag der Abnahme zwischen 65,3 und 85,3 fl (arithmet. Mittel: 70,7 fl). Bei CPD+Adsol als Stabilisator lagen die MCV-Werte zu Beginn der Lagerung zwischen 65,5 und 95,5 fl (arithmet. Mittel: 70,5 fl).

Während der Lagerungsperiode stieg das MCV bei 19 der CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentrate um Werte zwischen 0,1 und 17,3 fl und fiel in einem Fall um 1,0 fl. Bei 12 der in CPD+Adsol gelagerten Ery-Konzentrate stieg das MCV um 1,2 bis 18,3 fl und fiel in 8 Fällen um Werte zwischen 1,0 und 8,9 fl (Tab. 4a und 4b, Anhang 1).

2.5.5. Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)

Das MCH der in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentrate lag zu Beginn der Lagerung zwischen 22,3 und 25,5 pg (arithmet. Mittel: 24,0 pg), bei Lagerung in CPD+Adsol zwischen 22,7 und 30,1 pg (arithmet. Mittel: 24,5 pg).

Während der Lagerungsperiode stieg das MCH bei 13 der in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentrate um Werte zwischen 0,3 und 5,9 pg, bei 2 Proben blieb es gleich. Bei 5 der Konserven fiel das MCH um Werte zwischen 0,2 und 0,6 pg. In Ery-Konzentraten mit CPD+Adsol als Antikoagulans fiel das MCH in 2 Proben um 0,2 bzw. 0,7 pg und stieg in 16 Fällen um Werte zwischen 0,1 bis 11,3 pg. In 2 Proben blieb das MCH gleich (Tab. 5a und 5b, Anhang1).

2.5.6 Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)

Das MCHC der in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentrate lag zu Beginn der Lagerung bei Werten zwischen 28,3 und 36,4 g/dl (arithmet. Mittel: 34,1 g/dl). Es fiel im Verlauf der Lagerung bei 12 Proben um 0,5 bis 4,7 g/dl, stieg bei 7 Proben um Werte zwischen 0,3 und 4,2 g/dl und blieb bei einer Probe gleich.

Bei den in CPD+Adsol gelagerten Erythrozyten lag das MCHC bei Lagerungsbeginn zwischen 25,7 und 37,2 g/dl (arithmet. Mittel: 34,4 g/dl). Es fiel bei 6 Ery-Konzentraten um Werte zwischen 0,2 und 2,7 g/dl und stieg in 14 Fällen um 1,3 bis 14,0 g/dl (Tab. 6a und 6b, Anhang 1).

2.5.7 pH-Wert

Der pH-Wert der in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentrate lag zu Beginn der Lagerung zwischen 6,91 und 7,17 (arithmet. Mittel: 7,06). Bei allen untersuchten Proben war ein Abfall des pH bis auf Werte von 6,54 am Tag 20 bzw. 6,41 am Tag 37 festzustellen.

Bei Ery-Konzentraten in CPD+Adsol lagen die initial ermittelten Werte zwischen 6,74 und 7,19 (arithmet. Mittel: 7,05). Im Verlauf der Lagerung der Ery-Konzentrate war ein Abfall des pH-Wertes bis auf Werte von 5,91 am Tag 37 festzustellen. Der pH-Abfall war bei kürzer gelagerten Konserven geringer als in länger gelagerten Ery-Konzentraten. Die pH-Werte fielen um Werte zwischen 0,14 und 0,66 bei CPDA-1 bzw. 0,08 und 1,19 bei CPD+Adsol ab. Die im Verlauf der Lagerung zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelten pH-Werte sind aus Tabelle 7a und b, Anhang 1 zu entnehmen.

2.5.8 Plasma-Natrium-Gehalt

Der Plasma-Natrium-Gehalt der untersuchten Proben lag am Tag der Abnahme bei CPDA-1 antikoaguliertem Ery-Konzentrat zwischen 130 und 166 mmol/l (arithmet. Mittel: 151 mmol/l), bei Lagerung in CPD+Adsol zwischen 127 und 157 mmol/l (arithmet. Mittel: 136 mmol/l).

Während der Lagerungsdauer stieg bei 19 der 20 untersuchten Proben (95%) aus Ery-Konzentrat in CPDA-1 der Plasma-Natrium-Gehalt an. Bei einem nur einen Tag gelagerten Ery-Konzentrat wurde kein Anstieg des Natrium-Gehaltes verzeichnet. Nach 37-tägiger Lagerung stieg der Natrium-Gehalt bis auf Werte von 199 mmol/l an (Tabelle 8a, Anhang 1). Bei allen in CPD+Adsol gelagerten Proben konnte ein Anstieg der Plasma-Natrium-Konzentration festgestellt werden. Nach 37-tägiger Lagerung wurden Höchstwerte von 176 mmol/l ermittelt (Tabelle 8b, Anhang 1).

Der Plasma-Natrium-Gehalt in CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentraten lag sowohl vor Beginn als auch während der Lagerung über dem von CPD+Adsol antikoaguliertem Blut. Der Anstieg war um so stärker ausgeprägt, je länger die Ery-Konzentrate gelagert waren und variierte von 0 bis 68 mmol/l bei CPDA-1 und 2 bis 35 mmol/l bei CPD+Adsol.

2.5.9 Plasma-Kalium-Gehalt

Die Plasma-Kalium-Konzentrationen der Ery-Konzentrate in CPDA-1 lagen vor Beginn der Lagerung zwischen 2,5 und 5,3 mmol/l (arithmet. Mittel: 3,5 mmol/l). Bei allen untersuchten Proben konnte ein deutlicher Anstieg der Plasma-Kalium-Konzentration im Verlauf der Lagerung festgestellt werden. Nach 20-tägiger Lagerung wurden Werte von bis zu 9,7 mmol/l, bei 37-tägiger Lagerung bis zu 9,9 mmol/l erreicht (Tabelle 9a, Anhang 1).

Der Plasma-Kalium-Gehalt der Ery-Konzentrate in CPD+Adsol lag am Tag 0 zwischen 0,9 und 4,1 mmol/l (arithmet. Mittel: 1,5 mmol/l). Bei allen Ery-Konzentraten in CPD+Adsol konnte ein Anstieg der Plasma-Kalium-Konzentration bis auf Werte von 8,4 mmol/l am Tag 37 ermittelt werden. Sowohl die Werte vor Beginn der Lagerung als auch während der Lagerung lagen niedriger als die aus CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentraten (Tabelle 9b, Anhang 1). Der Kalium-Anstieg war um so stärker, je länger die Ery-Konzentrate gelagert waren. Er betrug bei Lagerung in CPDA-1 zwischen 1,9 und 6,3 mmol/l, bei Lagerung in CPD+Adsol zwischen 1,5 und 6,3 mmol/l.

2.5.10 Plasma-Glukose-Gehalt

Die Plasma-Glukose-Konzentration vor Beginn der Lagerung lag bei den CPDA-1 antikoagulierten Proben zwischen 154 und 671 mg/dl (arithmet. Mittel: 502 mg/dl), bei den CPD+Adsol antikoagulierten Proben zwischen 1000 und 1563 mg/dl (arithmet. Mittel: 1326 mg/dl).

