

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	1 von 18

## Serologische Blutgruppenbestimmung <sup>1</sup>

Blutgruppenserologische Untersuchungen umfassen

- die Bestimmung der Blutgruppen im AB0- und Rh-System,
- ggf. auch die Bestimmung weiterer Merkmale,
- den Antikörpersuchtest (AKS),
- bei positivem Ausfall des AKS die Differenzierung der zugrundeliegenden Antikörper,
- die serologische Verträglichkeitsprobe im Falle einer Transfusion und
- ggf. weitere immunhämatologische Untersuchungen je nach Erfordernis

In der Anlage werden die üblichen, im klinischen Labor durchgeführten immunhämatologischen Untersuchungen tabellarisch zusammengefasst. Die Tabelle enthält Informationen zu Indikationen, zum Probenmaterial, zur Analytik und zu präanalytischen Erfordernissen. Grundsätzliche Anforderungen an blutgruppenserologische Untersuchungen sind in den Hämotherapie-Richtlinien der Bundesärztekammer beschrieben.

Für alle immunhämatologischen Untersuchungen sind die Vorschriften des Medizinproduktegesetzes (MPG) und der Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) zu beachten. Laboruntersuchungen dürfen nur im Rahmen eines Qualitätssicherungssystems durchgeführt werden. Die Maßgaben der Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen (RiliBÄK) müssen eingehalten werden.

Blutgruppenantigene auf der Erythrozytenmembran sollten in der serologischen Routinediagnostik mit monoklonalen Testreagenzien bestimmt werden. Es werden vornehmlich die Phänotypen des AB0-Systems (A, B, AB, 0) und des Rhesus-/Kell-Systems (C, c, D, E, e, K und k) typisiert. Die Untersuchung der AB0-Merkmale gilt in der Regel erst dann als vollständig, wenn diese durch den Nachweis der Serumeigenschaften (Anti-A und/oder Anti-B) mit entsprechenden Testerythrozyten abgesichert worden sind.<sup>2</sup> Weitere Einzelheiten sind der Richtlinie Hämotherapie Abschn. 4.4.6 bis 4.4.11 zu entnehmen.

Die wichtigste immunhämatologische Methode für den Nachweis von Antigenen und Antikörpern ist die Hämagglutination mit ihren vielfältigen Modifikationen. Die Reaktivität der Antikörper (und die Fähigkeit zur Agglutination) wird durch ihre Klassenzugehörigkeit (IgA, IgG, IgM) geprägt, unter Umständen auch durch eine ausreichende Anzahl von

<sup>1</sup> Blutgruppenserologische Untersuchungen gemäss Richtlinie Hämotherapie der Bundesärztekammer (Gesamtnovelle 2017) Abschnitt 4.4 unter Einhaltung der Maßgaben der Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen (RiliBÄK 2014)

<sup>2</sup> Reagenzien, Geräte: Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt

	<b>erstellt</b>	<b>geprüft</b>	<b>freigegeben</b>
Name	Prof. Dr. W.D. Kuhlmann		
Abteilung	QM-Stelle		
Datum			
Unterschrift			

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	2 von 18

Epitopen auf den Erythrozyten. Neben agglutinierenden Eigenschaften ist im klinischen Bereich die Auslösung von Hämolysen von Bedeutung, z.B. durch Antikörperbindung an Erythrozyten-membranen und nachfolgender Komplementaktivierung.

## Hämagglutination

Hämagglutination ist die sichtbare Verklumpung von Erythrozyten durch Antigen-Antikörper-Reaktion. Für eine visuell sichtbare Verklumpung muss allerdings eine ausreichende Menge an Reaktionen zwischen Antikörpern und Erythrozytenantigenen stattfinden. Dabei ist zu beachten, dass Erythrozyten an ihren Oberflächen einen Überschuss an negativer Ladung tragen. Durch Abstoßeffekte halten die Erythrozyten einen bestimmten Abstand zueinander. Die zugrundeliegende Kraft ist das elektrische Potential an der Abscherschicht eines bewegten Partikels in Suspension (elektrokinetisches Potential) und wird als Zeta-Potential bezeichnet.

Antikörpermoleküle vom IgM Isotyp sind aufgrund ihrer Größe (signifikant grösser als IgG Moleküle) in der Lage, die durch Geometrie und Ladung bedingte Distanz benachbarter Erythrozyten zu überbrücken und ohne zusätzliche Hilfsmittel eine sichtbare Agglutination zu bewirken. Man bezeichnet solche Antikörper als *komplette Antikörper*; sie können in physiologischer Kochsalzlösung reagieren (NaCl wirksame Antikörper). Ihr Reaktionsoptimum liegt in der Regel bei Raumtemperatur und darunter, im Extremfall bei 0 bis 4 °C.

Antikörpermoleküle der IgG Klasse können zwar auch im Kochsalzmilieu mit Antigen-Epitopen der Erythrozyten reagieren, d.h. der Schritt der Antikörperbindung findet statt, es kommt aber zu keiner Agglutinatbildung, weil der zu überbrückende Abstand zwischen den Erythrozyten grösser ist als die Distanz der beiden Antigenbindungsstellen eines IgG Antikörpermoleküls. Sie können aufgrund der geringeren Molekülgrösse und der geringeren räumlichen Distanz der Bindungsstellen (im Vergleich zu den IgM Molekülen) den Abstand zwischen benachbarten Erythrozyten nicht ohne Hilfsmittel überbrücken. Erst durch Zugabe von Supplementen wie Albumin und Dextran oder nach Enzymbehandlung (z.B. Bromelin, Papain) werden Ladungen ausgeglichen, die zur Verringerung von Distanzen zwischen den Erythrozyten führen. Dadurch wird den Bindungsstellen der IgG Antikörpermoleküle ermöglicht, sich mit Antigenstellen benachbarter Erythrozyten in ausreichendem Maß zu verbinden, um eine sichtbare Agglutination auszulösen. Aus diesem Grund werden in der Immnhämatologie Antikörper der IgG Klasse als *inkomplette Antikörper* bezeichnet. Ihr Reaktionsoptimum liegt in der Regel bei ca. 37 °C.

