

Modul 4

Uta Bonmann

Modul zum Biologieunterricht in Französisch

Thema: *Le sang - sève de la vie*

Le rôle respiratoire des érythrocytes

Klasse: 9

Schule: Friedrich-Ebert-Gymnasium in Bonn

1 Die Unterrichtsreihe

1.1 Legitimation

Die Unterrichtsreihe Biologie in der Fremdsprache Französisch stellte einen Versuch in Form eines Moduls dar, über einen begrenzten Zeitraum den Biologieunterricht in der Fremdsprache Französisch durchzuführen, wobei Französisch als Arbeitssprache eingesetzt wurde. Dabei sollten die fachlichen Ansprüche gewährleistet bleiben.

Der übliche Biologieunterricht der Klasse 9 findet in deutscher Sprache statt. Die bilinguale Unterrichtsreihe bildete daher eine Sondereinheit, die sich über dreieinhalb Wochen erstreckte. Bisher kannten die Schülerinnen und Schüler nur bilingualen Unterricht im Fach Geschichte.

Wenn bilingualer Sachfachunterricht in gesellschaftswissenschaftlichen Fächern praktiziert und für sinnvoll erachtet wird, warum sollte man den bilingualen Unterricht nicht auch auf andere Fächer, beispielsweise den naturwissenschaftlichen Bereich, ausweiten? Gerade heutzutage ist es für ein naturwissenschaftliches Studium oder auch für die spätere Berufsausübung von Bedeutung, Forschungsarbeit auf internationaler Ebene zu betreiben und mit Wissenschaftlern aus anderen Ländern zu kooperieren. Dabei sind neben guten Englischkenntnissen auch gute Französischkenntnisse von großem Vorteil.

Besonders in der Biologie sind die französischen und deutschen Fachtermini aufgrund desselben lateinischen oder griechischen Wortstammes sehr ähnlich und daher leicht zu erschließen. Die Schülerinnen und Schüler verlieren die Distanz zu fremdsprachlichen naturwissenschaftlichen Texten, wenn sie feststellen, dass sie sich schon einen Großteil des Inhalts dank ihrer Sprachkenntnisse in anderen Sprachen selbst erschließen können. Auf diese Weise können Interesse und Bereitschaft geweckt werden, Auslandsaufenthalte oder Auslandsstudien zur naturwissenschaftlichen Recherche anzustreben. Darüber hinaus ermöglicht ein solches Modul einen flexiblen Umgang mit Sprache. Die Schülerinnen und

Schüler erweitern ihre Sprachkompetenz, ohne dass es ihnen - wie es häufig im Fremdsprachenunterricht der Fall ist - bewusst ist, da sie sich hauptsächlich auf die Inhalte konzentrieren und die Sprache nur als Kommunikations-mittel ansehen.

Das Thema Blut wird im Lehrplan Biologie der Sekundarstufe I für Gymnasien von 1993 im Rahmen der Humanbiologie unter dem Großthema „Blut und Blutkreislauf“ als obligatorischer Unterrichtsgegenstand genannt¹. Da dieses Thema die Schülerinnen und Schüler aufgrund ihrer persönlichen Erfahrungen interessiert und es außerdem sehr stark die affektive Ebene anspricht, bietet es durch seinen Aufforderungscharakter zahlreiche Sprechkanäle, die gerade für diese Reihe erforderlich sind.

1.2 Aufbau

Ausgehend von der phänomenologischen Betrachtung der Substanz Blut *Le sang est-il un liquide homogène?* sollten die Schülerinnen und Schüler versuchen, Blut zu beschreiben, ihre Vorkenntnisse über die Zusammensetzung des Blutes reaktivieren und anschließend Möglichkeiten vorschlagen, mit denen die unterschiedlichen Bestandteile des Blutes nachzuweisen sind (erste Stunde). Nach der gemeinsamen Erstellung einer Übersicht über die Zusammensetzung des Blutes und der Funktionen der einzelnen Blutzellen wurden die roten Blutkörperchen (Erythrozyten), die für den Sauerstofftransport verantwortlich sind, näher untersucht: Form und Funktion wurden anhand von Abbildungen und eines Experimentes erarbeitet, wobei dem Mechanismus des Gasaustausches von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid auf Kapillarebene die größte Bedeutung zugeschrieben wurde (zweite/dritte Stunde).

Zur Festigung bildete die vierte Stunde eine Wiederholungsstunde, in der die Schülerinnen und Schüler interaktiv ihre Kenntnisse in Form eines selbsterarbeiteten Quiz überprüfen und vertiefen konnten. Im Anschluss sollte anhand praktischer Beispiele *Pourquoi un sportif s'entraîne-t-il dans les montagnes?*, *Pourquoi faut-il éteindre le moteur dans un garage?*, *Quel est l'effet du monoxyde de carbone sur le corps (> cigarette)?* der Zusammenhang zwischen Training und vermehrter Sauerstoffaufnahme einerseits und die mit dem Kohlenstoffmonoxid (CO) verbundenen Gefahren andererseits deutlich werden. Die neu gewonnenen Erkenntnisse über das CO wurden anhand des Rauchens vertieft, wobei die negativen synergistischen Effekte von Teer, Nicotin und CO von den Schülerinnen und

¹ Kultusministerium des Landes NRW, „Richtlinien und Lehrpläne Biologie für das Gymnasium - Sekundarstufe I -“, Frechen, 1993, S. 115f.

Schülern in einen größeren Zusammenhang gestellt und damit die Verbindungen zu den vorausgegangenen Unterrichtseinheiten geknüpft wurden (fünfte Stunde).

In den letzten beiden Stunden wurde auf die dem Blut ähnliche Zusammensetzung der Lymphe eingegangen und das Zusammenspiel von Blut- und Lymphsystem erarbeitet und somit der Stoffaustausch von Nähr- und Abfallstoffen auf Kapillarebene im Bereich des Gewebes untersucht (s. Anhang M4). Der Film „Das Lymphgefäßsystem“ fasste die komplexen Vorgänge des Stoffaustausches zusammen und diente der Festigung und Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse. Am Ende der Unterrichtsreihe füllten die Schülerinnen und Schüler einen Fragebogen aus, dessen Auswertung unter Punkt 6 nachzulesen ist.