Bei allen untersuchten Ery-Konzentraten konnte im Verlauf der Lagerung ein Abfall der Glukose-Konzentration beobachtet werden. Bei den in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentraten wurden dabei Endkonzentrationen zwischen 10 und 31 mg/dl am Tag 20 sowie von 0 mg/dl bei allen 37 Tage gelagerten Konzentraten festgestellt werden. Bei den in CPD+Adsol gelagerten Ery-Konzentraten wurden Endwerte zwischen 311 und 783 mg/dl nach 37-tägiger Lagerung erreicht. Glukose-Spiegel in CPDA-1 antikoaguliertem Blut fielen um Werte zwischen 97 und 671 mg/dl, bei CPD+Adsol zwischen 86 und 1057 mg/dl.

Zu allen Zeitpunkten der Lagerung lagen die Glukose-Werte in CPD+Adsol antikoaguliertem Blut höher als in CPDA-1 antikoaguliertem Blut (Tabelle 10a und b, Anhang1).

2.5.11 Plasma-Ammoniak-Gehalt

Plasma-Ammoniak-Werte vor Beginn der Lagerung lagen bei CPDA-1 antikoaguliertem Blut zwischen 10 und 171 μ g/dl (arithmet. Mittel: 88 μ g/dl), bei CPD+Adsol zwischen 21 und 159 μ g/dl (arithmet. Mittel: 76 μ g/dl).

Bei den in CPDA-1 gelagerten Ery-Konzentraten wurden bei allen drei über 37 Tage gelagerten Konserven sowie bei einer 20 Tage alten Konserve Plasma-Ammoniak-Werte von 1500 µg/dl erreicht.

Bei jeweils einer 27 bzw. 37 Tage alten Ery-Konzentrat-Konserve wurden Werte von 1500 μ g/dl erreicht. Bei den übrigen 7 Ery-Konzentraten, die 37 Tage lang gelagert wurden, konnten Werte zwischen 930 und 1389 μ g/dl gemessen werden.

Plasma-Ammoniak-Werte im Verlauf der Lagerung waren zu allen Meßzeitpunkten bei dem in CPDA-1 gelagerten Blut höher als bei CPD+Adsol antikoaguliertem Ery-Konzentrat (Tabelle 11a und b, Anhang1). Sie stiegen bei CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentraten um Werte zwischen 134 und 1464 μg/dl, bei CPD+Adsol zwischen 114 und 1429 μg/dl.

2.5.12 Blut- bzw. Hämoglobin-ATP-Konzentration

Sowohl die Blut-ATP-Konzentrationen als auch die daraus errechneten Hb-ATP-Konzentrationen von CPDA-1 und CPD+Adsol antikoaguliertem Blut können aus Tabelle 12a und b bzw. Tabelle 13a und b, Anhang 1 entnommen werden.

Die Hb-ATP-Konzentrationen von CPDA-1 antikoaguliertem Ery-Konzentrat vor Beginn der Lagerung lagen zwischen 1,36 und 1,98 μ mol/g Hb (arithmet. Mittel: 1,75 μ mol/g Hb). Bei allen untersuchten Proben konnte ein Abfall der Hb-ATP-Konzentration auf bis zu 0,95 μ mol/g Hb am Tag 20 und 0,84 μ mol/g Hb am 37. Tag beobachtet werden.

Bei den in CPD+Adsol gelagerten Ery-Konzentraten lagen die initialen Hb-ATP-Konzentrationen zwischen 1,68 und 1,85 μ mol/g Hb (arithmet. Mittel: 1,77 μ mol/g Hb). Bei allen untersuchten Proben war ein Abfall der Hb-ATP-Konzentration im Verlauf der Lagerung festzustellen. Die Hb-ATP-Konzentration fiel bei CPD+Adsol als Antikoagulans bis auf Werte zwischen 0,97 und 1,21 μ mol/g Hb am 37. Lagerungstag.

Die Hb-ATP-Werte der Ery-Konzentrate in CPD+Adsol lagen im Verlauf der Lagerung über denen der CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentrate. In CPDA-1 antikoagulierten Ery-Konzentraten fielen die Plasma-ATP-Konzentrationen um Werte zwischen 0,01 und 1,04 μ mol/g Hb, bei CPD+Adsol um 0 bis 0,73 μ mol/g Hb ab.

2.5.13 Blut- bzw. Hämoglobin-2,3 DPG-Konzentration

Die Blut-2,3 DPG-Konzentrationen sowie die Hb-2,3 DPG-Konzentrationen von CPDA-1 und CPD+Adsol antikoaguliertem Ery-Konzentrat sind in Tabelle 14a und b sowie 15a und b, Anhang 1 aufgeführt.

Die Hb-2,3 DPG-Konzentrationen vor Beginn der Lagerung lagen bei Ery-Konzentrat in CPDA-1 zwischen 15,2 und 18,6 μmol/g Hb (arithmet. Mittel: 16,9 μmol/g Hb). Im Verlauf

der Lagerung konnte ein Abfall der Hb-2,3 DPG-Konzentration bis auf 7,1 µmol/g Hb am 20. Tag und 4,6 µmol/g Hb am 37. Lagerungstag festgestellt werden. Die 2,3-DPG-Konzentrationen sanken dabei um Werte zwischen 0,4 und 13,8 µmol/g Hb.

In CPD+Adsol antikoaguliertem Blut lag die initiale Hb-2,3 DPG-Konzentration zwischen 15,9 und 18,9 μmol/g Hb (arithmet. Mittel: 17,6 μmol/g Hb). Der Abfall der 2,3 DPG-Konzentration war im Vergleich zu CPDA-1 antikoaguliertem Blut langsamer. Am 37. Lagerungstag wurden Endkonzentrationen zwischen 6,5 bis 8,4 μmol/g Hb ermittelt. Im Verlauf der Lagerung fielen die 2,3-DPG-Spiegel um Werte zwischen 0,8 und 11,5 μmol/g Hb.

Tabelle 24 gibt einen Überblick über die Unter- und Obergrenzen der an den verschiedenen Analysetagen ermittelten Werte (vgl. Anhang 1).

Tabelle 24: Ergebnisse der Qualitätskontrolle von jeweils 20 Proben aus Erythrozyten-Konzentraten in CPDA-1 bzw. CPD+Adsol, analysiert an den Tagen 0, 20, 37 oder am Tag der Transfusion

Kriterium	CPD+Adsol	CPDA-1
Hämatokrit (%)	47,5 – 89,3	61,9 - 95,8
Erythrozytenzahl (x 10 ⁶ /μl)	5,3 – 12,3	7,3 – 11,8
Hämoglobin (g/dl)	17,1-29,8	18,4 - 30,0
Hämoglobin-ATP (μmol/g Hg)	0,97 - 1,85	0,84 - 1,98
Hämoglobin-2,3 DPG (μmol/g Hg)	6,5 – 18,9	4,6 – 18,6
pН	5,91-7,19	6,41 - 7,17
Plasma-Natrium	127 - 176	130 - 199
Plasma-Kalium	0.8 - 8.4	2,5 – 9,9
Plasma-Glukose	311 - 1563	0 - 663
Plasma-Ammoniak	21 ->1500	10 ->1500

2.6 Bakteriologische Untersuchung

122 Proben wurden bakteriologisch untersucht. 6 Blutkonserven zeigten eine bakterielle Kontamination:

Zwei 38 und 41 Tage alte Erythrozyten-Konserven wiesen eine deutliche Kontamination mit Enterobacteriaceae, eine 21 Tage alte Konserve eine Kontamination mit E. coli auf. Die Proben aus den 3 Ery-Konzentraten wurden am selben Tag abgenommen. Keine dieser Erythrozyten-Konserven wurde transfundiert.

