

|              |   |                  |          |
|--------------|---|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung   | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              | <b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen | <b>Version</b>   | 01       |
|              |   | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |   | <b>Seite</b>     | 1 von 10 |

## Serologische Blutgruppenbestimmung

### Allgemeine Grundlagen <sup>1</sup>

Blutgruppenantigene sind molekulare Strukturen auf der Erythrozytenmembran, die in der Routine serologisch mit spezifischen Antikörpern bestimmt werden. Dabei werden vornehmlich die Phänotypen des AB0-Systems (A, B, AB, 0), des Rhesus-Systems (C, c, D, E, e) und des Kell-Systems (K und k) bestimmt.

Die blutgruppenserologisch wichtigste Antikörperklasse sind in der Regel Immunglobuline der IgG und IgM Klasse (seltener IgA Klasse). Die wichtigste Methode zum Nachweis von Antigen-Antikörperreaktionen in der Blutgruppenserologie ist die Hämagglutination mit ihren Modifikationen. Die Reaktivität der Antikörper wird durch ihre Klassenzugehörigkeit und eine ausreichende Anzahl von Epitopen auf den Erythrozyten geprägt. Neben agglutinierenden Eigenschaften sind in bestimmten Fällen auch hämolytische Eigenschaften (Bindung von Antikörpern an Oberflächenantigene und Komplementaktivierung) von Bedeutung.

### Hämagglutination

Hämagglutination ist die sichtbare Verklumpung von Erythrozyten durch Antigen-Antikörper-Reaktion. Für eine mit dem Auge sichtbare Verklumpung muss eine ausreichende Menge an Reaktionen von Antikörpern mit Erythrozytenantigenen vorliegen. Erythrozyten tragen an ihrer Oberfläche einen Überschuss an negativer Ladung, sie stoßen sich gegenseitig ab. Antikörpermoleküle vom IgM Isotyp (sog. komplette Antikörper) sind aufgrund ihrer Größe (signifikant grösser als IgG Moleküle) in der Lage, die durch Geometrie und negativen Ladungen bedingte Distanz benachbarter Erythrozyten zu überbrücken und ohne zusätzliche Hilfsmittel sichtbare Agglutinationen zu erzielen. Man nennt sie auch NaCl wirksame Antikörper, da sie in physiologischer Kochsalzlösung reagieren. Das Reaktionsoptimum liegt meist bei Raumtemperatur oder darunter, im Extremfall bei 0°C.

Antikörpermoleküle der IgG Klasse reagieren ebenfalls mit entsprechenden Epitopen auf Erythrozyten, sie können aber aufgrund der geringeren Molekülgrösse den Abstand zwischen benachbarten Erythrozyten nicht ohne Hilfsmittel überbrücken (sog. inkomplette Antikörper). Bei Zugabe von Supplementen (Albumin, Dextran) oder nach Enzymbehandlung (z.B. Bromelin, Papain) werden Ladungen ausgeglichen, so dass sich die Distanzen zwischen den Erythrozyten verringern. Die Bindungsstellen von IgG Antikörpermoleküle sind dadurch in der

<sup>1</sup> 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<br>QM-Stelle |                |                    |
| Abteilung    |                                      |                |                    |
| Datum        |                                      |                |                    |
| Unterschrift |                                      |                |                    |

|              |   |                  |          |
|--------------|---|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung   | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              | <b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen | <b>Version</b>   | 01       |
|              |   | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |   | <b>Seite</b>     | 2 von 10 |

Lage, mit Antigenen benachbarter Erythrozyten in ausreichendem Maß zu reagieren und eine sichtbare Agglutination auszulösen. Diese sog. inkompletten Antikörper haben bei einer Temperatur von ca. 37°C ihr Reaktionsoptimum.

In der immunhämatologischen Routinediagnostik sind folgende Methoden und Systeme zum Nachweis von Agglutinationsreaktionen weit verbreitet:

- Agglutination in klassischen Reagenzgläsern, in Tüpfelplatten oder Mikrotiterplatten (pipettieren und mischen der Reagenzien, durch Antigen-Antikörper-Reaktion entstehen agglutinierte Erythrozyten)
- Agglutination in Mikroröhrchen, befüllt mit Gelkügelchen, beispielsweise das DIAMED ID-MICRO TYPING SYSTEM (Säulen-Agglutinations-Methode)
- Agglutination in speziellen Assay-Formaten, z.B. Mikrotiter-Streifen-/Plattentests, Solid-Screen und Capture-Tests.