1.3 Synopse über den Reihenverlauf

cours	sujet	matériel/support de travail
1 ^{er} cours	Le sang est-il un liquide homogène? - La composition du sang -	une centrifugeuse, des cuvettes, ½ litre de sang
2 ^{ième} cours	Les érythrocytes - Transport de l'oxygène -	M1 ² M2a, b, c und M3
3 ^{ième} cours	L'échange nutritif au niveau des capillaires	M4 und M5
4 ^{ième} cours	Répétition/Approfondissement	activités des élèves (jeu de questions) support de travail (cf. 3 ^{ième} cours)
5 ^{ième} cours	a) Pourquoi un sportif s'entraîne-t-il dans les montagnes? b) L'empoisonnement par le CO (ex.: combustion incomplète des moteurs, fumer)	M6 M7
6 ^{ième} / 7 ^{ième} cours	Qu'est-ce que la lymphe? Quel est son rôle dans l'échange nutritif?	M8 und M9 M10, M11, M12 und M13 M14
Evaluation	Questionnaire	M15

2 Unterrichtliche Voraussetzungen

2.1 Fachliches Profil

Das von der Fachlehrerin vorgegebene Thema „Die Zusammensetzung des Blutes“ schloss sich unmittelbar an den vorausgegangenen behandelten Unterrichtsstoff „Aufbau und Funktion der Blutgefäße“ und „Herz-Kreislauf-Apparat (Körper- und Lungenkreislauf)“ im

² M steht für Material. Im Anhang sind alle im Unterricht verwendeten Materialien chronologisch aufgeführt.

Rahmen der Drogenthematik am Beispiel des Rauchens an. Die drei Substanzen Teer, Nicotin und Kohlenstoffmonoxid und deren Wirkung auf den menschlichen Körper bildeten den Leitfaden dieser Reihe. Nach Aussagen der Fachlehrerin und meinen eigenen Beobachtungen während meiner Hospitationsphase waren die fachlichen Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler insgesamt gut. Sie hatten die behandelten Zusammenhänge im Bereich der Humanbiologie gut verstanden und konnten Aufbau und Funktion von Herz und Lunge in Grundzügen erklären. Darüber hinaus war ihnen das Thema Blut sowohl aus dem Biologieunterricht in Klasse 5 als auch aus der eigenen Erfahrungswelt bekannt. Daher konnte insgesamt von guten Voraussetzungen ausgegangen werden.

2.2 Sprachliches Profil

Da es sich um eine Klasse des bilingualen Zweiges im fünften Lernjahr Französisch handelte, waren die sprachlichen Grundkenntnisse und ein ausreichender Wortschatz vorhanden. Die Schülerinnen und Schüler hatten die ersten vier Lehrwerke abgeschlossen und lasen seit der Klasse 9 Ganzschriften in Französisch. Das Hörverstehen bereitete den meisten keine Schwierigkeiten, da sie über einen recht großen Wortschatz verfügten und die Fähigkeit besaßen, unbekannte Vokabeln aus anderen Sprachen (Englisch, Latein, Deutsch) abzuleiten oder aus dem Kontext zu erschließen. Die Fertigkeiten des Schreibens und Sprechens waren bei den Schülerinnen und Schülern sehr unterschiedlich ausgeprägt. Bei etwa der Hälfte der Klasse war die Sprechfertigkeit sehr gut ausgebildet, der andere Teil der Klasse bedurfte sprachlicher Hilfen in Form von Vokabeln und Redemitteln.

Die fünf frankophonen Schülerinnen und Schüler beteiligten sich sehr rege am Unterrichtsgeschehen und unterstützten die übrige Lerngruppe beim Auftreten sprachlicher Schwierigkeiten. Das Miteinander- und Voneinanderlernen wurde gerade durch die unterschiedlichen Sprachkompetenzen gefördert und führte zu einem lockeren, angenehmen Lernklima.

2.3 Organisatorische Voraussetzungen

Die Reihe *Le sang - sève de la vie (Le rôle respiratoire des érythrocytes)* umfasste sieben Unterrichtsstunden und erstreckte sich über dreieinhalb Wochen mit jeweils zwei Einzelstunden pro Woche. Da nicht alle zur Durchführung der Reihe notwendigen Arbeitsmaterialien zur Verfügung standen, konnte kaum praktisch gearbeitet werden. Ich

bemühte mich, einen Teil der Gerätschaften (Zentrifuge, Küvetten) zu beschaffen, um zumindest den zu Beginn der Reihe vorgesehenen Demonstrationsversuch durchführen zu können. Aufgrund der strengen Vorschriften im Zusammenhang mit der Untersuchung von Blut im Unterricht experimentierte nur die Lehrkraft mit dem frischen Schweineblut, welches ich mir von einem Schlachthof besorgte. Mangels ausreichender Anzahl von Blutausschreibpräparaten und Mikroskopen konnten auch keine Fertigpräparate untersucht werden. Der Blutausschreib wurde daher nur auf Folie präsentiert.

3 Unterrichtsgegenstand

3.1 Sachanalyse

Blut – eine homogene Flüssigkeit?

Blut ist eine undurchsichtige Flüssigkeit, die aus dem gelblichen Plasma und den darin suspendierten Blutzellen besteht. Das normale Blutvolumen eines gesunden Erwachsenen beträgt ca. 70ml/kg Körpergewicht, das etwa einer Blutmenge von fünf bis sechs Litern entspricht. Das Plasma macht ca. 55 Vol%, die festen Bestandteile ca. 45 Vol% aus. Letztere lassen sich in die Erythrozyten (rote Blutkörperchen), die Thrombozyten (Blutplättchen) und die Leukozyten (weiße Blutkörperchen) untergliedern. Die Leukozyten bilden keine einheitliche Zellgruppe. Man unterscheidet nach morphologischen und funktionellen Gesichtspunkten drei Untergruppen: Monozyten, Lymphozyten und Granulozyten.

Bezüglich der quantitativen Angaben liegt die Anzahl der Erythrozyten im Blut am höchsten: ein Mikroliter Blut enthält 4 - 5,2 Millionen/ μl (♀) bzw. 4,6 - 5,9 Millionen/ μl (♂), etwa 150 000 – 300 000 Thrombozyten und 4000 - 9000 Leukozyten.