Bei zwei Proben aus 14 bzw. 21 Tage alten Ery-Konzentraten wurde über Anreicherung eine Kontamination mit Staphylokokken festgestellt (Staph. saprophyticus bzw. Staph. intermedius). Bei einer weiteren 29 Tage alten Erythrozyten-Konserve konnten nach

Anreicherung α-Streptokokken nachgewiesen werden. Alle drei Ery-Konzentrate wurden transfundiert. Bei keiner der Transfusionen wurden Transfusionsreaktionen beobachtet.

2.7 Transfusionen

2.7.1 Transfundierte Hunde

In der Zeit von Oktober 1996 bis September 1998 erhielten 174 Hunde insgesamt 348 Transfusionen.

Von den transfundierten Hunden waren 80 Hunde (46,0%) weiblich unkastriert, 10 Hunde (5,7%) weiblich kastriert, 81 Hunde (46,6%) männlich unkastriert und 3 Hunde (1,7%) männlich kastriert.

Die Hunde waren zwischen zwei Monaten und 15 Jahren alt. Die Altersverteilung der Hunde ist aus Abb. 23 zu entnehmen.

52 (29,9%) der transfundierten Hunde waren Mischlinge. Die übrigen 122 Hunde gehörten 39 verschiedenen Rassen an.

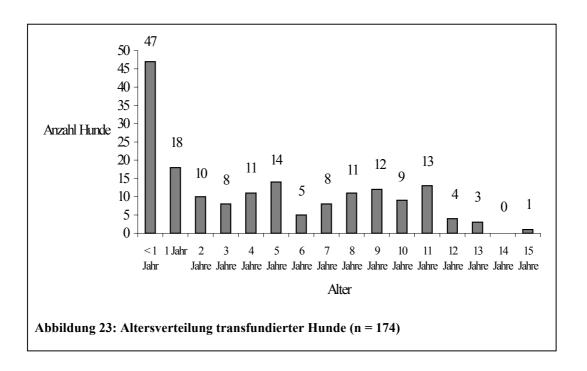


Tabelle 25: Rasseverteilung bei 174 transfundierten Hunden

Rasse	Anzahl Hunde
Berner Sennenhund	3
Bobtail	2
Bologneser	2
Boxer	2
Cairn Terrier	1
Cesky Terrier	1
Cocker Spaniel	11
Dalmatiner	3
Dobermann	3
Deutsche Dogge	1
Deutsch Drahthaar	2
Englischer Setter	1
Foxterrier	2
Französische Bulldogge	1
Golden Retriever	3
Hirtenhund	1
Husky	1
Jack Russel Terrier	1
King Charles Spaniel	1
Labrador	3

Rasse	Anzahl Hunde
Leonberger	1
Malinois	1
Malteser	2
Münsterländer	1
Neufundländer	1
Pekingese	2
Pitbull Terrier	2
Pudel	6
Rhodesian Ridgeback	1
Riesenschnauzer	2
Rottweiler	13
Schäferhund	14
Shih-Tzu	1
Soft Coated Wheaten Terrier	1
Staffordshire Terrier	1
Teckel	16
Tibet Terrier	1
West Highland White Terrier	1
Yorkshire Terrier	9
Mischlinge	52

2.7.2 Transfusionspraktiken

Von Oktober 1996 bis September 1998 wurden insgesamt 348 Transfusionen an 174 Hunde verabreicht. Davon erhielten 54 Hunde (31,0%) nur Transfusionen von Ery-Konzentraten, 13 Hunde (7,5%) nur Vollblut und 71 Hunde (40,8%) nur Transfusionen von FGP. Bei 36 Hunden (20,7%) wurden verschiedene Blutprodukte appliziert. 10 Hunde (6,3%) erhielten neben Ery-Konzentrat auch Vollblut, 14 Hunde (8,0%) neben Ery-Konzentrat auch FGP. Bei 7 Hunden (3,5%) wurden Vollblut und FGP transfundiert. Ein Hund (0,7%) erhielt sowohl Vollblut als auch TRP, 4 Hunde (2,3%) erhielten Vollblut, Ery-Konzentrat und FGP (Tab. 26).

Tabelle 26: Transfusionen von Blutprodukten an 174 Hunde

Blutkomponente(n)	Anzahl Hunde (%)
Ery-Konzentrat	55 (31,6%)
Vollblut	12 (6,9%)
FGP	71 (40,8%)
Ery-Konzentrat + Vollblut	10 (5,7%)
Ery-Konzentrat + FGP	14 (8,0%)
Vollblut + TRP	1 (0,7%)
Vollblut + FGP	7 (4,0%)
Ery-Konzentrat + Vollblut + FGP	4 (2,3%)

Vor Einrichtung der Blutbank an der Kleintierklinik wurden ausschließlich Vollbluttransfusionen verabreicht. Zwischen Oktober 1996 und September 1998 wurden 137 (39,4%) Ery-Konzentrat-, 49 (14,0%) Vollblut-Transfusionen, 161 (46,3%) Transfusionen von FGP und eine (0,3%) von TRP appliziert (Abb. 24).

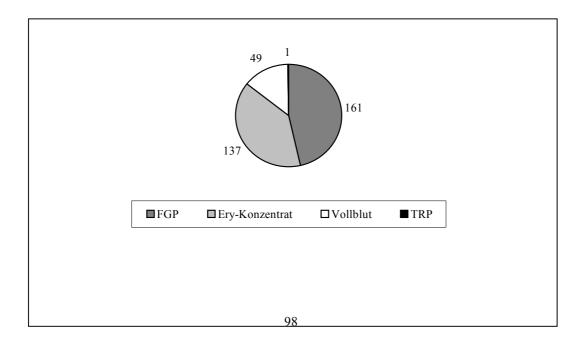
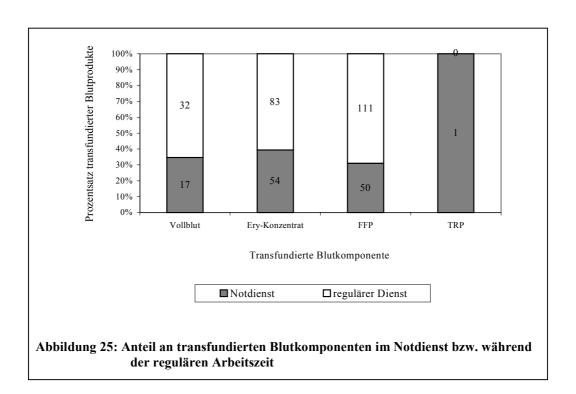


Abbildung 24: Anzahl der zwischen Oktober 1996 und September 1998 applizierten Transfusionen von Ery-Konzentrat, Vollblut, FGP und TRP

226 (64,9%) der insgesamt 348 Transfusionen wurden in der regulären Dienstzeit, 122 (35,1%) während des Notdienstes verabreicht. 32 (53,1%) der Transfusionen von Vollblut, 83 (60,6%) von Ery-Konzentrat und 111 (68,9%) von FGP wurden während der regulären Dienstzeit verabreicht. 17 (46,9%) der Vollblut-, 54 (39,4%) der Ery-Konzentrat-, 50 (31,1%) der FGP- und die einzige TRP-Transfusion wurden im Notdienst durchgeführt (Abb. 25).

