

Didaktische Hinweise zur Behandlung des AB0-Systems in der Mittelstufe

AB0-System im G8-Lehrplan

- 9. Klasse fakultativ bei „B 9.4 Immunsystem und Abwehr von Krankheitserregern“: „Organtransplantationen, insbesondere Bluttransfusion“
- 10. Klasse fakultativ bei „B 10.2 Bau, Funktionsweise und Schädigungen von inneren Organen“: „ein weiteres Organ zur Auswahl: Niere, Blut, Lunge oder Leber“

Die Vererbung des AB0-Systems ist in Q11 obligater Lerninhalt bei Humangenetik. Damit die Schüler überhaupt wissen, worum es dabei geht, sollte sie in der Mittelstufe das Phänomen kennengelernt haben und zwar ohne den Aspekt der Vererbung. Das kann wahlweise in der 9. oder in der 10. Klasse geschehen (in der 10. Klasse ist dafür mehr Zeit als in der 9. und in der 11. Jahrgangsstufe ist für die hier dargestellten Inhalte überhaupt keine Zeit).

In der 9. Klasse bietet sich beim Thema Organtransplantation an, das Blut zunächst als eigenes Organ zu definieren um dann die Bluttransfusion zu thematisieren.

In der 10. Klasse können beim Thema Blut unterschiedliche Aspekte der Funktionsweise angesprochen werden und unterschiedliche Schädigungen, darunter auch der Blutverlust.

Fachbegriffe:

- Das **Blut** umfasst alle Bestandteile wie Blutplasma mit allen darin gelösten Ionen und Molekülen (einschließlich der Antikörper), Blutplättchen, Rote und Weiße Blutzellen („Blutkörperchen“).
- Das **Blutplasma** steht als gelbliche Flüssigkeit über den festen Blutbestandteilen, wenn Blut längere Zeit stehen gelassen wird („Blutsenkung“).
- Das **Blutserum** erhält man, wenn man Blut an der Luft gerinnen lässt und anschließend zentrifugiert. Das Blutserum ist dann die überstehende flüssige Phase, die alle Bestandteile des Blutplasmas (einschließlich der Antikörper) enthält, außer den Gerinnungsfaktoren. => Die Verklumpung in den folgenden Versuchen kann nicht als Blutgerinnung betrachtet werden, sondern hat eine andere Ursache.

Tödliche Blutverluste: Vor allem im Krieg treten viele starke Verletzungen auf, bei denen die Soldaten (und ggf. auch die Zivil-Bevölkerung) starke Blutverluste erleiden, die tödlich verlaufen, wenn die Opfer kein Spenderblut erhalten. Auch bei Geburten kam es vor, dass Mütter durch starke Blutungen tödliche Blutverluste erlitten.

Vorstellungen im Altertum: An dieser Stelle kann auf Vorstellungen des Altertums zum Blut eingegangen werden (ein schöner Anlass für schülerzentriertes Arbeiten): Blut als Träger von Kraft, Gesundheit, Charakter, Vererbung; Vorstellung von der Weitergabe dieser vermeintlichen Bluteigenschaften durch Verzehr oder Einreibung. Aus heutiger Sicht wirkt Blut als Trank allenfalls wie ein Nahrungsmittel (proteinreich, angereichert mit Eisenionen), als Einreibung allenfalls sehr kurzfristig gegen Keime (im Blut befindliche Antikörper). Die kritische Durchleuchtung antiker Vorstellungen und Praktiken anhand von humanbiologischem Vorwissen stellt ein übergeordnetes Kompetenz-Training dar.

Transfusionsversuche im 19. Jahrhundert: Im 19. Jahrhundert wurden intensive Versuche zur Blut-Transfusion unternommen. Dabei stellte sich heraus, dass die Zufuhr von Blut anderer Säugetiere (Schweine, Hunde usw.) dabei ebenso zum Tod des Verletzten führte wie das Blut mancher Menschen. Allerdings glückte die Transfusion menschlichen Bluts in etwa der Hälfte der Fälle. Grund genug, diese Methode immer dann anzuwenden, wenn der Blutverlust so stark

war, dass er mit Sicherheit zum Tod geführt hätte, denn damit lag die Überlebens-Wahrscheinlichkeit immerhin bei etwa 50 %.