Folgende Verfahren kommen routinemässig für den Nachweis von Agglutinationsreaktionen zum Einsatz:

- Agglutination in Reagenzgläsern, in Tüpfel- oder Mikrotiterplatten. Dies ist die klassische Art zur Darstellung einer Agglutinationsreaktion.
- Säulen-Agglutinationsverfahren in Mikrosäulen mit Gel- oder Glaspartikel als „Filter“. Bindungs- und Agglutinationsreaktionen erfolgen in einem Mikroröhrchen. Nach Zugabe der Reaktionspartner wird die Mikrosäule zentrifugiert, dabei werden aggregierte Erythrozyten zurückgehalten. Die nicht reagierenden Erythrozyten passieren das Gelbett (z.B. DIAMED ID-MICRO TYPING SYSTEM)

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	3 von 18

- Spezielle Assay-Formate, z.B. Capture-R Assays (Immucor) als Solid Phase Systeme mit Antigen ausgewählten Erythrozyten, die an Oberflächen von Polystyrol Mikrotiterplatten (oder Strips) immobilisiert werden. Solche Festphasen binden in nachfolgenden Inkubations-/Wasch-/Zentrifugationsschritten aus dem Patientenplasma-/Serum die korrespondierenden antierythrozytären Antikörper und anschliessend die Anti-IgG beschichteten Indikatorzellen zur Sichtbarmachung von Antigen-Antikörperreaktionen

## Coombstest

Der Antihumanglobulintest (AHG-Test, Coombs-Test), ein 1945 von RRA COOMBS<sup>3</sup> in die immunhämatologische Diagnostik eingeführtes Testprinzip, hat sich für den Nachweis von freien Antikörpern und für den Nachweis von an Erythrozytenoberflächen gebundenen Antikörpern seit Jahrzehnten bewährt. Je nach Fragestellung wird der AHG-Test als *indirekter Coombstest* (ICT) oder als *direkter Coombstest* (DCT) durchgeführt.

- *Indirekter Coombs-Test (ICT)*: Bei inkompletten Antikörpern, die auch nach Supplementzugabe nicht zur Agglutination führen, lässt sich eine Antikörperbindung durch Zugabe eines „Coombsserums“ (AHG, Antihumanglobulin) nachweisen. Im Standardtest besteht AHG aus polyklonalem Anti-Humanglobulinserum vom Kaninchen kombiniert mit Antikörpern (in der Regel monoklonal) gegen Komplement. Für differentielle Fragestellungen kommen spezifische Immunsere für den Nachweis von Anti IgG, Anti IgA, Anti IgM, Anti C3c oder Anti C3d zur Anwendung. Der indirekte Coombstest kann mit der Röhrchentechnik (als klassischer Dreistufentest) oder mit der Gelkartentechnik (z.B. mit LISS-/Coombs-Karten) durchgeführt werden. Der indirekte Coombstest wird auch als indirekter Antiglobulin-Test (IAT) bezeichnet. Typische Anwendungsbeispiele sind der Antikörpersuchtest im Rahmen einer Blutgruppenbestimmung, die Antikörperdifferenzierung bei einem positiven Suchtest und die Kreuzprobe (serologische Verträglichkeitsprüfung vor der Gabe von Fremdblut)
- *Direkter Coombs-Test (CDT)*: Der DCT, auch als direkter Antiglobulin-Test (DAT) bezeichnet, dient dem Nachweis von Antikörpern und/oder Komplementfaktoren, die sich *in vivo* an die Patientenerythrozyten gebunden haben. Typisches Untersuchungsmaterial sind Erythrozyten einer Blutprobe, die vor der Testdurchführung zur Entfernung von freien Antikörpern und Plasma-/Serumbestandteilen gewaschen werden. Danach werden die Erythrozyten mit Antihumanglobulin (AHG) versetzt. Eine Agglutinatbildung weist eine *in-vivo* Sensibilisierung der Erythrozyten nach. Der DCT kommt u.a. zur Anwendung
  - a) Bei negativer Transfusionsanamnese zum Nachweis einer erythrozytären Bindung von Autoantikörpern bei autoimmunhämolytischer Anämie (AIHA), bei Lymphomen u.a. Malignomen, bei Vorliegen von Kälteautoantikörpern (idiopathisch, auch nach Infektionen), bei paroxysmaler Kältehämoglobulinämie. Unter bestimmten Therapieformen muss ggf. auch eine Immunhämolyse bei Vorliegen von medikamenten-

<sup>3</sup> Das Prinzip des Nachweises von „inkompletten“ Antikörpern mittels AHG in der Immunhämatologie sowie die Integration einer Antiglobulin-Reaktion bei den später entwickelten immunologischen Nachweisverfahren zur Detektion von Antigen-Antikörper-Reaktionen (z.B. bei indirekten Immunfluoreszenztests, ELISA, RIA, RAST u.a. Assay-Formaten) wurde schon zwischen 1905 und 1909 von anderen Autoren experimentell dargestellt und publiziert (s. Literatur). RRA COOMBS's Verdienst ist die systematische Weiterentwicklung des Testprinzips

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	4 von 18

- induzierten Antikörpern bedacht werden
- b) Nach Transfusionen (Transfusionsreaktionen, inkompatible Transfusionen) zum Nachweis einer Bindung von irregulären Antikörpern an Erythrozyten,
  - c) Bei Neugeborenen (Morbus haemolyticus neonatorum) zum Nachweis einer Sensibilisierung fetaler Erythrozyten mit mütterlichen Antikörpern nach transplazentarem Übertritt in den kindlichen Kreislauf (Mutter-Kind-Inkompatibilität)

## Hämolyse

Bei Erythrozyten-Hämolyse kann es sich um Antikörper gegen erythrozytäre Antigene handeln, die Komplement binden und eine Lyse der Zellen bewirken, z.B. bei Vorliegen von Autoantikörpern gegen eigene Blutgruppenantigene (meist ohne erkennbare Spezifität). Bei AIHA vom Kältetyp treten in der Regel Autoantikörper vom IgM Isotyp auf, während AIHA vom Wärmetyp mit Autoantikörpern vom IgG Isotyp assoziiert sind. Als klinisch relevant sind solche Antikörper, die akute oder chronische Hämolysen verursachen.

Hämolysen entstehen durch Bindung von Antikörpern an Erythrozytenoberflächen und anschließender Aktivierung der Komplementkaskade. Die Komplementaktivierung (Hämolysetyp) ist stark abhängig von der Immunglobulinklasse des Autoantikörpers (IgM > IgG). Die Temperaturamplitude des Antikörpers bestimmt die Reaktivität des Antikörpers, d.h. Kälteantikörper vom IgM-Typ reagieren bevorzugt in Kälte und Wärmeantikörper bei Wärme. Kälteantikörper mit grosser Temperaturamplitude (Reaktivität z.B. im Bereich zwischen 4 °C und Körpertemperatur) gelten vor allem bei Transfusionsbedarf unter reduzierter Körpertemperatur als kritisch.