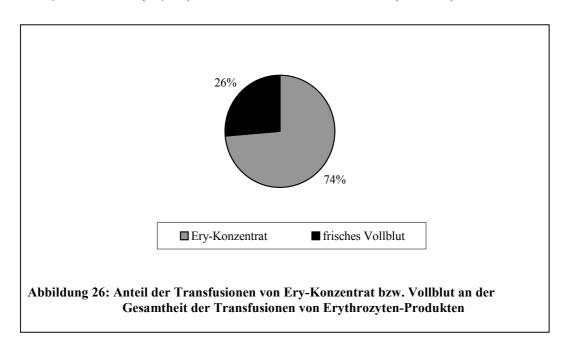


Bei Vollbluttransfusionen erhielten die Hunde ein Volumen von 3,7 bis 50 ml/kg KG. Es wurden 1,8 bis 33,3 ml/kg KG Ery-Konzentrat bzw. 1,7 bis 22,9 ml/kg KG FGP pro Transfusion verabreicht. Die Hunde erhielten im Mittel pro Transfusion ein Volumen von 17,5 ml Vollblut pro kg Körpergewicht (Median: 16,7 ml/kg KG), 9,4 ml/kg KG Ery-Konzentrat (Median: 8,3 ml/kg KG) und 9,3 ml/kg KG FGP (Median: 9,4 ml/kg KG).

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes bestand nie ein Mangel an FGP. Treibende Kraft für die Abnahme von Blutkonserven war immer der Bedarf an Ery-Konzentraten. In Zeiten eines hohen Verbrauchs an Erythrozyten-Produkten mußten zusätzliche Blutspenden durchgeführt werden. Bestand ein geringer Bedarf an Ery-Konzentraten, mußten überlagerte Erythrozyten-Konserven verworfen werden. Innerhalb des 2-jährigen Untersuchungszeitraumes wurden insgesamt 34 Ery-Konzentrate verworfen. Plasma wurde während dieser Zeit nie verworfen und immer innerhalb von einem Jahr transfundiert.

2.7.2.1 Transfusionen von Erythrozyten-Produkten

Von Oktober 1996 bis September 1998 wurden an der Kleintierklinik der FU Berlin 186 Transfusionen von Erythrozyten-Produkten verabreicht. In 137 Fällen (73,7%) wurde Ery-Konzentrat, in 49 Fällen (26,3%) frisches Vollblut transfundiert (Abb. 26).



34 Hunde erhielten insgesamt 49 Vollblut-Transfusionen. Von diesen 34 Hunden litten 16 Hunde an einer Anämie mit Thrombozytopenie, 7 Hunde erhielten Frischblut aufgrund einer Koagulopathie mit Blutung. In 11 Fällen mußte aufgrund der geringen Größe des Hundes weniger als 150 ml Blut transfundiert werden. In diesen Fällen wurde Vollblut verabreicht, um keine Erythrozyten-Konserve aufteilen zu müssen.

Tabelle 27: Anzahl Transfusionen von Erythrozyten-Produkten bei 103 Hunden

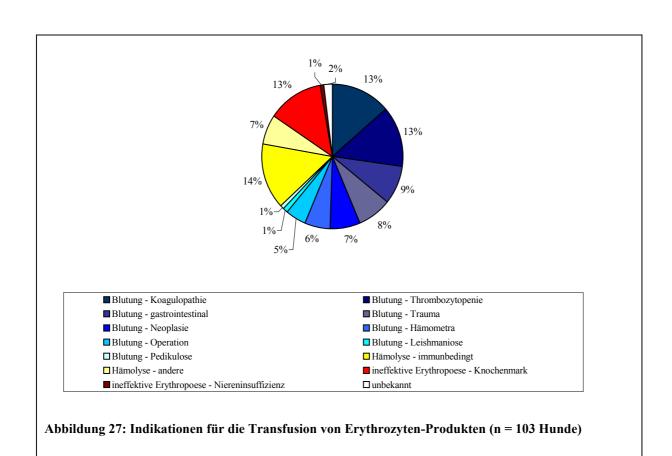
Anzahl Transfusionen von Erythrozyten-Produkten	Anzahl Hunde
1	61 (59,2%)
2	21 (20,4%)
3	12 (11,7%)
4	4 (3,8%)
5	3 (2,9%)
6	0 (0,0%)
7	1 (1,0%)
8	0 (0,0%)
9	1 (1,0%)

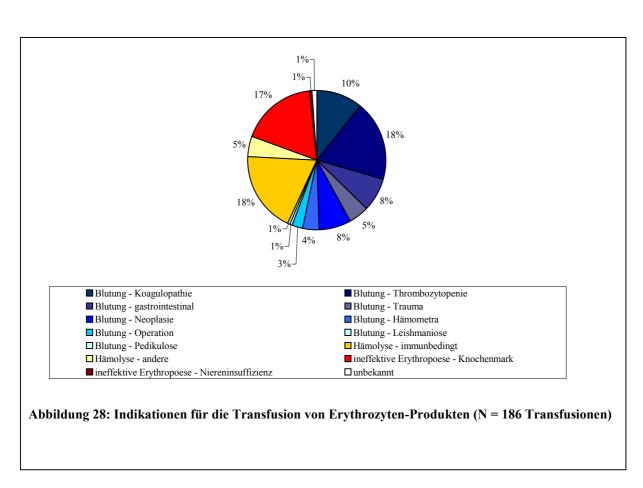
Während des 2-jährigen Untersuchungszeitraumes erhielten insgesamt 103 Hunde Transfusionen von Erythrozyten-Produkten. 65 Hunde erhielten Transfusionen von Ery-Konzentraten oder Vollblut aufgrund eines Blutverlustes, bei 25 Hunden lag eine Hämolyse vor, 15 Hunde litten unter einer Anämie aufgrund ineffektiver Erythropoese. Bei 2 Hunden konnte die Anämieursache nicht geklärt werden.

Tabelle 28 sowie Abbildung 27 und 28 geben einen Überblick über die Anzahl an Hunden die Transfusionen aufgrund der verschiedenen Indikationen erhalten haben bzw. über die Anzahl an Transfusionen die aufgrund der verschiedenen Indikationen verabreicht wurden.