## Coombstest

Der Antihumanglobulintest (AHG-Test, Coombs-Test), ein bereits 1945 von RRA COOMBS<sup>2</sup> in die immunhämatologische Diagnostik eingeführtes Testprinzip, hat sich für den Nachweis von zirkulierenden, freien Antikörpern oder 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:* Der ICT, z.B. durchgeführt mit der DiaMed Säulenteknik dient der Sichtbarmachung einer Antigen-Antikörper-Reaktion in einer Gelsäule. Der Test läuft als Mehrstufentest ab. Das zu prüfende Patientenserum wird mit bekannten Testerythrozyten versetzt. Während der Inkubation bei 37°C kommt es zur Bindung der Antikörper an das korrespondierende Antigen. Anschliessend wird zentrifugiert. Die mit Antikörpern beladenen Erythrozyten werden durch das AHG (das sich in dem Gelröhrchen befindet) agglutiniert. Je nach Menge und Reaktivität der vorliegenden Antikörper findet eine mehr oder weniger ausgeprägte Agglutination statt, die optisch abgelesen wird.
- *Direkter Coombs-Test:* Der DCT dient dem Nachweis von Antikörpern und/oder Komplexfaktoren, die sich *in vivo* an die Patientenerythrozyten gebunden haben. Gewaschene Patientenerythrozyten werden auf die Gelsäule (enthält AHG) pipettiert, anschliessend wird zentrifugiert. Nicht-beladene Erythrozyten sedimentieren bis zum Röhrchengrund. Bei positivem Reaktionsausfall (wenn AHG mit den in vivo beladenen Erythrozyten reagiert) können die Patientenerythrozyten die Gelmatrix nicht oder nur ungenügend passieren, d.h. sie werden im Gel aufgehalten; visuelle Ablesung wie oben beim ICT. Der DCT kommt u.a. zur Anwendung
  - a) zum Nachweis von Antikörpern, z.B. von Autoantikörpern bei einer autoimmun-

<sup>2</sup> Das Prinzip des Nachweises von „inkompletten“ Antikörpern mittels AHG sowie später die Integration einer Antiglobulin-Reaktion bei verschiedenen 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 aber die systematische Weiterentwicklung des Testprinzips

|              |   |                  |          |
|--------------|---|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung   | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              | <b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen | <b>Version</b>   | 01       |
|              |   | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |   | <b>Seite</b>     | 3 von 10 |

- hämolytischen Anämie,
- b) zum Nachweis einer Bindung von Alloantikörpern an transfundierte Erythrozyten bei inkompatibler Transfusion,
  - c) bei Neugeborenen zum Nachweis einer Bindung von mütterlichen IgG Antikörpern an die kindlichen Erythrozyten nach transplazentarem Übertritt in den Kreislauf des Kindes.

## Hämolyse

Bei der Anforderung von immunhämatologischen Untersuchungen sollen Proben auf Vorliegen von Hämolysezeichen geprüft werden. Hämolysen werden z.B. bei der Bindung von Antikörpern an Erythrozytenoberflächen und einer Aktivierung des Komplementsystems beobachtet. Der Vorgang wird beeinflusst von der Immunglobulinklasse des Antikörpers, der Antigendichte auf den Erythrozyten und der Ausbildung von membranlytischen Komplexen (MAC, Membranangriffskomplex).

## AB0-System

Das AB0-System ist das wichtigste zu berücksichtigende Blutgruppensystem bei der Hämotherapie. Die bekanntesten Phänotypen sind Blutgruppe A, B, AB und 0. Ausserdem muss zusätzlich bei der Blutgruppenbestimmung (AB0) auf das Merkmal RhD getestet werden.

Das Probandenserum enthält in der Regel Isoagglutinine, sog. natürliche Antikörper. Die Isoagglutinine sind gegen solche AB0-Antigene gerichtet, die nicht auf der Oberfläche der eigenen Erythrozyten vorkommen. Es handelt sich vorwiegend um komplette Antikörper der IgM Klasse (sog. komplette Antikörper), die erst im Verlauf der ersten Monate nach der Geburt gebildet werden.