## AB0-System

Das AB0-System mit den Phänotypen A, B, AB und 0 ist das wichtigste Blutgruppensystem, das bei der Gabe von Fremdblut zu berücksichtigen ist. Zusätzlich muss auf Kompatibilität des Merkmals RhD wegen seiner hohen Immunogenität geachtet werden.

In der Regel enthält jedes Probandenserum Isoagglutinine als sog. natürliche Antikörper. Isoagglutinine sind gegen solche AB0-Antigene gerichtet, die nicht auf der Oberfläche der eigenen Erythrozyten vorkommen. Es handelt sich vorwiegend um Antikörper der IgM Klasse (sog. komplette Antikörper), deren Bildung erst im Laufe der ersten Lebensmonate abgeschlossen ist.

Die Bestimmung der Blutgruppenmerkmale wird als Doppelbestimmung durchgeführt. Das Ergebnis einer Blutgruppenbestimmung gilt erst dann als vollständig, wenn neben der Bestimmung von AB0 und des Merkmals RhD auch die Bestimmung der Isoagglutinine des Probanden einbezogen wurde. Für die Serologie der Erythrozytenmerkmale werden monoklonale Testreagenzien präferiert. Die parallel durchgeführte Bestimmung der Isoagglutinine Anti-A und Anti-B erfolgt durch Verwendung von Testerythrozyten mit bekanntem Antigenprofil (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, 0).

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	5 von 18

## Rhesus-System (Rh-System)

Das Rhesus-System ist aus hämotherapeutischer Sicht ein weiteres wichtiges und vom AB0-System unabhängiges Blutgruppensystem. Als RhD-positiv werden alle Personen bezeichnet, bei denen das phänotypische Merkmal „D“ nachweisbar ist. Ein Antikörper gegen „d“ konnte bisher nicht nachgewiesen werden, deshalb wird jede Person als RhD-negativ (dd) bezeichnet, bei der das Merkmal „D“ nicht feststellbar ist. Serologisch werden Personen als D-negativ oder D-positiv anhand von monoklonalen Antikörpern diagnostiziert.

Im Falle eines Transfusionsbedarfs oder im Falle einer Schwangerschaft ist das Merkmal RhD aufgrund seiner starken Immunogenität immer zu berücksichtigen (feto-maternale Inkompatibilität). Bei voll ausgeprägtem RhD Merkmal ist die serologische Diagnostik in der Regel unproblematisch, dagegen sind in Fällen von D weak und D partial Fehlbeurteilungen möglich. Rhesus D weak und D partial zeichnen sich durch quantitative und qualitative Unterschiede im D-Antigen aus. Die Differenzierung von Varianten ist mit serologischen Methoden nicht zu erzielen. Dies ist aber wichtig, weil molekulare Unterschiede im D-Antigen die Immunogenität beeinflussen. Die Vielfalt von RHD Allelen (genetische Mutationen, Punktmutationen, andere Ursachen), die sich auf die antigene Struktur des D-Moleküls auswirken, gilt als limitierender Faktor bei den herkömmlichen serologischen Bestimmungsverfahren. Die sichere Bestimmung des RHD Status ist aber bei medizinischen Indikationen wie bei Bluttransfusionen oder bei Fragen zur pränatalen und postpartalen Rhesus-D-Prophylaxe erforderlich und kann bei Verdacht auf Vorliegen von D Varianten nur mit molekularbiologischen Methoden erfolgen.

### Gefahr der Fehlbestimmung des RhD Merkmals mit serologischen Testverfahren

Im Routinelabor kommen monoklonale Anti-D Reagenzien für die Bestimmung des RhD Merkmals zur Anwendung. Bei voll ausgeprägtem RhD Antigen reagieren die Antikörper im serologischen Testansatz mit 3+ bis 4+ positiven Agglutinationswerten. Bei Vorliegen von D weak oder D partial kommt es in der Regel zu abgeschwächten Reaktionen. Dies ist aber nicht immer der Fall, so dass es zu unverhofften Fehleinschätzungen des RhD Merkmals kommen kann. Nachfolgend wird ein Fall berichtet, der sich anlässlich der Bestimmung des RhD Merkmals bei einer schwangeren Frau ergab.

Bei einer schwangeren Frau wurde das Ergebnis **Blutgruppe 0 RhD-positiv** ermittelt. Mehrere serologische Testverfahren ergaben keine Auffälligkeiten (Röhrchen, Gelsäulen und Mikrotiterplatte), die Ergebnisse wurden 3+ bis 4+ positiv resultiert, mehrere Untersucher haben unabhängig voneinander die serologischen Testergebnisse als **RhD-positiv** befundet. Trotz der klaren serologischen Ergebnisse und eher zufällig wurde wegen der afrikanischen Herkunft der Patientin eine RhD Genotypisierung durchgeführt. Genotypisch ergab sich eine **RhD Variante (RHD\*10 DAU)** mit der Rhesus D Klassifikation

- a) Patientin als Spender: Rhesus positiv und
- b) Patientin als Empfänger: Rhesus negativ.

Dieses Untersuchungsergebnis wurde aufgrund der Serologie nicht erwartet und nur durch eine molekularbiologische Bestimmung erzielt, so dass eine Fehlbestimmung vermieden werden konnte, siehe <https://www.kuhlmann-biomed.de/the-burden-of-false-rhd-phenotyping-in-partial-d/>.

Die Grenzen der serologischen Routinediagnostik sind nicht immer einzuschätzen, werden aber immer wieder bei genetisch-ethnischen Gegebenheiten beobachtet. Weak D und D Varianten kommen häufiger vor als serologisch zu vermuten ist. Die RHD Genotypisierung wird bereits von Transfusionsmediziner bei Blutspendern für eine bessere Patientensicherheit favorisiert.