Tabelle 28: Indikationen für die Transfusion von Erythrozyten-Produkten (n = 103 Hunde, N = 186 Transfusionen)

Indikation	Anzahl Hunde	Anzahl Transfusionen
Blutung		
Koagulopathie	14 (13,6%)	20 (10,8%)
Thrombozytopenie	14 (13,6%)	35 (18,8%)
gastrointestinal	9 (8,7%)	14 (7,5%)
Trauma	8 (7,8%)	9 (4,8%)
Neoplasie	7 (6,8%)	14 (7,5%)
Hämometra	6 (5,8%)	7 (3,8%)
Operation	5 (4,9%)	5 (2,7%)
Leishmaniose	1 (1,0%)	1 (0,5%)
Pedikulose	1 (1,0%)	1 (0,5%)
	65 (63,2%)	106 (56,9%)
Hämolyse	·	
immunbedingt	15 (14,6%)	35 (18,8%)
andere	7 (6,8%)	9 (4,8%)
	22 (21,4%)	44 (23,6%)
ineffektive Erythopoes	e	·
Knochenmark	13 (12,6%)	33 (17,7%)
Niereninsuffizienz	1 (1,0%)	1 (0,5%)
	14 (13,6%)	34 (18,2%)
	,	
unbekannt	2 (1,9%)	2 (1,1%)





Die Anzahl an Vollblut- bzw. Ery-Konzentrat-Transfusionen bei verschiedenen Indikationen für die Transfusion von Erythrozyten-Produkten ist in Abb. 29 dargestellt. Bei Blutungen aufgrund von Koagulopathien (40%), Thrombozytopenien (49%), gastrointestinalen Blutungen (43%), Blutungen durch Neoplasien (35,7%) und Traumata (33%) wurde bei mehr als 25% der Transfusionen Vollblut verabreicht. Bei einem sehr kleinen Hund mit ineffektiver Erythropoese durch chronische Niereninsuffizienz wurde ausschließlich Vollblut verabreicht. Bei allen übrigen Hunden wurde in weniger als einem Viertel der Transfusionen Vollblut transfundiert.

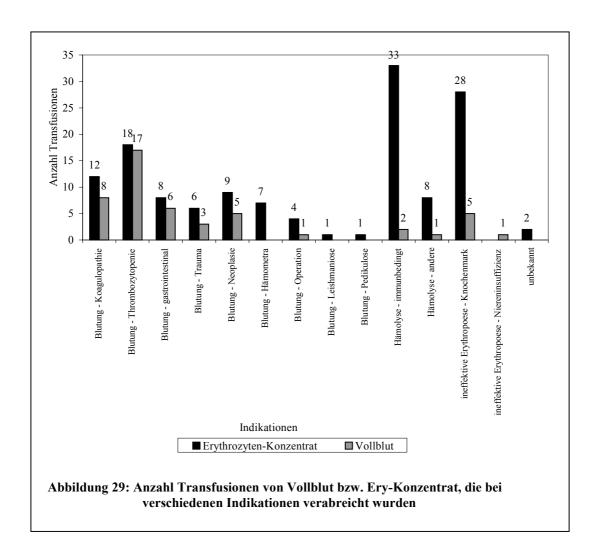


Abb. 30 zeigt die Anzahl an Hunden, die Ery-Konzentrate, Vollblut oder eine Kombination beider Komponenten bei den Indikationen Blutung, Hämolyse und ineffektive Erythropoese erhielten. 39 von 65 Hunden (60,0%) mit Blutungen erhielten nur Ery-Konzentrate, 15,4% Ery-Konzentrat und Vollblut, 24,6% nur Vollblut. Von 22 Hunden mit Hämolyse erhielten 19 (86,4%) nur Ery-Konzentrat, 1 Hund (4,5%) beide Blutprodukte und 2 Hunde (9,1%) nur Vollblut. 14 Hunde benötigten Ery-Produkte aufgrund einer ineffektiven Erythropoese. Von diesen Patienten wurden 7 (50,0%) ausschließlich mit Ery-Konzentrat, 4 (28,6%) ausschließlich mit Vollblut und 3 (21,4%) mit einer Kombination beider Komponenten transfundiert.

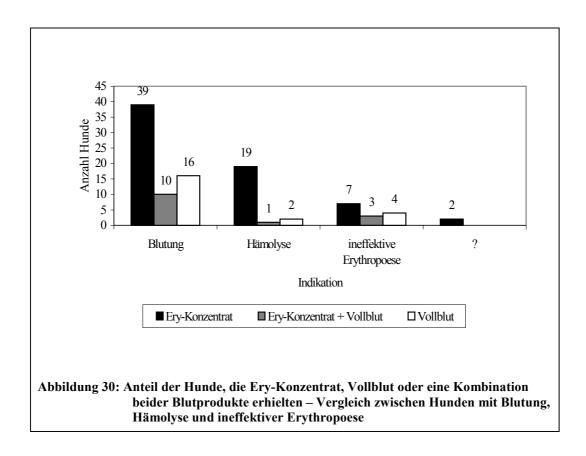


Abb. 31 verdeutlicht die Anzahl von Erythrozyten-Transfusionen, die bei den verschiedenen Indikationen verabreicht wurden. Mehr als 50% der Hunde mit Blutungen aufgrund von Koagulopathien, gastrointestinalen Blutungen, Blutungen aufgrund von Neoplasien, Operationen, Hämometren, Leishmaniose und Pedikulose erhielten lediglich eine Transfusion. Auch bei nicht-immunbedingten Hämolysen sowie ineffektiver Erythropoese wurde bei mehr als 50% der Hunde nur eine Transfusion verabreicht. 66,7% der Hunde mit immunbedingter Hämolyse benötigten mehr als eine Transfusion. Bei Hunden mit Blutungen aufgrund von Koagulopathien, Traumata, Hämometren sowie nicht-immunbedingter Hämolyse wurden maximal 2 Transfusionen verabreicht. Hunde mit gastrointestinalen Blutungen erhielten bis zu 4, Hunde mit Blutungen durch Neoplasien sowie Hunde mit immunbedingter Hämolyse bis zu 5 Transfusionen. Bei Blutungen durch Thrombozytopenie wurden bis Transfusionen, bei ineffektiver zu 6 Erythropoese durch Knochenmarkserkrankungen bis zu 9 Transfusionen an einen Hund verabreicht.

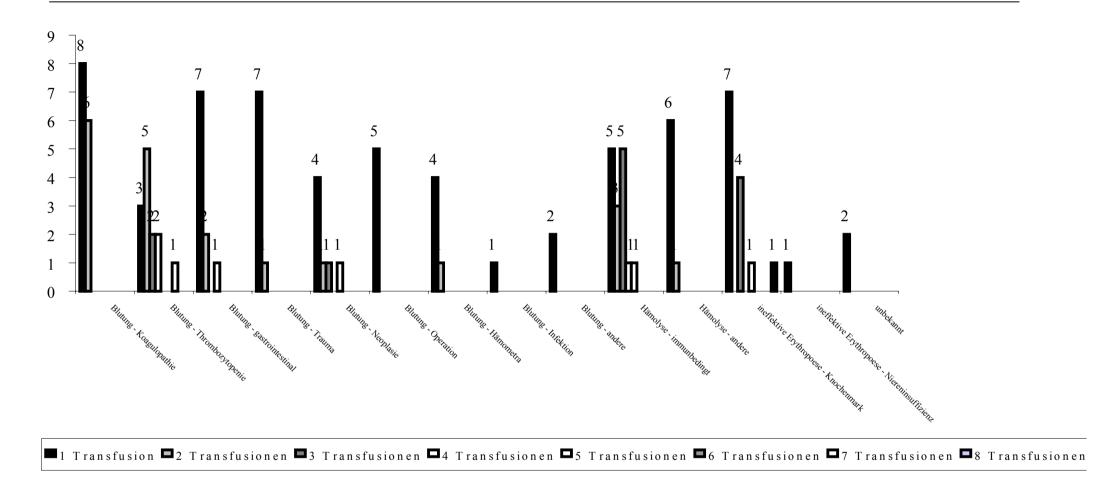


Abbildung 31: Anzahl Transfusionen von Erythrozyten-Produkten (N = 186 Transfusionen) – Vergleich verschiedener Indikationen