Verklumpung: 1875 wurde zum ersten Mal beschrieben, dass Blut verklumpt, wenn Rote Blutzellen mit „unverträglichem“ Blutserum gemischt werden (Leonard Landois).

Entdeckung der Blutgruppen (des AB0-Systems) durch Karl Landsteiner, der von 1898 bis 1908 als Assistent an der Pathologischen Anatomie der Universität Wien arbeitete.

- Er entdeckte im Jahr 1900, dass das Blut zweier Menschen in bestimmten Fällen miteinander verklumpte, in anderen dagegen nicht. Und er entdeckte, dass der selbe Effekt auftrat, wenn Blut des einen mit Blutserum des anderen Menschen gemischt wird (das deutet darauf hin, dass er die Arbeit von Landois nicht kannte).
- Im Jahr 1901 mischte Landsteiner Blut von sechs Personen jeweils mit dem Serum dieser Personen (das Blut stammte von ihm selbst sowie fünf weiteren Medizinern an der Pathologischen Anatomie). Er erhielt dabei folgende Ergebnisse (**V** = Verklumpung; **-** = keine Verklumpung), für die er 1930 den Nobelpreis für Medizin erhielt:

Serum von ▼	Blut von ►	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6
Person 1		-	V	-	V	-	-
Person 2		V	-	-	-	-	V
Person 3		V	V	-	V	-	V
Person 4		V	-	-	-	-	V
Person 5		V	V	-	V	-	V
Person 6		-	V	-	V	-	-

Diese Tabelle finden Sie in attraktiverer Form und mit den konkreten Namen in einem eigenen Dokument: „Ergebnisse von Landsteiner“.

Die Schüler werten die Tabelle aus:

- Es gibt drei Typen, von denen jeder zwei Mal vorkommt.
- Beim Typ von Person 3 bzw. 5 kommt keine Verklumpung zustande, egal welches Serum eingesetzt wird.
- Wenn Serum vom eigenen Typ eingesetzt wird (z. B. Serum von Person 1 bei Person 6), kommt es zu keiner Verklumpung.
- Landsteiner benannte die drei Typen der Blutgruppen zunächst mit A, B und C. Heute wird die Gruppe, deren Blut durch kein Fremdserum zum Verklumpen gebracht wird, mit 0 (Null) bezeichnet.
- Bei der Weiterführung der Untersuchungen wurde 1902 von zwei Kollegen Landsteiners (Alfred von Decastello-Rechtwehr und Adriano Sturli) noch die seltene Blutgruppe AB entdeckt (aber erst 1910 auch so benannt).

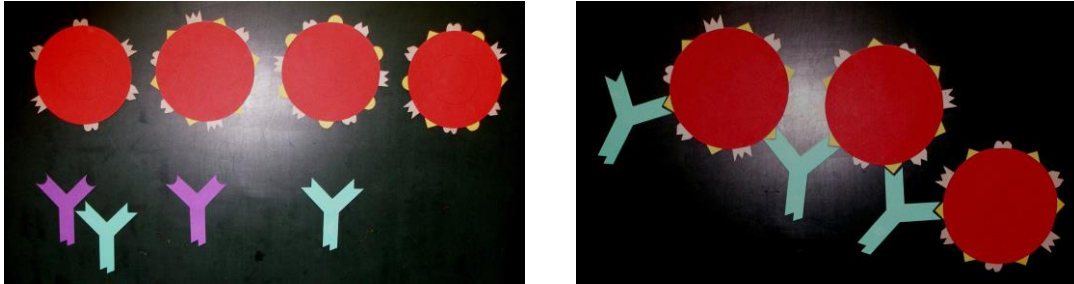
1907 führte Landsteiner in New York erfolgreich die erste gezielte Bluttransfusion zwischen Menschen nach seinen Erkenntnissen (also mit der gleichen Blutgruppe) durch.