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	6 von 18

Die Bedeutung des Merkmals RhD wird in der Richtlinie Hämotherapie der Bundesärztekammer (2017) adressiert, indem die Vorgehensweise bei der Bestimmung des Merkmals RhD festgelegt wird. Diese Vorgehensweise (siehe nachfolgendes Zitat) ist ein wichtiger Punkt in der RhD Diagnostik. Ob dies aber ausreicht, um die serologischen Unsicherheiten (inhärente, methodisch bedingte Fehleinschätzung) bei der RhD Diagnostik auszuräumen, bleibt offen:

[Zitat aus der Richtlinie Hämotherapie]

- Bei negativem Ergebnis aller Testansätze gelten potenzielle Empfänger von Blut, einschließlich Schwangeren und Neugeborenen, als RhD-negativ.
- Bei übereinstimmend positivem Ergebnis ist der Patient RhD-positiv.
- Bei diskrepanten, fraglich positiven oder schwach positiven Ergebnissen der Testansätze mit monoklonalem IgM-Anti-D ist der Patient vorerst als „Empfänger RhD-negativ“ zu deklarieren.
- Eine Differenzierung mit molekulargenetischen Verfahren sollte durchgeführt werden, insbesondere bei Mädchen, bei gebärfähigen Frauen und bei Patienten mit chronischem Transfusionsbedarf.
- Ist diese Differenzierung erfolgt, gelten Transfusionsempfänger, Schwangere und Neugeborene mit dem RhD Genotyp weak D Typ1, 2 oder 3 als RhD-positiv:
- Transfusionsempfänger mit den Merkmalen weak D Typ 1, 2 und 3 können mit RhD-positiven Blutprodukten transfundiert werden.
- Schwangere mit den Merkmalen weak D Typ 1, 2 oder 3 benötigen keine Rhesusprophylaxe.
- Transfusionsempfänger und Schwangere mit diskrepanten, fraglich positiven oder schwach positiven serologischen Testergebnissen und einem anderen Genotyp gelten als **RhD-negativ**.

Neben dem Merkmal RhD sind auch die Antigene C, c, E, e und deren Varianten für eine Transfusion von zellulären Blutprodukten von Bedeutung. Das Serum enthält in der Regel keine natürlich gebildeten Antikörper gegen Rh-Antigene. Antikörper gegen Rh-Antigene werden vorwiegend bei Rh-Untergruppen ungleichen Transfusionen oder während einer Schwangerschaft gebildet. Dabei handelt es sich überwiegend um IgG Antikörper (seltener um IgM und in Ausnahmen auch um IgA Antikörper).

### **Kell und weitere Blutgruppensysteme**

Neben dem AB0- und dem Rh-System ist das Kell-System als weiteres wichtiges Blutgruppensystem zu nennen, auf dessen Merkmale bei hämotherapeutischen Erfordernissen untersucht wird. Zu den Hauptantigenen des Kell-Systems gehören die antithetischen Antigene K (Kell) und k (Cellano), die homozygot oder heterozygot vorliegen können. Das immunogene Potential ist hoch, daher besteht bei Transfusionsbedarf die Notwendigkeit, identisch bzw. kompatibel zu transfundieren, um eine Immunisierung bei Mädchen und Frauen im gebärfähigen Alter und bei Patienten mit voraussehbar langzeitiger Transfusionsbehandlung zu vermeiden.

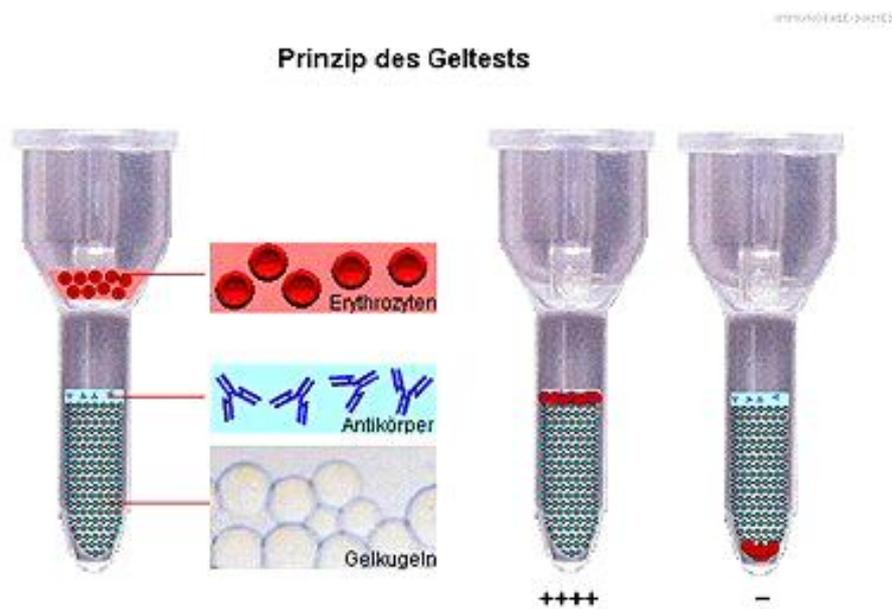
<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b>	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
	Begleitende Anmerkungen	<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	7 von 18

Darüber hinaus gibt es weitere BG-Systeme mit zahlreichen Antigen-Entitäten, die nicht routinemässig untersucht werden. Im Fall einer Transfusion finden solche Antigene keine unmittelbare Berücksichtigung. In der Hämotherapie werden eventuelle Inkompatibilitäten pragmatisch über den Antikörpersuchtest (Nachweis irregulärer Antikörper) und die Kompatibilitätsprüfung (serologische Verträglichkeitsprobe, Kreuzprobe) ermittelt.

### Blutgruppenbestimmung mit der DiaMed Geltechnik

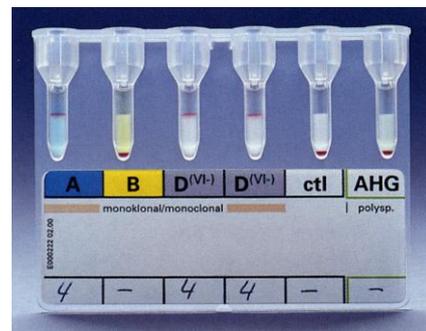
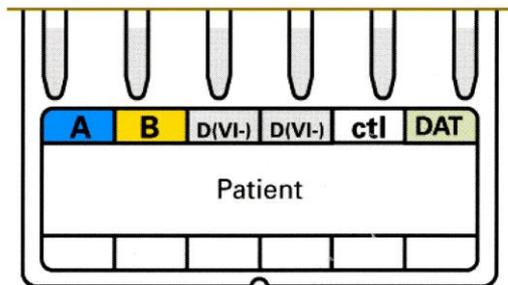
Eine verbreitete Methode für die Blutgruppenbestimmung in der Routine ist die Säulen-Agglutinationstechnik, z.B. das DIAMED ID-MICRO TYPING SYSTEM. Bei diesem Nachweissystem handelt es sich um eine Agglutinationstechnik, die speziell für diesen Zweck entwickelt wurde. Das Prinzip basiert auf dem Nachweis von agglutinierten Erythrozyten in einem mit Gel-Kügelchen befüllten Mikroröhrchen (Geltechnik).