2.7.2.2 Transfusionen von Frisch gefrorenem Plasma

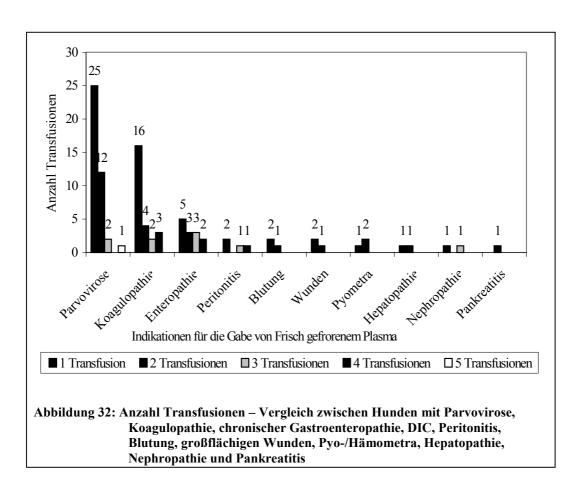
Innerhalb des 2-jährigen Untersuchungszeitraumes erhielten 96 Hunde 161 Transfusionen von FGP. Davon litten 40 Hunde an einer Parvovirusinfektion, die mit starkem Proteinverlust über den Darm verbunden war. 13 Patienten wiesen einen Proteinverlust durch eine chronische Gastroenteropathie auf. Bei 2 Patienten sollte durch die Plasmatransfusion eine Hypoproteinämie aufgrund einer Nephropathie, bei jeweils 3 Hunden durch ausgedehnte Wunden bzw. Blutungen ausgeglichen werden. 4 Hunde erhielten Plasmatransfusionen aufgrund einer Peritonitis, 2 Hunde aufgrund von Hepatopathien, ein Hund litt an einer Pankreatitis. Bei 5 Hunden mit DIC und 20 Hunden mit anderen Formen von Koagulopathie wurde FGP transfundiert, um Gerinnungsfaktoren oder Antithrombin III zu ersetzen. Die Anzahl an Transfusionen, die aufgrund der verschiedenen Indikationen verabreicht wurden, sowie die Anzahl an Hunden, die Transfusionen von FGP erhielten, können aus Tabelle 29 entnommen werden. Keine der Plasmakonserven wurde länger als 1 Jahr gelagert, so daß in allen Fällen FGP transfundiert wurde.

Tabelle 29: Gründe für die Gabe von Frisch gefrorenem Plasma (n = 96 Hunde, N = 161 Transfusionen)

Indikationen	Anzahl Hunde (%)	Anzahl Transfusionen (%)
Parvovirose	40 (41,7%)	60 (37,3%)
Koagulopathie	25 (26,0%)	42 (26,1%)
chron. Gastroenteropathie	13 (13,6%)	28 (17,4%)
Peritonitis	4 (4,2%)	9 (5,6%)
Blutung	3 (3,1%)	4 (2,5%)
Wunden	3 (3,1%)	4 (2,5%)
Pyo-/ Hämometra	3 (3,1%)	5 (3,1%)
Hepatopathie	2 (2,1%)	3 (1,7%)
Nephropathie	2 (2,1%)	4 (2,5%)
Pankreatitis	1 (1,0%)	2 (1,3%)

Bei 55 der 96 Hunde (57,3%), die Transfusionen von FGP erhielten, wurde nur eine Transfusion verabreicht. 25 Hunde (26,0%) erhielten 2 Plasmatransfusionen, 9 Hunde (9,4%) 3 Transfusionen, bei 4 Hunden (4,2%) wurden 6 und bei einem Hund (1,0%) 5 Transfusionen verabreicht.

Abbildung 32 zeigt die Anzahl an Transfusionen pro Hund, die aufgrund der verschiedenen Indikationen verabreicht wurden. 25 Hunde mit Parvovirose erhielten nur eine Transfusion, 12Hunde erhielten zwei, zwei Hunde drei und ein Hund fünf Transfusionen. Von 20 Hunden mit Koagulopathie erhielten 11 Hunde eine, 4 Hunde zwei und 2 Hunde drei und 3 Hunde vier Transfusionen von FGP. Von 13 Hunden mit einem Proteinverlust durch eine chronische Gastroenteropathie erhielten 5 Hunde eine und jeweils drei Hunde zwei bzw. drei und 2 Hunde vier Transfusionen. Alle 5 Hunde, die an DIC litten, erhielten nur eine Transfusion. Von 4 Hunden mit Peritonitis wurde an 2 Hunde eine Transfusion, an jeweils einen Hund nur eine Transfusion appliziert. Bei Hunden mit Proteinverlust über Blutungen oder über großflächige Wunden wurde bei jeweils zwei Patienten eine Transfusion, bei einem Patienten zwei Transfusionen verabreicht. Von drei Hunden mit Pyometra erhielten ein Hund eine und zwei Hunde zwei Transfusionen. Jeweils ein Hund mit Hepatopathie und Nephropathie erhielt eine Transfusionen, ein weiterer Hund mit Enteropathie erhielt zwei Transfusionen, ein Hund mit Nephropathie drei Transfusionen. Bei einem Hund mit Pankreatitis wurden zwei Transfusionen verabreicht.

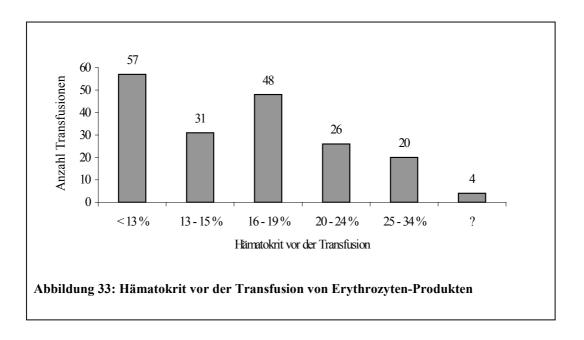


2.7.2.3 Transfusion von Thrombozyten-reichem Plasma

Während des Untersuchungszeitraumes erhielt nur ein Patient eine Transfusion von TRP. Der Hund litt unter einer immunbedingten Thrombozytopenie mit akuter Blutung, war jedoch nur mäßig anämisch. Durch die Transfusion von 70 ml TRP wurden die Thrombozytenzahlen von 5.000/µl auf 14.000/µl 12 Stunden nach der Transfusion angehoben.

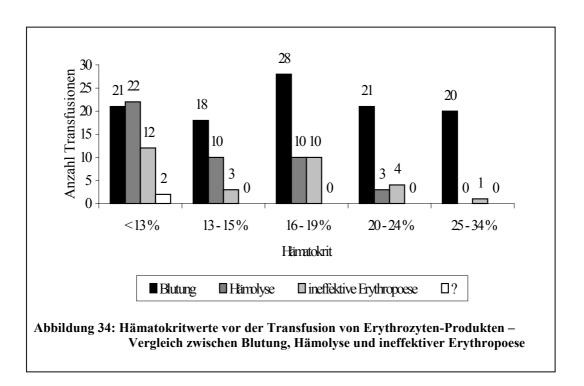
2.7.2.4 Kriterien für die Transfusion von Erythrozyten-Produkten

Vor der Applikation von 182 Erythrozyten-Transfusionen wurde der Hkt des Patienten festgestellt. In 4 Fällen wurde der Hkt aufgrund offensichtlicher, hochgradiger Anämiesymptome vor der Transfusion nicht bestimmt und aufgrund der Dringlichkeit direkt eine Transfusion durchgeführt. In 30,6% der Transfusionen wiesen die Hunde einen Hkt von weniger als 13%, in 16,7% der Fälle einen Hkt zwischen 13 und 15%, in 25,8% der Fälle einen Hkt zwischen 20 und 24% auf. Bei 10,7% der Transfusionen lag der Hkt vor der Transfusion zwischen 25 und 34%. Die Hkt-Werte vor Verabreichung der Transfusionen können aus Abb. 33 entnommen werden.