Da die Erythrozyten in dieser Reihe einen zentralen Schwerpunkt bildeten, möchte ich näher auf Form und Funktion dieses Zelltyps eingehen und die Hauptaufgaben der Thrombozyten (Blutstillung mit nachfolgender Aktivierung des Gerinnungssystems) und der Leukozyten (Immunabwehr) unberücksichtigt lassen.

Form und Funktion der Erythrozyten

Die Erythrozyten sind kernlose, bikonkave Scheibchen mit einem mittleren Durchmesser von 7,5 μm , die dank ihrer Verformbarkeit die Kapillaren (Haargefäße) passieren können. Sie werden aus pluripotenten Stammzellen im roten Mark der platten Knochen gebildet. Ihre begrenzte Lebenszeit beträgt durchschnittlich 120 Tage. Vorwiegend werden sie im Knochenmark, der Leber und der Milz abgebaut. Neben dem Wasser stellt der rote

Blutfarbstoff Hämoglobin, ein Transportprotein für Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid, die Hauptmasse der Erythrozyten dar, etwa 34% des Feuchtgewichtes.³

Hämoglobin ist ein aus vier Polypeptidketten bestehendes globuläres Protein, das vier Hämgruppen mit jeweils einem Eisenatom trägt. Insgesamt können pro Molekül vier Sauerstoffatome reversibel an die Eisenatome gebunden werden. Hämoglobin ist daher der Hauptträger des Sauerstoffes. Die wichtigsten Funktionen der Erythrozyten liegen neben dem Sauerstofftransport und der Beteiligung am Kohlensäuretransport auch in der Regelung der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes.

Wie funktioniert der Gasaustausch auf Kapillarebene im Bereich der Lungen?

Der durch die Atmung aufgenommene Sauerstoff gelangt über die Atemwege bis in die letzten Verzweigungen der Alveolargänge, die dicht mit Alveolen, den Lungenbläschen, besetzt sind. Für den Gasaustausch von Sauerstoff (O_2) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) sind optimale Bedingungen gegeben: Erstens ist die Gesamtoberfläche der Alveolen sehr groß (140 m^2)⁴, zweitens ist die Diffusionsstrecke von den Alveolen zu den Erythrozyten sehr kurz ($< 1\mu\text{m}$) und drittens herrschen günstige Druckverhältnisse von O_2 und CO_2 . Aufgrund der bikonkaven Form der Erythrozyten wird auch ihre Oberfläche stark vergrößert, so dass der Gasaustausch erleichtert wird. Das in den Innenraum der Alveolen gelangte CO_2 wird über die Atemwege nach außen abgegeben.

Wie funktioniert der Gasaustausch auf Kapillarebene im Bereich der Gewebe?

Hier liegen umgekehrte Verhältnisse vor: Die Gewebezellen brauchen für ihre Stoffwechselfvorgänge O_2 und produzieren als Abfallprodukt CO_2 , das in die Blut- und Lymphkapillaren diffundiert und von dort über die größeren Blut- und Lymphgefäße über das Herz schließlich zu den Lungenkapillaren gelangt, wo die oben beschriebenen Vorgänge ablaufen. O_2 dagegen diffundiert aufgrund der entgegengesetzten Druckverhältnisse aus den Kapillaren in die Gewebezellen.

Warum trainieren Leichtathleten in Höhenlagen?

Da mit zunehmender Höhe der „Sauerstoff dünner“ wird, d.h. weniger O_2 für den Körper zur Verfügung steht, reagiert der Körper mit einer vermehrten Produktion von Erythrozyten und

³ Schmidt, Thews, „Physiologie des Menschen“, 26. Aufl., Springer-Verl., Berlin/Heidelberg/New York, 1995, S. 418.

⁴ Ebd. S. 569.

Hämoglobin. Nicht nur die Anzahl der Erythrozyten wird erhöht, sondern auch der Gehalt des Hämoglobins pro Erythrozyt. Da bei körperlicher Belastung der Verbrauch an O₂ wesentlich höher ist als im Ruhezustand, bewirkt das Training in Höhenlagen eine optimale Anpassung des Körpers an die neuen Umweltbedingungen. Kehrt der Sportler oder die Sportlerin wieder in Länder zurück, die nur wenige Meter über dem Meeresspiegel liegen, kann der Körper den höheren O₂-Gehalt durch seinen höheren Anteil an mit Hämoglobin gefüllten Erythrozyten optimal ausnutzen und auf diese Weise seine Sauerstoffbindungskapazität steigern und dadurch leistungsfähiger werden, da die arbeitenden Muskeln und die Organe besser mit O₂ versorgt werden können. Diese körperliche Veränderung ist aber nur bis zu bestimmten Grenzen zu beeinflussen. Außerdem stellen sich nach einigen Wochen wieder die Ausgangswerte ein.

Warum ist das Kohlenstoffmonoxid so gefährlich?

Kohlenstoffmonoxid (CO) ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, das bei unvollständigen Verbrennungen entsteht und beispielsweise von Kraftfahrzeugmotoren gebildet wird. Die Gefahr dieses Gases besteht einerseits darin, dass es vom Menschen nicht wahrgenommen wird und andererseits die Bindungsaffinität des CO zum Eisen des Hämoglobins 200 Mal höher ist als die des O₂, was bedeutet, dass bei gleicher Konzentration beider Gase das Hämoglobin Träger des CO wird und die Bindungsstellen für O₂ nicht mehr zur Verfügung stehen, da die Bindungen nicht so einfach wieder gelöst werden können. Eine erhöhte CO-Konzentration in der Luft, die zum Beispiel in einer Garage bei laufendem Motor entsteht, kann daher zur inneren Erstickung führen.

Auch beim Rauchen wird CO produziert und eingeatmet. Abends wird bei Rauchern ein Wert von bis zu 15% des CO-Hämoglobins nachgewiesen, welches für den O₂-Transport nicht mehr zugänglich ist⁵.

Wie wirken Kohlenstoffmonoxid, Nicotin und Teer auf den menschlichen Körper?

Die schon durch das Nicotin verursachte schlechtere Durchblutung durch Verengung der Gefäße und die damit verbundene schlechtere O₂-Versorgung wird noch durch das CO unterstützt. Bei Rauchern kommen die negativen Wirkungen des sich in den Atemwegen und Lungen abgelagerten Teeres, der den Gasaustausch auf Kapillarniveau im Bereich der Lungen erschwert, noch hinzu. Die drei Substanzen, Kohlenstoffmonoxid, Nicotin und Teer wirken

⁵ Ebd. S. 613.

synergistisch, indem sie die negativen Einflüsse auf den O₂-Transport und damit die ausreichende Versorgung der Gewebe mit O₂ negativ verstärken. Hervorragende sportliche Leistungen sind daher von Rauchern erheblich schwieriger zu erreichen.