In einer Plastikkarte sind schlanke Mikroröhrchen eingearbeitet, die Dextran-Kügelchen enthalten. Oberhalb der Gelsäule befindet sich die Reaktionskammer für die Aufnahme von Reagenzien und Untersuchungsmaterial (Probenmaterial). Methodisch handelt es sich um eine Kombination von Agglutinationsreaktion (Antigen-Antikörper-Reaktion) und Zentrifugation des Testansatzes. Eine negative Reaktion ist dadurch gekennzeichnet, dass die Erythrozyten während der Zentrifugation bis zum Boden des jeweiligen Röhrchens sedimentieren. Bei einer positiven Reaktion verzögert sich die Sedimentation der Erythrozyten im Gelbett aufgrund einer stattgefundenen Agglutination. Das Ausmass der Sedimentation wird durch die Grösse der Agglutinate bestimmt.



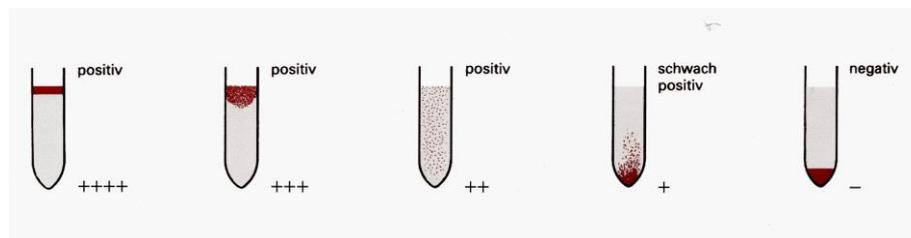
Beispiel einer Gelkarte  
(Abbildung aus dem Fortbildungsmaterial der Fa DiaMed AG)

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b>	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
	Begleitende Anmerkungen	<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	8 von 18



Ableseprinzip, Ergebnisse mit der DiaMed Geltechnik,

- **positive Reaktion:** Positive Reaktionen sind als rote, kompakte Masse (agglutinierte Erythrozyten) auf dem Gelbett sichtbar
- **schwach positive Reaktion:** Bei schwach positiven Reaktionen (+ oder ++) verteilen sich die Agglutinate im Gel
- **negative Reaktionen:** Bei negativen Reaktionen durchwandern die Erythrozyten das Gelbett bis zum Boden der Röhren und sind dort als roter Knopf sichtbar



DiaMed ID-Micro Typing System: Blutgruppenserologie  
(Abbildung aus dem Produktkatalog, 2006)

Für die Blutgruppenserologie kommen verschiedene Varianten der Geltechnik zum Einsatz.

- **Blutgruppen Bestimmungskarten:** Testreagenzien sind in den Reaktionskammern enthalten.
- **Rh-Untergruppen (plus K) Bestätigungskarten:** Testreagenzien sind in den Reaktionskammern enthalten.
- **Blutgruppen Bestätigungskarten:** Testreagenzien sind in den Reaktionskammern enthalten.
- **Gelkarten für NaCl-, Enzymtest und Kälteagglutinine:** s. Neutral-Gel (NaCl) Karten
- **Neutral-Gel (NaCl) Karten:** Mikroröhrchen enthalten nur Gelkugeln (Dextran) in Suspensionsflüssigkeit.
- **LISS/Coombs Karten:** Gelmatrix enthält Antihumanglobulin Antikörper (AHG, Kaninchen Anti-Human IgG und monoklonales Anti-C3d)

Hinweis: Gelkarten vor Gebrauch zentrifugieren.

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	9 von 18

### Zur Beachtung bei der Gelkarten-Technik

Problem	Mögliche Auswirkung	Ursachen	Lösungen
Flüssigkeitsspiegel im Gelröhrchen niedrig (<1 mm über der Gelsäule)	Falsch positive Ergebnisse	Gelröhrchen verfallen	a) Test mit neuer Karte wiederholen b) Lagerungsvorschrift beachten
Kälteagglutinine	Alle Ansätze einschl. Eigenkontrolle sind positiv	AHG-Test ohne vorheriges Waschen der Erythrozyten	Wiederholung des Tests, Serum und Erythrozyten auf 37°C vorwärmen, kein LISS verwenden, 30 Min. inkubieren
Überlagerte Proben	a) Diffuse und unklare Reaktionen b) Falsch positive Ergebnisse (gesprenkeltes Reaktionsbild)	a) alte geronnene und antikoagulierte Proben neigen zur Absorption von IgG und Komplement b) Veränderung der Erythrozytenmembran bei Lagerung	Wiederholung des Tests mit frischem Probenmaterial
Falsche Zentrifugationsgeschwindigkeit	a) Falsch positive Ergebnisse b) Unklare Ergebnisse c) falsch negative Ergebnisse	a) Zentrifugation zu niedrig: Erythrozyten bleiben hängen (schwach pos. oder unklares Ergebnis) b) Zentrifugation zu hoch: schwache Agglutinate sinken auf den Boden (falsch negatives Ergebnis)	Wiederholung des Tests, Zentrifugation nach Vorschrift
Niedriger Flüssigkeitsstand in der Säule nach Testbeendigung	Falsch negative Ergebnisse	Fehlende Materialzugabe (Serum fehlt)	Wiederholung des Tests und sicherstellen, dass alle Reaktionspartner zugegeben wurden
Gemischte Zellpopulationen	Mischfeld-Agglutination (starke Reaktion oben in der Säule und Zellknopf am Boden)	Mischfeldagglutination a) bei Vortransfusion, b) bei Transplantation c) bei genetischem Chimärismus	Transfusionsanamnese beachten
Linien an der Oberfläche	Linien können als falsch positiv interpretiert werden, Erscheinungsbild wie bei Mischfeld-Agglutination	a) Fibrinpartikel im Plasma b) unvollständig gewaschene Erythrozyten	a) Fibrinpartikel durch Zentrifugation entfernen b) Erythrozyten einmal waschen, um Plasmareste und Thrombozyten zu entfernen c) Patientenanamnese beachten

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	10 von 18

## Schreibweise der Blutgruppen-Ergebnisse gemäß Richtlinie Hämotherapie der BÄK

- **Erythrozytenmerkmale im AB0-System**

A

B

0

AB

die Untergruppen werden durch Zusätze gekennzeichnet, z.B.