Die AB0-Blutgruppe wird als Doppelbestimmung durchgeführt. Das Ergebnis einer Blutgruppenbestimmung ist erst vollständig, wenn neben der Bestimmung der antigenen Eigenschaften der Erythrozyten einschliesslich RhD auch die Isoagglutinine des Probanden bestimmt werden. Für die Untersuchung der Erythrozytenmerkmale kommen bevorzugt monoklonale Testreagenzien zur Anwendung. Die parallel durchgeführte Bestimmung der Serumeigenschaften (Isoagglutinine Anti-A und Anti-B) unter Verwendung von geeigneten Testerythrozyten (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B und 0 zur Kontrolle) komplettiert die serologische Blutgruppenbestimmung.

## Rhesus-System (Rh-System)

Das Rhesus-System ist ein weiteres wichtiges und vom AB0-System unabhängiges Blutgruppensystem. Als RhD-positiv werden alle Personen bezeichnet, bei denen das 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“

|              |  |                  |          |
|--------------|--|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung<br><b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              |  | <b>Version</b>   | 01       |
|              |  | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |  | <b>Seite</b>     | 4 von 10 |

nicht feststellbar ist. Etwa 85% der mitteleuropäischen Bevölkerung sind RhD-positiv. Bei Transfusionen muss besonders das Merkmal D aufgrund seiner starken Immunogenität beachtet werden.

In der aktualisierten Richtlinie Hämotherapie der Bundesärztekammer (2017) wird die Bestimmung des Merkmals RhD präzisiert:

[Zitat aus der Richtlinie Hämotherapie]

- *Bei negativem Ergebnis aller Testansätze gelten potenzielle Empfänger von Blut, einschließlich Schwangeren und Neugeborenen, als RhD-positiv.*
- *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 Typ 1, 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 gehören die Antigene C, c, E, e und deren Varianten zum Rh-System. Das Serum enthält in der Regel keine natürlich gebildeten Antikörper gegen Rh-Antigene. Antikörper gegen Rh-Antigene werden vorwiegend im Verlauf von Rh-Untergruppen ungleichen Transfusionen oder während einer Schwangerschaft gebildet. Dabei handelt es sich überwiegend um IgG Antikörper (seltener um IgM oder in Ausnahmen auch um IgA Antikörper)

### Weitere Blutgruppen-Systeme

Ausserhalb des Rh-Systems ist das Kell-System mit den Merkmalen K und k wichtig, K ist ein stark immunogenes Molekül. Bei Frauen im gebärfähigen Alter und bei Patienten mit voraussehbar langzeitiger Transfusionsbehandlung wird daher neben der Rh-Formel auch das Kell-System berücksichtigt.

Darüber hinaus gibt es eine große Anzahl weiterer BG-Antigene, die nicht routinemässig untersucht werden. Bei der Vielzahl der möglichen Kombinationen finden im Fall einer Transfusion diese Antigene keine direkte Berücksichtigung. In der Hämotherapie lassen sich

|              |                              |                  |          |
|--------------|------------------------------|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung                | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              | <b>Blutgruppenbestimmung</b> | <b>Version</b>   | 01       |
|              | Allgemeine Grundlagen        | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |                              | <b>Seite</b>     | 5 von 10 |

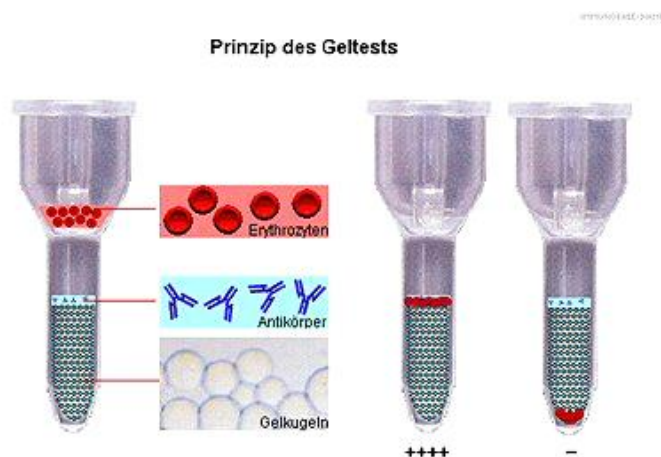
eventuelle Inkompatibilitäten pragmatisch über den Antikörpersuchtest (Ausschluss irregulärer Antikörper) und die Kompatibilitätsprüfung (serologische Verträglichkeitsprobe, Kreuzprobe) ermitteln.