Was haben Blut und Lymphe gemeinsam?

Lymphe ist eine Flüssigkeit, die von den Geweben abgegeben und in den Lymphkapillaren gesammelt und anschließend in größeren Gefäßen wieder dem Venensystem zurückgeführt wird. Dabei gleicht der Gehalt an gelösten Stoffen der pränodalen⁶ Lymphe dem des Blutplasmas. In der Lymphe kommen allerdings keine Erythrozyten vor. Die Lymphe ist wie das Blut aufgrund des Gehaltes an Fibrinogen gerinnungsfähig. Hauptsächlich dient das Lymphsystem neben dem Flüssigkeitstransport der Rückführung von Eiweißen und anderen Stoffen aus dem interstitiellen Raum in das Blut. Eine weitere wichtige Funktion übernehmen die in das System eingebauten Lymphknoten, die Lymphozyten bilden und eine Sieb- und Abwehrfunktion ausüben. In ihnen nehmen phagozytierende Retikulumzellen (Fresszellen) Fremdstoffe aus der Lymphe auf, so dass die Einschwemmung schädlicher Substanzen aus den Geweben in das Blut verhindert und der Ausbreitung von Infektionen entgegengewirkt wird.

Wie wird die Lymphe transportiert?

Der Lymphtransport wird durch die rhythmischen Kontraktionen der mit glatter Muskulatur ausgestatteten Lymphgefäße bewirkt. Zahlreiche Klappen, ähnlich den Venenklappen, gestatten ausschließlich eine Strömung in Richtung zu den Venen. Von großer Bedeutung für die Lymphströmung sind auch alle von außen auf die Lymphgänge wirkenden wechselnden Kompressionskräfte, vor allem diejenigen, die durch die Kontraktionen der Skelettmuskulatur hervorgerufen werden.

3.2 Didaktische Reduktion

Der von der Fachlehrerin gewählte Ansatz, anhand der beim Rauchen produzierten Substanzen Nicotin und Teer das Kreislaufsystem und den Aufbau von Herz und Lunge zu behandeln, sollte von mir fortgesetzt werden, indem ich im Rahmen des Blutes auf den gefährlichen Einfluss des Kohlenstoffmonoxids eingehen sollte.

⁶ Pränodal: vor dem Lymphknoten liegend.

Dieser Ansatz führte dazu, dass sehr viele Querverbindungen geschaffen werden mussten, die die komplexen Zusammenhänge zwischen Atmung, Sauerstofftransport im Körper, Zellatmung und Vergiftungserscheinungen durch Kohlenstoffmonoxid beim Rauchen verdeutlichen sollten. Didaktisch reduziert wurde insofern, als auf viele Details verzichtet wurde. Beispielsweise stellt das Arbeitsblatt zur Bedeutung des Stoffaustausches auf Kapillarebene nur eine sehr vereinfachte schematische Abbildung dar, die nur in Ansätzen die biologischen Prozesse widerspiegelt und nicht im Einzelnen die zahlreichen Schichten aufschlüsselt, die der Sauerstoff bzw. das Kohlenstoffdioxid passieren müssen (s. Anhang M4). Weiterhin stellen die schon unter Punkt 1.2 aufgeführten Beispiele eine Auswahl dar, die sowohl schülerorientiert als auch themenübergreifend das Denken in Zusammenhängen fördern sollten.

4 Verknüpfung von fachlichem und sprachlichem Arbeiten

Der größte Teil der Unterrichtsreihe erfolgte in der Fremdsprache, wobei es immer in Abhängigkeit von den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler Phasen oder Erklärungen komplexer Abläufe in deutscher Sprache gab. Die fachlichen Inhalte wurden zunächst auf dem „Schülerwortschatz“ aufbauend erarbeitet und durch Einführung der Fachbegriffe oder fehlender Vokabeln von Seiten anderer Mitschülerinnen und Mitschüler oder der Lehrerin ergänzt. Teilweise gelang es ihnen auch, die ihnen vom Hörensagen bekannten deutschen Fachbegriffe analog für das Französische zu erschließen und phonetisch korrekt auszusprechen (s. unter Punkt 5.1.2). Aufgrund der fachlichen Vorkenntnisse reichte es aus, die französischen Vokabeln auszusprechen, an der Tafel festzuhalten und im weiteren Unterrichtsverlauf wieder aufzunehmen. Ohne explizite Hinweise integrierten die Schülerinnen und Schüler die Fachbegriffe und das neue Vokabular in ihre mündlichen und schriftlichen Ausführungen.

Das farbige Bildmaterial wurde den Schülerinnen und Schülern in französischer Sprache dargeboten und konnte einerseits anhand der zahlreichen Abbildungen und andererseits mit Hilfe der Vorkenntnisse leicht erschlossen werden (s. Anhang M1, 2, 8 und 9). Die Erarbeitungsphasen wurden hauptsächlich in Form von Partnerarbeit oder Kleingruppen von drei Schülerinnen und Schülern angelegt, um den möglichen Austausch und damit den Verstehensprozess zu fördern und um gleichzeitig die evtl. auftretenden sprachlichen Schwierigkeiten mit Hilfe der Kenntnisse des Nachbarn oder der Nachbarin leichter zu überwinden. Die Schülerinnen und Schüler konnten aufgrund ihrer unterschiedlichen

Sprachkompetenzen sowie auch ihres unterschiedlichen Interesses am Fach Biologie voneinander lernen, indem sie sich gegenseitig ergänzten und motivierten. Die Verknüpfung von biologischen Fachinhalten und der Fremdsprache Französisch sprach ein wesentlich größeres Schülerspektrum an, da sich die an der Biologie sowie auch die am Französischen interessierten Schülerinnen und Schüler mit dem Unterrichtsgegenstand intensiv auseinandersetzen konnten. Darüber hinaus erhielten sie während der Erarbeitungsphasen insgesamt drei verschiedene Vokabellisten, die entweder als Sicherung und Wiederholung nochmal die französischen Fachbegriffe mit den deutschen Übersetzungen enthielten, die ihnen größtenteils schon aus dem vorausgegangenen Unterricht bekannt waren (s. Anhang M3, 5 und 13), oder Listen, die der Unterstützung zur Versprachlichung von biologischen Prozessen dienen sollten (s. Anhang M5). So hatten sie die Möglichkeit, je nach Bedarf und Kenntnisstand diese Listen als Hilfsmittel zum Verstehensprozess einzusetzen, sich das Schriftbild oder die Bedeutung noch einmal zu vergegenwärtigen oder auch anhand der aufgeführten Vokabeln die Prozesse leichter zu erschließen.