A(1), A(2), A(1)B, A(2)B

- **Erythrozytenmerkmale im Rhesus-System (Rh)**

**RhD-positiv** und RhD-positiv (weak D positiv) sind Personen mit folgenden Merkmalen im Rh-System (Schreibweise beispielhaft empfohlen)

CcD.ee

CCD.ee

CcD.Ee

ccD.EE

ccD.ee

**RhD-negativ** sind Personen mit folgenden Merkmalen im Rh-System:

ccddee

Ccddee

ccddEe

CcddEe

usw.

- **Sonstige Blutgruppenmerkmale der Erythrozyten**

Die Schreibweise richtet sich nach der international üblichen Nomenklatur. Bei handschriftlichen Befundeintragungen müssen zur Vermeidung von Verwechslungen Blutgruppenbezeichnungen mit Kleinbuchstaben grundsätzlich mit einem Querstrich über dem Buchstaben versehen werden.

## Referenzen

Gesetz über Medizinprodukte (Medizinproduktegesetz – MPG) vom 02.08.1994, in der aktuell gültigen Fassung

Gesetz zur Regelung des Transfusionswesens (Transfusionsgesetz – TFG), vom 01.07.1998, in der aktuell gültigen Fassung

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	11 von 18

Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten (Medizinprodukte-Betreiberverordnung – MPBetreibV) vom 29.06.1998, in der aktuell gültigen Fassung

Richtlinie zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Richtlinie Hämotherapie). Aufgestellt gemäß §§ 12a und 18 Transfusionsgesetz von der Bundesärztekammer im Einvernehmen mit dem Paul-Ehrlich-Institut. Die Richtlinie ist online abrufbar unter:

[http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/MuE/Richtlinie\\_Haemotherapie\\_2017.pdf](http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/MuE/Richtlinie_Haemotherapie_2017.pdf)

Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen. Neufassung 2019, Dtsch Ärztebl pp A1-A33, Ed. Bundesärztekammer Die Richtlinie ist online abrufbar unter:

<http://www.bundesaerztekammer.de/rilibaek2019>.

Coombs RRA et al. Detection of weak and „incomplete“ Rh agglutinins: A new test. Lancet ii: 15-16, 1945

Coombs RRA. Historical note: past, present and future of the antiglobulin test. Vox Sang 74:67-73, 1998

Friedemann U. Weitere Untersuchungen über den Mechanismus der Anaphylaxie. Z Immunitätsforsch 2:591-641, 1909 (*u.a. bezugnehmend auf Experimente, die von ihm bereits 1905 durchgeführt wurden*)

Kretschmer V, Sonneborn HH: *Blutgruppenantigene und –Antikörper*. In: Labor und Diagnose. Indikation und Bewertung von Laborbefunden für die medizinische Diagnostik (Thomas L, Hrsg.), pp 1226-1290, 7. Auflage. TH-Books, Frankfurt 2008

Kuhlmann WD The burden of false RhD phenotyping in partial D (RHD\*10 DAU) <https://www.kuhlmann-biomed.de/the-burden-of-false-rhd-phenotyping-in-partial-d/>

Moreschi C. Neue Tatsachen über die Blutkörperchenagglutination. Zbl Bakt 46:49-51, 1908

DiaMed Deutschland GmbH. Arbeitsanleitungen Blutgruppenserologie, ID-Micro Typing System. Copyright © 2006 by DiaMed Deutschland GmbH, Ottobrunn

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	12 von 18

Anlage: Untersuchungen im Routinelabor

## Immunhämatologie in der Routine

### Antikörpersuchtest, Mutterschaftsvorsorge

Material	EDTA-Blut	2.7 ml
Versand	Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	Indirekter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren) zum Nachweis antierythrozytärer Antikörper, Titerbestimmung bei positivem Antikörpernachweis	
Indikation	Antikörpersuchtest im Rahmen der Mutterschaftsvorsorge	
Normbereich	Nicht nachweisbar	
Hinweis	Mitteilung von Vorbefunden, vorausgegangenen Schwangerschaften, Anti-D-Prophylaxe und sonstiger Medikamentengabe erforderlich.  Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. <i>Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest</i>	

### Antikörpersuchtest, irreguläre antierythrozytäre Antikörper

Material	EDTA-Blut	2.7 ml
Versand	Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	Indirekter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren) zum Nachweis antierythrozytärer Antikörper, Titerbestimmung bei positivem Antikörpernachweis	
Indikation	Antikörpersuchtest, Verlaufskontrolle bei früher nachgewiesenen Antikörpern gegen Erythrozytenantigene	
Normbereich	Nicht nachweisbar	
Hinweis	Mitteilung von Vorbefunden, vorausgegangenen Schwangerschaften, Anti-D-Prophylaxe, sonstiger Medikamentengabe erforderlich.  Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. <i>Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest</i>	

### Blutgruppe AB0, RhD und Antikörpersuchtest

Material	EDTA-Blut	10 ml
Versand	Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	Agglutinationstest gemäß Hämotherapie-Richtlinien der Bundesärztekammer (BÄK) einschl. Nachweis der Serumeigenschaften (Isoagglutinine).  <u>Merkmal RhD:</u> Monoklonale Antikörper der IgM-Klasse, die Kategorie D <sup>VI</sup> wird nicht	

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	13 von 18

erfasst. Genetische Varianten sind serologisch nicht differenzierbar, hierfür ist eine molekulargenetische Analyse erforderlich. RhD Varianten werden je nach Ethnie unterschiedlich häufig angetroffen, Angaben zur Herkunft des Patienten erhöhen die Aufmerksamkeit

Hinweis: Bei diskrepanten Testergebnissen werden gemäß BÄK und nach Rücksprache mit dem Auftraggeber molekulargenetische Verfahren zur Abklärung der Befunde herangezogen

**Indikation** Vorbereitung vor einer möglichen Transfusion von Blutprodukten, Anforderung auf Wunsch mit Ausstellung eines Blutgruppenausweises

**Normbereich** s. Befundbericht

**Hinweis** Die Blutgruppenbestimmung ist ein urkundlicher Vorgang mit besonderen präanalytischen Anforderungen.

Richtlinie Hämotherapie (BÄK): Für immunhämatologische Untersuchungen ist eine separate und ausschließlich für diesen Zweck frisch entnommene Blutprobe erforderlich.