### Blutgruppenbestimmung mit der DiaMed Geltechnik

Eine weit verbreitete Methode für die Blutgruppenbestimmung in der immunhämatologischen Routine ist 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 Gelkügelchen befüllten Röhrchen (Geltechnik).

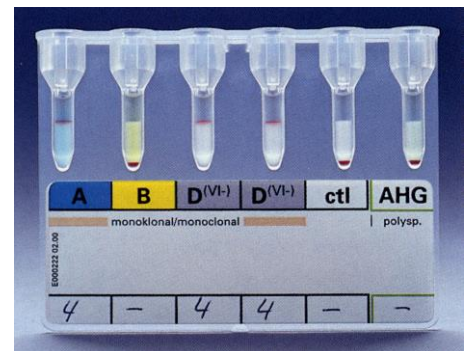
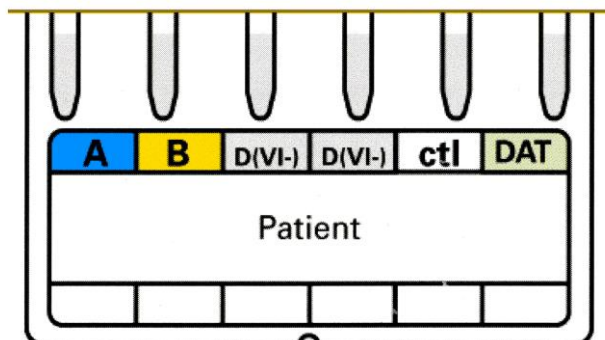
Im Mittelpunkt der Geltechnik stehen mit Gelkügelchen (Dextran) befüllte Mikroröhrchen. In einer Plastikkarte sind schlanke Mikroröhrchen eingearbeitet, die mit Sephadex-Gelkügelchen (Dextran) gefüllt sind. Über jeder Gelsäule befindet sich eine Reaktionskammer für Reagenzien und Untersuchungsmaterial (Probenmaterial). Methodisch handelt es sich um eine Kombination von Agglutinationsreaktion (Antigen-Antikörper-Reaktion) und Zentrifugation des Testansatzes. Zunächst werden Erythrozyten und Serum in den nach oben erweiterten Bereich des Röhrchens (= Reaktionskammer) eingefüllt und inkubiert. Anschliessend werden die Mikroröhrchen unter definierten Bedingungen zentrifugiert. Bei negativem Reaktionsergebnis sedimentieren die Erythrozyten bis zum Röhrchenboden; bei positivem Reaktionsergebnis werden agglutinierte Erythrozyten im Gel aufgehalten.

Das Gel erfüllt drei verschiedene Funktionen: zu Beginn der Zentrifugation werden die Erythrozyten aufgrund ihres Gewichtes vom Serum getrennt, dann treffen sie auf das Reagenz und werden aufgrund der entstandenen Komplexe (= Antigen-Antikörper-Reaktion, i.e. agglutinierte Erythrozyten) im Gel aufgehalten oder die Erythrozyten passieren die Gelmatrix (= nicht agglutinierte Erythrozyten).



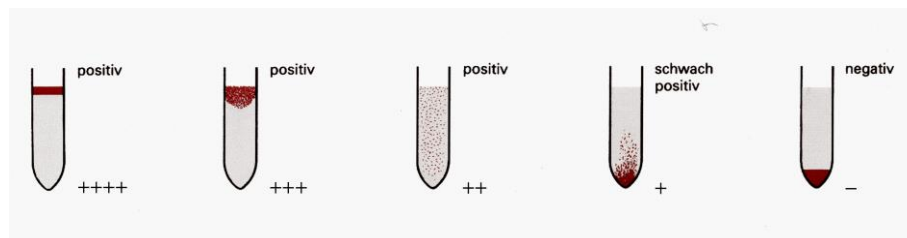
Abbildungen aus dem Fortbildungsmaterial der Fa DiaMed AG

|              |                              |                  |          |
|--------------|------------------------------|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung                | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              | <b>Blutgruppenbestimmung</b> | <b>Version</b>   | 01       |
|              | Allgemeine Grundlagen        | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |                              | <b>Seite</b>     | 6 von 10 |



Das Ableseprinzip der Reaktionen in der DiaMed Geltechnik ist in nachfolgendem Schema dargestellt.