Da die Vermittlung der Fachinhalte im Vordergrund stand und die Schülerinnen und Schüler von diesen bilingualen Modulen profitieren und Freude haben sollten, musste die Lehrkraft situationsspezifisch die Arbeitssprache Französisch einsetzen und falls notwendig auf die Muttersprache ausweichen. Letzteres war insbesondere dann wichtig, wenn die Sprache eine zu große Barriere für den Verstehensprozess bildete.

Die Hausaufgaben dienten der Festigung der erworbenen inhaltlichen und sprachlichen Kenntnisse. Als Vertiefung oder zur Wiederholung der deutschen Fachbegriffe und Fachinhalte sollten die Schülerinnen und Schüler in ihrem Biologiebuch die im Unterricht besprochenen Inhalte nachlesen.

5 Darstellung des Verlaufs einzelner Stunden

Von den insgesamt sieben Unterrichtsstunden möchte ich nur zwei Stunden, die erste und die dritte Unterrichtsstunde, genauer vorstellen. Die übrigen Stunden sind in der Übersicht unter Punkt 1.3 aufgeführt und in meinen allgemeinen Ausführungen integriert.

Die erste Stunde zeichnet sich durch ihren offenen und stark affektiven Charakter aus, da mit dem Realobjekt Blut gearbeitet wurde, welches die Aufmerksamkeit und das Interesse der Schülerinnen und Schüler wecken sollte. Da diese Reihe ein Novum für beide Seiten darstellte, war es spannend zu erfahren, wie Schülerinnen und Schüler und Lehrerin reagierten und wie diese erste Stunde verlaufen würde. Bezüglich der dritten Stunde soll die

Verknüpfung von fachlichem und sprachlichem Arbeiten im Zusammenhang mit dem Unterrichtsmaterial näher erläutert und das methodische Vorgehen auf der sprachlichen Ebene beschrieben werden.

5.1 Erste Stunde

Gerade die erste Stunde zeichnete sich durch ihren experimentellen Charakter aus, da ich vorher kein genaues Konzept hinsichtlich der Anwendung beider Sprachen ausgearbeitet hatte. Es ging vielmehr darum, auszuprobieren und einen Überblick über die sprachlichen Kompetenzen bezüglich der unterschiedlichen Fertigkeiten (Hörverständnis, mündl. Sprachproduktion, Wortschatz) zu bekommen und flexibel auf das Sprachverhalten der Schülerinnen und Schüler einzugehen. Ich wollte mir ein Bild machen, wie sie auf diese Sondereinheit reagierten, wie sie diese Reihe aufnahmen, ob sie motiviert seien und eine positive Einstellung mitbrächten. Weiterhin wollte ich feststellen, ob die sprachlichen Differenzen, insbesondere zwischen Franko- und Germanophonen, auffallend seien und für den weiteren Verlauf der Reihe von großer Bedeutung sein würden. Darüber hinaus war ich auch neugierig, mit einer Klasse eines bilingualen Zweiges in einer mir bis zu diesem Zeitpunkt aus eigener Unterrichtserfahrung unbekanntem Schule zu arbeiten und Vergleiche zu meiner Ausbildungsschule zu ziehen, in der Französisch erst als dritte Fremdsprache angeboten wird.

5.1.1 Verlaufsplan

Phase	Didaktisch-methodischer Kommentar	Aktions- / Sozialform	Medien
Einstieg	S schätzen Blutvolumen von: Mann (75kg), Frau (60kg) und sich selbst S berechnen anhand einer Formel ihren eigenen Blutgehalt S schätzen noch weitere Werte (verträglicher Blutverlust, etc.)	S-Beiträge	Tafel
Hypothesen	L zeigt blutgefülltes Gefäß S formulieren Hypothesen zur Frage: „Le sang est-il un liquide homogène?“ S machen Vorschläge zum Nachweis der unterschiedl. Blutzusammensetzung (mögl. Antworten: Zentrifugieren, Mikroskopieren, chemisch behandeln, etc.) > Reaktivierung der Vorkenntnisse	S-Beiträge	Gefäß mit frischem Schweineblut
Experiment	L geht kurz auf die versch. mögl. Antworten ein L zeigt S die mitgebrachte Zentrifuge S wird gebeten, Aufbau und Funktion der Zentrifuge zu beschreiben L zentrifugiert mehrere mit Blut gefüllte Küvetten	LV SV	Zentrifuge
Beobachtungen	S vergleichen Beobachtungen zwischen zentri- und nicht-zentrifugierten Küvetten (letztere wurden 2 Tage im Kühlschrank aufbewahrt)	L-Experiment S-Beiträge	Zentrifuge, Blut, Küvetten
Deutung	S versuchen, die beiden unterschiedl. Phasen und ihre Färbung zu beschreiben und anschließend zu deuten	S-Beiträge	Küvetten

Ergebnis-sicherung	feste/flüssige Blutbestandteile werden von S auf deutsch genannt, vom L ins Französische übertragen und in eine Schemazeichnung eingetragen; die Bedeutung von Erythro-/Thrombo- u. Leukozyten wird allgemein herausgestellt	S-Beiträge UG	Tafel
Zusammenfassung	S übernehmen Tafelbild ins Heft L fordert S auf, Ergebnisse anhand des Tafelbildes vorzutragen, S helfen dem Vortragenden bei sprachl. Schwierigkeiten > Versprachlichung des Unterrichtsgegenstandes in der Fremdsprache	SV	Tafel Heft
Hausaufgabe	S bereiten mit Hilfe ihrer Aufzeichnungen und ihres Biologiebuches den erarbeiteten Unterrichtsstoff nach > Verständnissicherung, Einprägung der deutschen Fachbegriffe		

5.1.2 Didaktisch-methodische Anmerkungen zur ersten Stunde

Nach einer kurzen Erläuterung zum Ablauf der Unterrichtsreihe, ihrem experimentellen Charakter und einer persönlichen Vorstellung leitete ich zum Unterrichtsgegenstand über. Dabei sprach ich von Anfang an Französisch und forderte die Schülerinnen und Schüler auf, sich bei auftretenden sprachlichen oder inhaltlichen Schwierigkeiten zu melden und Rückfragen zustellen.