Identitätssicherung: Jedes Probengefäß ist eindeutig zu kennzeichnen (Name, Vorname, Geburtsdatum), Daten in codierter Form können zusätzlich angebracht werden. Der Auftrag muss vollständig einschließlich Entnahmedatum ausgefüllt sein (sonst keine Blutgruppenbestimmung), die abnehmende Person muss identifizierbar sein. Der anfordernde Arzt ist für die Identitätssicherung der Blutprobe verantwortlich.

Therapie: Bestimmte Medikamente z.B. therapeutische Antikörper, i.v. IgG und hochdosierte Beta-Laktam Antibiotika können die Untersuchungen beeinflussen und müssen mitgeteilt werden, ebenso vorausgegangene Transfusionen, Schwangerschaften und allogene Stammzelltransplantationen

### **Blutgruppe AB0, CcDEe, Kell und Antikörpersuchtest**

**Material** EDTA-Blut 10 ml

**Versand** Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C

**Methode** s. *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*

**Indikation** Vorbereitung vor einer möglichen Transfusion von Blutprodukten, Anforderung auf Wunsch mit Ausstellung eines Blutgruppenausweises

**Normbereich** s. Befundbericht

**Hinweis** Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*

### **Blutgruppe AB0, RhD und Antikörpersuchtest, Mutterschaftsvorsorge**

**Material** EDTA-Blut 10 ml

**Versand** Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C

**Methode** s. *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*

**Indikation** Mutterschaftsvorsorge

**Normbereich** s. Befundbericht

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	14 von 18

Hinweis Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. *Blutgruppe (ABO, RhD, Antikörpersuchtest)*

### Blutgruppe AB0, RhD und direkter Coombstest, Neugeborene

**Material** Nabelschnurblut 10 ml

**Versand** Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C

**Methode** s. *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*  
Die Serumgegenprobe entfällt bis zum Abschluss des 3. Lebensmonats (Hämotherapie-Richtlinien der Bundesärztekammer). Der serologische Befund wird als vorläufig gekennzeichnet

**Indikation** Bei Neugeborenen von RhD-negativen Müttern, bei Müttern mit bekannten irregulären antierythrozytären Antikörper, bei Verdacht auf Morbus haemolyticus neonatorum oder ABO-Inkompatibilität

**Normbereich** s. Befundbericht

**Hinweis** Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den Einsender (Arzt, Hebamme) ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*

### Coombstest, direkt (DCT)

**Material** EDTA-Blut 2.7 ml

**Versand** Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C

**Methode** Direkter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren) zum Nachweis von erythrozytengebundenen Immunglobulinen und Komplementfaktoren.  
Polyspezifischer Suchtest, bei positivem Testergebnis erfolgt eine Differenzierung der Bindungsproteine IgG, IgA, IgM und C3d mit Titerangabe für den IgG Isotyp

**Indikation** In vivo Sensibilisierung der Patientenerythrozyten mit Immunglobulin oder Komplement z.B. bei primärer und sekundärer autoimmunhämolytischer Anämie (Wärme-, Kälte-Autoantikörper), Morbus haemolyticus neonatorum, Transfusions-Reaktionen, medikamenten-induzierte Anämie

**Normbereich** Nicht nachweisbar

**Hinweis** Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*

### Coombstest, indirekt (ICT)

**Material** EDTA-Blut 2.7 ml

**Versand** Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	15 von 18

Methode	Indirekter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren) zum Nachweis zirkulierender Antikörper gegen Erythrozytenantigene (Alloantikörper, autoimmune Antikörper), ggf. mit Antikörperdifferenzierung und Titerangabe
Indikation	Nachweis zirkulierender anti-erythrozytärer Antikörper
Normbereich	Nicht nachweisbar
Hinweis	Der Antikörpersuchtest (ICT) ist auch Bestandteil jeder Blutgruppenbestimmung. Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. <i>Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest</i>

### Irreguläre Antikörper (antierythrozytär)

Eine empfindliche Methode zum Nachweis von antierythrozytären Antikörpern ist der Antihumanglobulintest als direkter und indirekter Coombstest

siehe *Coombstest*

### Isoagglutinine

Der Nachweis von Isoagglutininen ist Bestandteil jeder Blutgruppenbestimmung (Serumgegenprobe) und in der Regel keine Einzelanforderung.

Isoagglutinine sind postnatal gebildete, reguläre Antikörper gegen körperfremde Blutgruppenstrukturen, sog. „natürliche“ Antikörper (Anti-A, Anti-B)

siehe *Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest*

### Kälteagglutinine

Material	Citrat-Blut (1:10)                      3 ml Einsender: Plasma bei 37 °C durch Zentrifugation abtrennen, Plasma und Erythrozyten (in getrennten Röhrchen) einsenden
Versand	Innerhalb von 24 Std. (Raumtemperatur)
Methode	Agglutinationstest mit Titerangabe
Indikation	Verdacht auf Kälteagglutininkrankheit, Akrozyanose, Hämolyse/Anämie, Hämoglobinurie im Rahmen von Kälteexpositionen z.B. primäre oder sekundäre Kälteagglutinin-Syndrome, immunpathologisch bei autoimmunhämolytischer Anämie (AIHA) vom Kältetyp, Raynaud-Syndrom, Kollagenosen, Malignomen und lymphoproliferativen Erkrankungen, Kälte-Autoantikörper mit akut-reversiblen Verlauf bei Infektionen (z.B. Mykoplasmen, EBV)
Normbereich	≤ 1:32 bei 4 °C
Hinweis:	Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. <i>Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest</i>

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	16 von 18

### Kälte-Autoantikörper

siehe *Kälteagglutinine*

### Wärmeautoantikörper

Material	EDTA-Blut	2.7 ml
Versand	Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	Indirekter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren), Nachweis von Autoantikörpern gegen Erythrozytenantigene im Coombs-Milieu. Bei hohen Titern ist eine Abklärung der Spezifität mittels Elutions- und Absorptionsverfahren möglich, ggf. Weiterleitung an ein DRK Institut nach Rücksprache mit dem Auftraggeber, Einsendung von frischem Probenmaterial erforderlich	
	Agglutinationstest, semiquantitativ mit Titerangabe	
Indikation	Verdacht auf autoimmunhämolytische Anämie (AIHA) vom Wärmetyp, unklare Hämolyse	
Normbereich	Nicht nachweisbar	
Hinweis	Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. <i>Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest</i>	