- **Positive Reaktion:** Positive Reaktionen wird als rote Linie auf dem Gel sichtbar.
- **Schwach positive Reaktion:** Bei schwach positiven Reaktionen sind die Agglutinate im Gel verteilt.
- **Negative Reaktionen:** Bei negativen Reaktionen sind die Erythrozyten am Boden der Röhren als roter Knopf sichtbar.



Abbildungen aus *DiaMed ID-Micro Typing System: Blutgruppenserologie und Produktkatalog* (2006).

Die Inkubations- und Ablesetechnik ist einfach und sicher durchzuführen. In der Reaktionskammer erfolgt nach dem Einbringen von LISS, Erythrozyten und Serum bei 20°C (ABO und Rh-System) bzw. bei 37°C im Wärmeblock (AKS und Kreuzproben) die Antigen-Antikörper-Reaktion. Während der Zentrifugation bei fest eingestellter *g*-Zahl und Zentrifugationszeit sedimentieren die Erythrozyten in Abhängigkeit von der Agglutinationsstärke. Grosse Agglutinate bleiben oben in der Säule hängen; je feiner die Agglutinate sind desto tiefer senken sie sich ab. Bei Verwendung von Mikroröhren mit AHG-Reagenz werden die nicht an Erythrozyten gebundenen Gammaglobuline durch eine hochmolekulare Flüssigkeit in der Reaktionskammer gehindert, das in der Säule befindliche Coombs Serum zu neutralisieren.

Beim Diamed ID-System kommen verschiedene Varianten der Geltechnik zum Einsatz.

- **Blutgruppen Bestimmungskarten:** Testreagenzien sind in den Reaktionskammern enthalten.

|              |                              |                  |          |
|--------------|------------------------------|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung                | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              | <b>Blutgruppenbestimmung</b> | <b>Version</b>   | 01       |
|              | Allgemeine Grundlagen        | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |                              | <b>Seite</b>     | 7 von 10 |

- **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:** oberhalb der Gelmatrix befindet sich eine hochmolekulare Flüssigkeit; die Gelmatrix enthält Antihumanglobulin Antikörper.

Blutgruppen- und RhD-Bestimmung werden in der Regel zusammen angesetzt. Das Diamed-ID-System zur Blutgruppenbestimmung bietet in einem Ansatz ein vollständiges Profil für die Bestimmung von AB0 und RhD einschliesslich des Antihumanglobulintests (für den Antikörpersuchtest). Die zwei Anti-D Antikörper in den Gelkarten sind negativ für die Variante D<sup>VI</sup>. Die Serumgegenprobe erfolgt mit A<sub>1</sub>-, A<sub>2</sub>-, B- und 0-Erythrozyten.

### 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<br>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<br>b) Falsch positive Ergebnisse (gesprenkeltes Reaktionsbild) | a) alte geronnene und antikoagulierte Proben neigen zur Absorption von IgG und Komplement<br>b) Veränderung der Erythrozytenmembran bei Lagerung  | Wiederholung des Tests mit frischem Probenmaterial   |
| Falsche Zentrifugationsgeschwindigkeit                               | a) Falsch positive Ergebnisse<br>b) Unklare Ergebnisse<br>c) falsch negative Ergebnisse          | a) Zentrifugation zu niedrig: Erythrozyten bleiben hängen (schwach pos. oder unklares Ergebnis)<br>b) Zentrifugation zu hoch: schwache Agglutinate sinken auf den Boden (falsch negatives | Wiederholung des Tests, Zentrifugation nach Vorschrift   |

|              |   |                        |
|--------------|---|------------------------|
| <b>Labor</b> | <b>Kurzanleitung</b><br><b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen | <b>Dok.-Nr.</b> KA ... |
|              |   | <b>Version</b> 01      |
|              |   | <b>Gültig ab</b> ---   |
|              |   | <b>Seite</b> 8 von 10  |