Der Einstieg in die Unterrichtsreihe hatte motivierenden Quizcharakter. Die Schätzwerte bezüglich des Blutgehaltes wurden an der Tafel notiert und anschließend durch die Berechnungsformel bestätigt oder modifiziert. Jede Schülerin und jeder Schüler berechnete auch sein eigenes Blutvolumen, um sich eine konkrete Vorstellung von der Gesamtblutmenge eines Menschen machen zu können. In dieser Phase mit Ratecharakter wurden kaum sprachliche Hilfen gegeben, da das Vokabular hauptsächlich dem Alltagsvokabular entsprach, das die Schülerinnen und Schüler sicher beherrschten. Neue Wörter wie beispielsweise *le volume sanguin* oder *la perte de sang* wurden beiläufig eingeführt, an der Tafel festgehalten, von den Schülerinnen und Schülern ins Heft übernommen oder auch direkt in ihre Äußerungen integriert. Obwohl durchgehend Französisch gesprochen wurde, war die Schülerbeteiligung hoch und breit gestreut. Da die Schülerbeiträge zahlreich, der einzelne Beitrag jedoch aufgrund der Schätzwerte relativ kurz war, überwandten viele Schülerinnen und Schüler die doch in den Köpfen anfangs bestehenden Hemmschwellen, auch das Fach Biologie in Französisch zu verstehen und sich in der Fremdsprache zu äußern. Vielen war es zu diesem Zeitpunkt gar nicht mehr so bewusst, dass sie Französisch als Arbeitssprache einsetzten. Teilweise kam es auch vor, dass ich direkt die deutsche Übersetzung eines Wortes beifügte, um den Unterrichtsgang nicht zu lange zu unterbrechen, beispielsweise war den Schülerinnen und Schülern das für die zentrale Frage *Le sang est – il un liquide homogène?*

wichtige Wort *homogène* unbekannt. Manchmal genügte es schon, das nicht verstandene Wort an die Tafel zu schreiben, um die Bedeutung anhand des Schriftbildes von den Schülerinnen und Schülern erschließen zu lassen.

Bemerkenswert in dieser ersten Stunde war die gegenseitige Unterstützung der Mitschülerinnen und Mitschüler, die insbesondere dann zum Tragen kam, wenn eine Schülerin oder ein Schüler einen kürzeren Vortrag halten sollte, sei es den Aufbau der Zentrifuge beschreiben oder eine Zusammenfassung am Ende der Stunde geben sollte (s. Verlaufsplan unter Punkt 5.1.1). Zusätzlich hatte ich ihnen angeboten, auch mich verbessern bzw. mir bei der ein oder anderen Vokabel auszuhelfen zu können. Dieser Rollentausch hatte den Vorteil, dass sie motiviert und konzentriert das Unterrichtsgeschehen mitgestalteten und sich positiv einbrachten. Eine andere Art der Einführung französischer Fachbegriffe ergab sich bei der Versprachlichung der vergleichenden Beobachtungen zwischen den zentri- und nicht zentrifugierten Küvetten. Die Schülerinnen und Schüler versuchten, mit ihrem Wortschatz die Beobachtungen zu formulieren oder nannten auch teilweise bei der Frage nach der Zusammensetzung der beiden unterschiedlichen Phasen den deutschen Fachbegriff, den ich direkt ins Französische übertrug und an der Tafel in einem Schema festhielt. Die Schülerinnen und Schüler versuchten daraufhin, die anderen französischen Fachbegriffe wie *érythrocytes*, *leucocytes*, *thrombocytes* selbst zu erschließen und französisch auszusprechen. Die gesetzten Unterrichtsziele wurden nicht nur auf inhaltlicher, sondern auch auf emotionaler Ebene erreicht. Die Schülerinnen und Schüler entwickelten eine sehr positive Haltung gegenüber dieser Reihe, die auch mich selbst sehr motivierte.

5.2 Dritte Stunde

Nachdem in der zweiten Stunde Form und Funktion der Erythrozyten näher untersucht wurden (s. Synopse unter Punkt 1.3), ging es in der dritten Stunde um den Prozess des Gasaustausches von O₂ und CO₂ im Bereich der Lungen und des Gewebes.

5.2.1 Verlaufsplan

Phase	Didaktisch-methodischer Kommentar	Aktions - Sozialform	Medien
Wiederholung	S hält anhand einiger Abbildungen einen Vortrag über die Erythrozyten (Anzahl, Form, Inhalt, Hauptfunktion, etc.) MS unterstützen Vortragenden	SV	M2a, b, c
Überleitung	L fordert S auf, zu überlegen, wie das eingeatmete O ₂ an die Orte des Körpers gelangt, wo es gebraucht wird S äußern Vermutungen, die unkommentiert bleiben	S-Beiträge	
Erarbeitung	S erhalten Arbeitsblatt mit Vokabelliste, unterteilt in Fachbegriffe und Wörter, die den biolog. Prozess beschreiben S sichten Arbeitsmaterialien zu zweit, evtl. auftretende Verständnisfragen werden gemeinsam geklärt S lösen Aufgaben (s. AB), L fungiert als Berater	PA	M4 M5 M4
Ergebnis - präsentation	L legt AB als Folie auf, S präsentieren Ergebnisse am OHP, MS ergänzen und unterstützen ggf. Vortragende	PA	M4
Ergebnis - sicherung	S tragen Ergebnisse auf Folie ein (s. Fragen 1 und 2) Frage 3 wird stichpunktartig an der Tafel festgehalten, MS übernehmen bzw. ergänzen ihre Aufzeichnungen im Heft	PA UG	M4 Tafel Heft
Hausaufgabe (Festigung)	S überlegen sich drei Fragen, die thematisch am Arbeitsmaterial 4 (M4) orientiert sind.		