1928 wurden die Bezeichnungen A, B, 0 (im englischsprachigen Raum der Buchstabe O) und AB für die vier Hauptblutgruppen international angenommen.

Erklärung aus heutiger Sicht (submikroskopische Ebene): In der Zellmembran der roten Blutzellen sitzen Antigene der Typen A bzw. B. Im Blutserum befinden sich Antikörper, aber niemals solche, die an Antigene der eigenen Blutzellen andocken könnten. Blutserum eines Menschen mit Blutgruppe A enthält demnach Antikörper B, aber keine Antikörper A usw.

Fachsprache: Bei diesem Thema muss sehr stark auf präzise Fachsprache geachtet werden. Alle Bezeichnungen benötigen eine einprägsame Visualisierung. Wenn den Schülern klar ist, dass ein Antigen ein Protein in der Zellmembran der Roten Blutzellen ist und ein Antikörper ein frei im Blutplasma schwimmendes Y-förmiges Protein, und wenn sie davon jeweils ein visuelles Bild im Kopf haben, kann eigentlich nicht viel schief gehen:

Magnettafel-Applikation (vgl. auch ALP Blatt 14_v12: Magnetmodell AB0-System):



Verwirrung kommt auf, wenn Abkürzungen oder zu saloppe Formulierungen verwendet werden wie z. B.:

„Man gibt Serum B zu Blutgruppe A ...“ („Blutgruppe A“ ist eine Typenbezeichnung und nichts Gegenständliches wie „Blut der Blutgruppe A“; „Serum B“ ist eine unscharfe Formulierung, besser wäre: „Serum eines Menschen mit Blutgruppe B“ bzw. „Serum mit Antikörpern B“).

Ebenso kommt Verwirrung auf, wenn nicht klar gesagt wird, worin die Blutspende besteht. Landsteiner hat mit Spender-Serum gearbeitet. Und darauf sollte sich der Unterricht auch beschränken. Daneben gibt es aber in der Medizin die Spende von Vollblut (einschließlich der Roten Blutzellen des Spenderbluts) bzw. von isolierten Roten Blutzellen (ohne die Antikörper im Blutserum). Unklarheiten an dieser Stelle verhindern jegliches Verständnis für die Sache – und geschehen leider viel zu oft.

Zudem ist zu beachten, dass die Begriffe „Antigen“ und „Antikörper“ sehr ähnlich klingen und deshalb gern verwechselt werden – mit fatalen Folgen für das Verständnis bei diesem Thema.

Schülerpraktikum: Blutentnahme bei Schülern ist in der Schule verboten. Es ist sinnvoll, an dieser Stelle einen Modellversuch durchzuführen: vgl. ALP Blatt 07_6_v02: Modellversuch zu Blutgruppenreaktionen. Der dort beschriebene Versuch ist mit großem Aufwand optimiert worden; Varianten (z. B. mit Rotfärbung) könnten weniger effektiv, störanfällig oder irreführend sein. Einsatzmöglichkeiten:

- Wie dort beschrieben, nach der Besprechung der Verklumpungsreaktionen einschließlich ihrer Erklärung über Antikörper.
- Mit diesem Modell lässt sich aber auch die Versuchsreihe von Landsteiner nachspielen und als Einstieg in das Thema verwenden.

Wieso gibt es im Blutserum überhaupt die Antikörper A bzw. B? Das Immunsystem stellt dauerhaft nur solche Antikörper dauerhaft und in größeren Mengen her, die an einen Erreger andocken können. Es hat sich gezeigt, dass die Antigene A und B nicht nur auf Roten Blutzellen des Menschen vorkommen, sondern auch auf Darm-Bakterien. Menschen mit Blutgruppe 0 bilden in ihren ersten Lebensjahren deshalb beide Antikörper-Typen aus (zur Bekämpfung von Darmbakterien, die ins Gewebe oder ins Blut eindringen). Bei Menschen mit anderen Blutgruppen sorgt ein Kontrollsystem dafür, dass Plasmazellen, die den „falschen“ Antikörper (der an den körpereigenen Blutzellen andocken würde) herstellen, vernichtet werden.