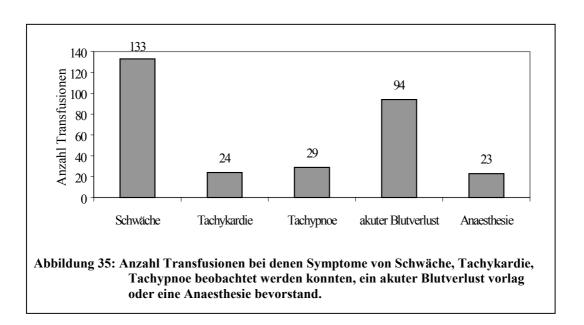


In Abbildung 34 sind die Hkt-Werte vor Transfusionen aufgrund von Blutung, Hämolyse und ineffektiver Erythropoese dargestellt. Bei 19,4% der Transfusionen aufgrund von Blutungen lag der Hämatokrit vor der Transfusion unter 13%, bei 16,6% zwischen 13 und 15%, bei 25,9% zwischen 16 und 19%, bei 19,4% zwischen 20 und 24%, bei 17,5% zwischen 25 und 34%. Bei Hunden mit Hämolyse lagen in 48,9% der Transfusionen der Hämatokrit vor der Transfusion bei weniger als 13%, in 22,2% der Fälle zwischen 13 und 15%, in 22,2% zwischen 16 und 19%, in 6,7% zwischen 20 und 24% und in keinem Fall höher als 24%. In 36,4% der Transfusionen aufgrund von ineffektiver Erythropoese lag der Hämatokrit vor der

Transfusion bei weniger als 13%, in 9,1% zwischen 13 und 15%, in 30,3% zwischen 16 und 19%, in 12,1% zwischen 20 und 24% und in 3,0% zwischen 25 und 34%.



Bei 186 Transfusionen wurden die transfundierten Hunde auf Symptome von Schwäche, Tachykardie und Tachypnoe untersucht. Bei allen Transfusionen wurde festgestellt, ob ein akuter Blutverlust oder die Notwendigkeit einer Anaesthesie vorlag. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können Abbildung 35 entnommen werden.



Bei 186 Transfusionen von Erythrozyten-Produkten lagen Angaben zum klinischen Zustand der Patienten vor. Bei der klinischen Untersuchung der Hunde vor einer Transfusion wurden in 133 Fällen (71,5%) Schwächesymptome des zu transfundierenden Hundes festgestellt, eine Tachypnoe des Tieres lag in 29 Fällen (15,6%) vor, in 24 Fällen (12,9%) zeigten die Hunde Tachykardie.

In 94 Fällen (50,5%) von Erythrozyten-Transfusionen hatten die Hunde einen akuten Blutverlust innerhalb der zurückliegenden 24 Stunden erlitten. 23 Transfusionen (12,4%) wurden vor einer Anaesthesie durchgeführt.

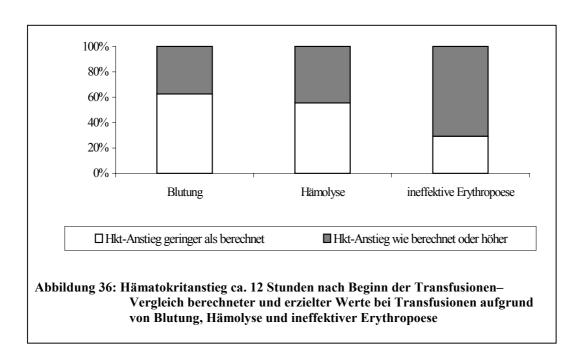
Bei 182 Transfusionen von Ery-Konzentraten oder Vollblut konnten Punktzahlen anhand der Dringlichkeitsskala (Tab. 22) vergeben werden. Bei 4 Transfusionen (2,9%) war der Hkt-Wert vor der Transfusion nicht bestimmt worden. Für diese Transfusionen wurde keine Punktzahl vergeben. Die Punktzahlen, die bei 184 Erythrozyten-Transfusionen verabreicht wurden, sind in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30: Punktzahl nach der Dringlichkeitsskala bei 186 Transfusionen von Erythrozyten-Produkten

Anzahl Punkte	Anzahl Transfusionen (%)
0	1 (0,5%)
1	5 (2,7%)
2	4 (2,2%)
3	11 (5,9%)
4	26 (14,0%)
5	28 (15,1%)
6	35 (18,8%)
7	27 (14,5%)
8	32 (17,2%)
9	4 (2,2%)
10	9 (4,8%)
?	4 (2,2%)

2.7.2.5 Transfusionsergebnis

Bei 169 Transfusionen von Ery-Konzentraten oder Vollblut wurde sowohl der Hkt vor der Transfusion als auch ca. 12 Stunden nach der Transfusion ermittelt. Der zu erwartende Hkt-Anstieg bei bekannter Transfusionsmenge wurde nach der Formel von GIGER (1993) berechnet und mit dem tatsächlich erzielten Hkt-Anstieg verglichen. Bei 62,6% der Transfusionen aufgrund von Blutungen, 55,6% aufgrund von Hämolyse und 29,2% aufgrund von ineffektiver Erythropoese fiel der Hkt-Anstieg geringer aus als berechnet. In 37,4% der Transfusionen aufgrund von Blutung, 44,4% aufgrund von Hämolyse und 70,8% aufgrund von ineffektiver Erythropoese konnte ein Hkt-Anstieg verzeichnet werden, der mindestens so hoch war, wie berechnet (Abb. 36).



Bei allen transfundierten Hunden lagen Angaben über das Überleben der Hunde 24 Stunden nach einer Transfusion vor.

51 (78,5%) der 65 Hunde, die Transfusionen von Erythrozytenprodukten aufgrund einer Blutung erhielten, überlebten 24 Stunden, 10 Hunde (15,4%) starben, 4 (6,1%) wurden euthanasiert. Von 22 Hunden mit Hämolyse überlebten alle Hunde (100%) 24 Stunden. 13 (92,9%) der 14 Hunde mit ineffektiver Erythropoese überlebten 24 Stunden nach der Transfusion, einer (7,1%) wurde euthanasiert (Tab. 31).