5.2.2 Durchführung der dritten Stunde mit didaktisch-methodischem Kommentar

Zur Wiederholung und Übung der Versprachlichung der neu erworbenen Kenntnisse hielt eine nicht frankophone Schülerin anhand des Bildmaterials (s. Anhang M2a, b und c) vor der Klasse einen souveränen Vortrag. Bemerkenswert waren ihr selbstsicheres Auftreten und ihre sprachliche Ausdrucksfähigkeit. Im Anschluss wurde besonders deutlich, dass dieses Modul von einigen Schülerinnen und Schülern als besondere Herausforderung angesehen wurde, der sie viel Engagement und Ehrgeiz entgegenbrachten. Auch die anderen Schülerinnen und Schüler applaudierten kräftig und waren stolz auf diese Leistung. Solche Reaktionen motivierten die gesamte Klasse und sorgten für die entspannte lockere, aber dennoch konzentrierte Lernatmosphäre.

Die selbständige Auseinandersetzung mit dem in der Fremdsprache gehaltenen Arbeitsmaterial und dessen Bearbeitung zu zweit wirkte sich insofern positiv aus, als die Schülerinnen und Schüler sowohl auf fachlicher wie auch auf sprachlicher Ebene voneinander profitieren konnten (s. unter Punkt 4). Gerade in solchen Phasen brachten sich die frankophonen Schülerinnen und Schüler, auch wenn sie - nach Aussagen der Fachlehrerin nicht so sehr an dem Fach Biologie interessiert waren, mit Begeisterung ein, da sie teilweise den Inhalt etwas schneller begriffen hatten.

Auch die Präsentation erfolgte zu zweit. Die Schülerinnen und Schüler verteilten selbständig die Aufgaben, unterstützten sich beim Vortragen, füllten die entsprechenden Begriffe auf der

Folie ein und beantworteten die Fragen ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler. In dieser Phase konnte ich mich aus dem Unterrichtsgeschehen zurückziehen und die Rolle des Beobachters übernehmen.

Bei Aufgabe drei dagegen traten Schwierigkeiten auf, da einerseits die biologischen Vorgänge komplex waren und andererseits die Versprachlichung dieser Prozesse für einige Schülerinnen und Schüler eine Überforderung darstellte. Da diese ihre Fragen in deutscher Sprache formulierten und die inhaltlichen Probleme zu groß waren, wechselten wir spontan in die Muttersprache.

Als festigende Hausaufgabe bat ich die Schülerinnen und Schüler, sich schriftlich auf französisch formulierte Fragen zu diesem Themenkomplex auf einer Karteikarte zu notieren, die sie natürlich auch selbst beantworten können sollten. Um sicher zu stellen, dass die Inhalte komplett verstanden wurden, entschied ich mich, die Folgestunde als Wiederholungs- und Vertiefungsstunde zu nutzen anstatt - wie es geplant war - stofflich weiterzugehen .

Das Unterrichtstempo musste in dieser Stunde aufgrund gehäuft auftretender inhaltlicher und sprachlicher Schwierigkeiten etwas verlangsamt werden. Durch die zusätzlich eingesetzte Vertiefungsstunde konnten die fachlichen Ziele jedoch vollständig erreicht werden.

6 Evaluation der Reihe

6.1 Persönliche Beobachtungen

In der Rückschau betrachtet ist diese Unterrichtsreihe gelungen. Die meisten Schülerinnen und Schüler haben dieses Experiment positiv angenommen, sich engagiert und die Anforderungen angemessen erfüllt. Besonders positiv hervorzuheben ist, dass sowohl die an dem Fach Biologie als auch an dem Fach Französisch interessierten Schülerinnen und Schüler durch sehr rege Beteiligung den Unterricht mitgestaltet und vorangebracht haben. Durch gegenseitige Unterstützung, Hilfsbereitschaft, zum Beispiel bei Korrekturen und die Sozialformen der Partner- und Gruppenarbeit ist ein ausgesprochen angenehmes Lernklima entstanden, das mit Sicherheit zu den bemerkenswerten Lernfortschritten der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich des Fachinhaltes und der mündlichen Sprachproduktion in der Fremdsprache beigetragen hat. Die Tatsache, dass diese immer die Möglichkeit hatten, auch deutsch zu sprechen, wenn die Fremdsprache eine zu große Barriere darstellte, gab ihnen die Sicherheit, nicht durch weniger gute Sprachkenntnisse benachteiligt zu werden (s. unter Punkt 6.2).

Es war mir wichtig, dass die fachliche Komponente nicht durch die Fremdsprache in Mitleidenschaft gezogen wurde. Daher ist in solchen Modulen Sprachflexibilität unabdingbar, um allen Ansprüchen weitgehend gerecht werden zu können. Hier möchte auf eine Unterrichtsphase hinweisen, die mich selber positiv beeindruckt hat, da ich zuvor diese Variante noch nicht ausprobiert hatte. Als ich merkte, dass ein Großteil der Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten hatte, ihre Gedanken mündlich zu formulieren, sie mich aber sehr gut in der Fremdsprache verstanden, schlug ich ihnen vor, auf deutsch zu antworten, wohingegen ich konsequent weiter französisch sprach. Das Ergebnis war verblüffend. Sie ließen sich sofort auf dieses Sprachexperiment ein; die komplizierten Vorgänge des Stoffaustausches wurden problemlos verstanden.

Der positive Verlauf dieser Reihe ist u.a. auch darauf zurückzuführen, dass zum einen die Thematik für die Schülerinnen und Schüler nicht grundlegend neu war und zum anderen insgesamt gute Vorkenntnisse vorhanden waren, auf denen aufgebaut werden konnte.

6.2 Auswertung der Fragebögen

Zum Abschluss möchte ich noch kurz auf die Fragebögen eingehen und Tendenzen hinsichtlich der Bewertung dieser Reihe durch die Schülerinnen und Schüler aufzeigen.

Der Fragebogen spricht sowohl die inhaltlichen wie auch die sprachlichen Aspekte der Reihe an (s. Anhang M15). Es wird deutlich, dass der biologische Fachinhalt von allen Schülerinnen und Schülern, mit einer Ausnahme, verstanden wurde und dass auf fachlicher Ebene keine Nachteile in Kauf zu nehmen sind. Vielleicht sollte man insgesamt etwas mehr Zeit für die Vermittlung des Unterrichtsstoffes veranschlagen, als man es für dieselbe Unterrichtseinheit auf deutsch tun würde (s. unter Punkt 5.2.2).