### Serologische Verträglichkeit, Kreuzprobe

Material	EDTA-Blut	mind 5.0 ml
	Probenmaterial für Kreuzprobe, ABD-Bestätigungstest und Antikörpersuchtest	
Transport	Nach Entnahme direkt zum Labor, zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	<u>Kreuzprobe, Antikörpersuchtest</u> : jeweils indirekter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren im LISS/Coombs-Milieu <u>ABD-Bestätigung</u> : ABD Bestimmung mit monoklonalen Antikörpern z.B. in ID-Karte DiaClon (A-B-D/A-B-D) bei bereits bekannter Blutgruppe, in anderen Fällen vollständige Blutgruppenbestimmung erforderlich	
	Agglutinationstest, qualitativ (verträglich/nicht verträglich bzw. Reaktion: nein/ja auch Schreibweise negativ/positiv)	
Indikation	Hämotherapie-Vorbereitung, Überprüfung der blutgruppenserologischen Verträglichkeit von Spender und Empfänger vor einer Transfusion von zellulären Blutprodukten	
Normbereich	Keine Agglutinationsreaktion bei Kreuzprobe und AKS; ABD s. Befundbericht	
Hinweis	Die Identitätssicherung der entnommenen Patientenprobe durch den einsendenden Arzt ist vorgeschrieben (Bundesärztekammer), weitere Hinweise s. <i>Blutgruppe AB0, RhD, Antikörpersuchtest</i> . Gültigkeit der Kreuzprobe beachten, s. Abschnitt 4.4.9 Richtlinie Hämotherapie	

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	17 von 18

## Immunhämatologie in Sonderfällen

### Antikörperdifferenzierung

Antikörperdifferenzierung wird in der Regel vom Labor bei positivem Antikörpersuchtest veranlasst, ggf. Weiterleitung an DRK

Material	EDTA-Blut	10 ml
Versand	Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	Indirekter Antihumanglobulintest (Säulenagglutinationsverfahren), Bestimmung von Spezifität und Titer antierythrozytärer Antikörper	
Indikation	Differenzierung von antierythrozytären Antikörpern (s. Antikörpersuchtest, AKS), Verlaufskontrolle bei nachgewiesenen antierythrozytären Antikörpern z.B. im Rahmen der Mutterschaftsvorsorge	
Normbereich	Negativ	

### Antikörperdifferenzierung, Elution gebundener Antikörper

Wird in der Regel je nach Laboreergebnis vom Labor veranlasst, ggf. Weiterleitung an DRK

Material	EDTA-Blut	10 ml
Versand	Innerhalb von 24 Std., zwischen 4 °C und 22 °C	
Methode	Elution (z.B. Säure), Hämagglutinationstest der eluierten Antikörper unter Verwendung von Testerythrozyten mit bekanntem Antigenprofil	
Indikation	Positiver direkter Coombstest (DCT) bei Patienten mit Autoimmunhämolyse, nach Transfusion, bei Neugeborenen zur Bestimmung der Antikörperspezifität	
Normbereich	Negativ	

### Kell-Antigene (K, k)

Kell ist Bestandteil der kompletten Blutgruppenbestimmung und wird in der Regel nicht als gesonderte Einzelleistung vom Einsender angefordert

#### Hinweis:

- a) bei positivem Nachweis von K (Kell-Antigen) muss immer die Bestimmung von k (Cellano) durchgeführt werden. Die Untersuchung wird vom Labor veranlasst
- b) Kell (K) bzw. k (Cellano) kann vom Einsender nachgemeldet werden, wenn z.B. nachträglich die „kleine“ Blutgruppe in eine „große“ Blutgruppe erweitert werden soll

### Rhesus-Faktor (RhD Antigen)

In der Regel keine Einzelanforderung durch den behandelnden Arzt. Das Merkmal RhD ist integraler Bestandteil der Blutgruppenbestimmung

<b>Labor</b>	<b>Blutgruppenbestimmung</b> Begleitende Anmerkungen	<b>Dok.-Nr.</b>	VA ...
		<b>Version</b>	01
		<b>Gültig ab</b>	---
		<b>Seite</b>	18 von 18

Sonderfälle: Bestimmung von **RhD im Nabelschnurblut** eines Neugeborenen bei Fragen zur Notwendigkeit einer postnatalen Anti-D Prophylaxe der Mutter des Neugeborenen. Anforderung erfolgt durch den Arzt oder die Hebamme z.B. bei

- a) RHD Status der Mutter unbekannt und zur Abklärung des RHD Status beim Neugeborenen, evtl. wichtig bezügl. einer erforderlichen Anti-D-Prophylaxe der Mutter
- b) Mutter RhD-negativ und Abklärung des RHD Status des Neugeborenen

Allgemeiner Hinweis: bei RhD-negativer Mutter und bei Mutter mit unbekannter Blutgruppe/unbekanntem RHD Status wird beim Neugeborenen eine Blutgruppenbestimmung mit DCT empfohlen

### **Rhesus-Faktor RhD, Dweak Ansatz**

In der Regel keine Einzelanforderung. Der Dweak Ansatz wird je nach serologischem RhD Ergebnis vom Labor veranlasst, ggf. auch Weiterleitung an DRK/Blutspendedienst zur weiteren Abklärung

### **Andere Blutgruppenantigene (Duffy Fy<sup>a</sup>, Kidd Jk<sup>a</sup>, Lewis Le<sup>a</sup> und andere)**

In der Regel keine Einzelanforderung. Die Bestimmung definierter Blutgruppenmerkmale beim Blutspendedienst des DRK erfolgt z.B. auf Veranlassung des Labors zur Spezifitätsabklärung vorliegender, irregulärer Blutgruppen-Antikörper

### **RhD Allele**

Selten als Einzelanforderung durch den behandelnden Arzt. Entsprechende Untersuchungen können je nach Laborergebnis erforderlich werden, z.B. zur Abklärung diskrepanter serologischer Testergebnisse gemäß Vorgaben der BÄK (Hämotherapie-Richtlinie). Bestimmung von RhD Allelen mit PCR-SSP

Hinweis: Rücksprache mit dem Auftraggeber zur Abklärung der Kostenübernahme empfohlen

Beachte: Ausführliche Beschreibungen zu Methoden, Reagenzien, Geräten und Arbeitsabläufen sind den jeweiligen Arbeits- und Verfahrensanweisungen zu entnehmen.