Tabelle 31: Anteil der Hunde, die 24 Stunden nach der Transfusion überlebt haben – Vergleich der verschiedenen Indikationen für die Transfusion von Ery-Konzentrat und/oder Vollblut

Haupttransfusionsursache	Anzahl Hunde gesamt	Überleben 24 Stunden nach der
		Ersttransfusion (%)
Blutung		
Koagulopathie	14	10 (71,4)
Thrombozytopenie	14	13 (92,9)
gastrointestinal	9	5 (55,6)
Trauma	8	6 (75,0)
Neoplasie	7	4 (57,1)
Hämometra	6	6 (100,0)
Operation	5	5 (100,0)
Leishmaniose	1	1 (100,0)
Pedikulose	1	1 (100,0)
	65	51 (78,5)
Hämolyse		
immunbedingt	15	15 (100,0)
andere	7	7 (100,0)
	22	22 (100,0)
ineffektive Erythropoese		
Knochenmark	13	12 (92,3)
Niere	1	1 (100,0)
	14	13 (92,9)
unbekannt	2	1 (50,0)
	103	87 (87,0)

In Tab. 32 ist die 24-Stunden-Überlebensrate bei Hunden, die FGP erhielten, differenziert für die verschiedenen Indikationen, dargestellt. Von den Hunden mit Enteropathie, Peritonitis, Hepatopathie, Nephropathie und Pankreatitis lebten alle Tiere 24 Stunden nach der Transfusion. Bei den Hunden mit DIC dagegen lag die 24-Stunden-Überlebensrate nur bei 20%.

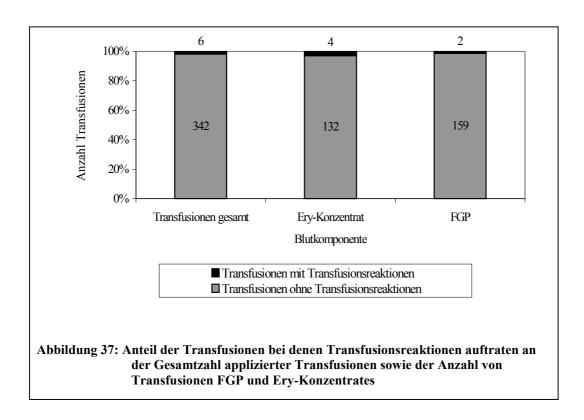
Tabelle 32: Anteil der Hunde, die 24 Stunden nach der Transfusion überlebt haben – Vergleich der verschiedenen Indikationen für Transfusionen von FGP

Haupttransfusionsursache	Anzahl Hunde gesamt	Überleben 24 Stunden nach der Ersttransfusion (%)	
Parvovirose	40	34	(85,0)
Koagulopathie	25	18	(72,0)
Enteropathie	13	13	(100,0)
Peritonitis	4	4	(100,0)
Blutung	3	2	(66,6)
Wunden	3	2	(66,6)
Pyo-/Hämometra	3	2	(66,6)
Hepatopathie	2	2	(100,0)
Nephropathie	2	2	(100,0)
Pankreatitis	1	1	(100,0)

2.8 Transfusionsreaktionen

Von September 1996 bis Oktober 1998 wurden 348 Transfusionen bei 174 Hunden überwacht und das Auftreten von Transfusionsreaktionen notiert.

Im Untersuchungszeitraum traten Transfusionsreaktionen bei 1,7% aller Transfusionen und 3,4% aller transfundierten Hunde auf. Bei 2 (1,2%) der 161 Plasmatransfusionen und 4 (2,9%) der 137 Transfusionen von Ery-Konzentraten konnten Transfusionsreaktionen beobachtet werden (Abb. 41). Weder bei der Transfusion von TRP noch bei Vollbluttransfusionen wurden Transfusionsreaktionen festgestellt.



Ein Patient zeigte ca. ½ Stunde nach Beendigung einer Ery-Konzentrat-Transfusion eine hämolytische Transfusionsreaktion mit Erbrechen, Hämoglobinurie und Fieber (39,4°C). Bei der Transfusion handelte es sich um eine Ersttransfusion. Die bakteriologische Untersuchung des transfundierten Ery-Konzentrates verlief negativ. Das Plasma der 34 Tage alten Erythrozyten-Konserve war geringgradig hämolytisch. Der betroffenen Hund litt vor der Transfusion unter akutem Nierenversagen und wurde am folgenden Tag euthanasisert, jedoch nicht pathologisch untersucht.

Bei einer weiteren Ery-Konzentrat-Transfusion einer 35 Tage alten Konserve traten während der Transfusion dreimaliges Erbrechen und ein Temperaturanstieg von 38,8°C auf 39,2°C auf. Eine Stunde nach Beendigung der Transfusion zeigte der Hund Fieber von 41,5°C, Hämoglobinämie und Hämoglobinurie. Auch dieser Hund hatte zuvor noch keine Transfusion

erhalten. Die bakteriologische Untersuchung des transfundierten Ery-Konzentrates fiel negativ aus.

Eine nachträglich durchgeführte Major- und Minorprobe zwischen Spender- und Empfängerblut war ebenso wie der Coombs-Test negativ. Nach Zentrifugation einer Probe des Ery-Konzentrates zeigte sich, daß das Plasma deutliche Anzeichen einer Hämolyse aufwies.

Eine weitere hämolytische Transfusionsreaktion mit Fieber (41°C), Hämoglobinämie, Ikterus, Tachypnoe und Tachykardie sowie Würgen trat bei einem Hund auf, der zuvor schon 5 Erythrozytentransfusionen erhalten hatte. Erste Transfusionsreaktionen traten ca. 3 Stunden nach Ende der Transfusion auf. Vor der Transfusion durchgeführte Major- und Minorproben fielen negativ aus. Das Plasma der transfundierten, 31 Tage alten Erythrozyten-Konserve zeigte Anzeichen einer leicht- bis mittelgradigen Hämolyse. Der Hund zeigte unter symptomatischer Therapie mit Metamizol (Novalgin®) und Elektrolytlösungen (Sterofundin®) eine deutliche Besserung des Allgemeinbefindens und war am Tag nach der Transfusion wieder munter. Der Hkt-Wert fiel von 18,8% vor der Transfusion auf 13,0% am Tag nach der Transfusion. Bei vier weiteren, im Verlauf der Erkrankung des Hundes durchgeführtern Transfusionen zeigte der Hund keinerlei Unverträglichkeitsreaktionen.

Ein weiterer Hund litt während einer Ersttransfusion eines Ery-Konzentrates unter Erbrechen, Unruhe und einem Gesichtsödem. Erste Symptome der Transfusionsreaktion in Form von Unruhe traten ca. 1 ½ Stunden nach Transfusionsbeginn auf. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Transfusionsgeschwindigkeit verhältnismäßig hoch und wurde als Reaktion auf das Verhalten des Hundes verlangsamt. 3 ½ Stunden nach Beginn der Transfusion zeigte der Hund eine hochgradige Schwellung der Lider mit Chemosis. Am übrigen Körper traten keine Ödeme auf. Zu diesem Zeitpunkt erbrach er zusätzlich einmal. Der Patient wurde symptomatisch mit Prednisolon-21-hydrogensuccinat (Solu Decortin®) und Elektrolytlösungen (Sterofundin®) behandelt. Innerhalb der folgenden 12 Stunden ging das Gesichtsödem vollständig zurück.

In einem Fall einer Transfusion mit FGP trat als Komplikation unter der Transfusion ein Gesichtsödem bei dem transfundierten Hund auf. Die Transfusion wurde verlangsamt und Prednisolon-21-hydrogensuccinat (Solu Decortin®) verabreicht. Das Ödem verschwand ca. 12 Stunden nach Beginn der Behandlung.

Bei einer weiteren Transfusion von FGP trat einmaliges Erbrechen auf. Nach Verlangsamung der Transfusionsgeschwindigkeit wurden bei diesem Hund keine weiteren Symptome festgestellt.