|  |   | Ergebnis)  |  |
|--|---|--|--|
| Niedriger Flüssigkeitsstand in der Säule nach Testbeendigung | Falsch negative Ergebnisse  | Fehlende Materialzugabe (Serum fehlt)  | Wiederholung des Tests und sicher stellen, dass alle Reaktionspartner zugegeben wurden   |
| Gemischte Zellpopulationen                                   | Mischfeld-Agglutination (starke Reaktion oben in der Säule und Zellknopf am Boden)                      | Mischfeldagglutination<br>a) bei Vortransfusion,<br>b) bei Transplantation<br>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<br>b) unvollständig gewaschene Erythrozyten                                      | a) Fibrinpartikel durch Zentrifugation entfernen<br>b) Erythrozyten einmal waschen, um Plasmareste und Thrombozyten zu entfernen<br>c) Patientenanamnese |

### Zur Beachtung bei der Blutgruppenbestimmung

| Anti-A | Anti-B | Ctl. | A <sub>1</sub> -Ery | A <sub>2</sub> -Ery | B-Ery | Verdacht auf  | Abklärung  |
|--------|--------|------|---------------------|---------------------|-------|---|--|
| -      | -      | -    | -                   | -                   | +     | A <sub>x</sub> oder 0 mit schwachen Serum-eigenschaften   | Serumansatz mit Serumüberschuss. Falls negativ, dann A <sub>x</sub> -Untersuchung  |
| +      | +      | -    | +                   | -                   | -     | A <sub>2</sub> B oder A <sub>x</sub> B mit irreg. Anti-A <sub>1</sub> oder anderen spezif. Kälte-AK | A-Untergruppe<br>Kälte-AK<br>Differenzierung   |
| +      | -      | -    | +                   | -                   | +     | A <sub>2</sub> oder A <sub>x</sub> mit irreg. Anti-A <sub>1</sub> oder anderen spezif. Kälte-AK     | A-Untergruppe<br>Kälte-AK<br>Differenzierung   |
| -      | +      | -    | +                   | -                   | -     | schwaches A <sub>x</sub> B mit irreg. Anti-A <sub>1</sub> oder B mit schwachen Serum-eigenschaften  | Ansatz mit Serumüberschuss<br>Abklärung von Kälte-AK<br>A <sub>x</sub> -Untersuchung   |
| +      | +      | +    | +                   | +                   | +     | starke Kälte-Auto-AK frei und gebunden  | Pat.-Erythrozyten mit warmer NaCl Lösung waschen (3x) und Bestimmung der Blutgruppe wiederholen<br>Kälte-AK<br>Differenzierung |
| +      | -      | -    | +                   | +                   | +     | Kälte-AK  | Kälte-AK<br>Differenzierung  |



|              |  |  |  |  |  |                  |          |
|--------------|--|--|--|--|--|------------------|----------|
| <b>Labor</b> | Kurzanleitung<br><b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen |  |  |  |  | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...   |
|              |  |  |  |  |  | <b>Version</b>   | 01       |
|              |  |  |  |  |  | <b>Gültig ab</b> | ---      |
|              |  |  |  |  |  | <b>Seite</b>     | 9 von 10 |

|   |   |   |   |   |   |                                   |  |
|---|---|---|---|---|---|-----------------------------------|--|
| - | + | - | + | + | + | Kälte-AK                          | Kälte-AK<br>Differenzierung                  |
| + | - | - | - | + | + | A <sub>1</sub> mit (Auto) Anti-HI | A-Untergruppe<br>Kälte-AK<br>Differenzierung |

### 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.

|              |   |                  |           |
|--------------|---|------------------|-----------|
| <b>Labor</b> | <b>Kurzanleitung</b><br><b>Blutgruppenbestimmung</b><br>Allgemeine Grundlagen | <b>Dok.-Nr.</b>  | KA ...    |
|              |   | <b>Version</b>   | 01        |
|              |   | <b>Gültig ab</b> | ---       |
|              |   | <b>Seite</b>     | 10 von 10 |

## Referenzen

Bundesärztekammer: 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)

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

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