Hinsichtlich der Erweiterung des Wortschatzes glauben die Schülerinnen und Schüler, nur im Bereich der Fachbegriffe einen Lernzuwachs verzeichnen zu können. Ebenso verneinen über die Hälfte der Klasse ihre Lernfortschritte bezüglich der mündlichen Sprachproduktion (s. Anhang M16, Fragen 2 und 5). Diese Angaben belegen, dass die Schülerinnen und Schüler dieser Klasse nicht über die sprachlichen Prozesse reflektieren und nur eine messbare Verbesserung wahrnehmen, beispielsweise anhand neu erworbener Vokabeln. Die Tatsache, dass sie sehr viele Wörter aus der Alltags- und Fachsprache „ganz nebenbei“ gelernt haben, dass sie spontan in der Fremdsprache reagierten, biologische Vorgänge in der Fremdsprache fast selbstverständlich verstanden haben, Erschließungstechniken angewandt und Fortschritte in der Textrezeption und -produktion gemacht haben, ist den Schülerinnen und Schülern nicht

bewusst geworden. Leider konnte ich aus Zeitmangel nicht gemeinsam mit ihnen über die Reihe sprechen und den Fragebogen auswerten.

Die Möglichkeit, sich unter Punkt 7 des Fragebogens kritisch zu äußern, nutzten nur wenige Schülerinnen und Schüler, da direkt im Anschluss die Weihnachtsfeier begann. Ein Schüler kritisierte die zu theoretische Behandlung des Themas. Ich persönlich hätte mir auch mehr praktische Arbeit gewünscht, beispielsweise hätte sich das Mikroskopieren unterschiedlicher Zelltypen angeboten und so der Umgang mit dem Mikroskop geübt, die Verfärbung des Blutes durch Einleiten von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid experimentell sichtbar gemacht werden können; doch aufgrund von mangelnder Ausstattung musste die Theorie die Praxis in einigen Bereichen ersetzen.

Auffallend ist die sehr unterschiedliche Beantwortung der Fragen 3 und 4 (s. Fragebogen M16), die die Sprachrezeption bzw. -produktion ansprechen. Die Bewertung ist jedoch verständlich, da das freie Sprechen über biologische Inhalte in der Fremdsprache einen wesentlich komplexeren Prozess darstellt als das Verstehen. Letzteres erfordert u.a. einen großen latenten Wortschatz und Erschließungstechniken, über welche die Schülerinnen und Schüler dieser Klasse dank ihrer Mehrsprachigkeit verfügen.

Abschließend möchte ich noch hervorheben, dass mehr als zwei Drittel der Klasse wieder ein solches Angebot „Biologieunterricht in der Fremdsprache“ annehmen würde. Auch ich persönlich würde gerne meine Erfahrungen in diesem Sektor weiter ausbauen und kann solche Module als Alternative und Abwechslung zum klassischen Biologieunterricht nur befürworten, da alle Beteiligten, Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer, von dieser anderen, sehr vielschichtigen Art des Lernens profitieren und sowohl ihre sprachliche als auch fachliche Kompetenz erweitern können.

7 Literaturangaben

Bauer, E. W., *Humanbiologie*, Cornelsen, Berlin, 1998, S. 86.

Bruns, E. et alii, *Das Biobuch – 9. und 10. Schuljahr*, Verlag Diesterweg, Frankfurt am Main, 1997.

Désiré, C., Tavernier, R., „*Biologie Géologie 3^e*“, Bordas, Paris 1980.

Escalier, J., „*L’homme et la nature - Biologie humaine 3^e - Géologie – Sciences naturelles*“, Fernand Nathan, Lyon, 1980.

Gerhardt, A. et alii, *BSV Biologie GN Menschenkunde*, 1. Aufl., Bayerischer Schulbuch-Verlag, München, 1995, S. 51.

Larue, Robert, „*Sciences naturelles – biologie, géologie 3*“, Classique Hachette, Paris, 1980.

Struckmann, Dieter, „*Bio 3G Humanbiologie*“, Westermann-Schulbuchverl., Braunschweig, 1995.

Weitere Quellen:

- **Internet** (über Suchmaschinen).
- **CD-Rom:**
Encyclopédie SCIENCE INTERACTIVE de l'infiniment PETIT à l'infiniment GRAND, Hachette Encyclopédies, Rome, 1997.
- **Französische Biologie-Schulbücher unterschiedlicher Jahrgangsstufen:**
- (Première S, Seconde, Terminale D, classe de quatrième / troisième).

Materialien zum Modul

im

Biologieunterricht:

Le sang - sève de la vie. Le rôle respiratoire des érythrocytes

Arbeitsmaterialien/Medien	thematische Beschreibung der Arbeitsmaterialien
<ul style="list-style-type: none"> • M1 (transparent 1) • M2 (transparent 2) • M3 (liste de vocabulaire 1) 	<p>La fixation réversible de l'oxygène par l'hémoglobine des érythrocytes</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Un frottis de sang humain (coloré) b) Les érythrocytes (MEB) c) L'érythrocyte et la molécule d'hémoglobine <p>Les érythrocytes (les termes techniques)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • M4 (fiche de travail 1 = transparent 3) • M5 (liste de vocabulaire 2) 	<p>L'échange nutritif au niveau des capillaires</p> <p>L'échange nutritif au niveau des capillaires</p>
<ul style="list-style-type: none"> • M6 (transparent 4) • M7 (transparent 5) 	<p>Observations faites sur les habitants de Pérou</p> <p>Information sur le monoxyde de carbone (CO)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • M8 (transparent 6) • M9 (transparent 7) • M10/11 (fiches de travail 2 et 3) • M12 • M13 (liste de vocabulaire 3) • M14 (film) 	<p>La formation de la lymphe</p> <p>Appareil circulatoire</p> <p>Le système lymphatique</p> <p>Questions sur le système lymphatique</p> <p>Le système lymphatique</p> <p>Das Lymphgefäßsystem (nur in dt. Sprache verfügbar)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • M15 (Fragebogen) 	<p>Auswertung des Fragebögen</p>

Materialien zum Modul

im

Biologieunterricht:

Le sang – la sève de la vie :

Le rôle respiratoire des érythrocytes

Material 1

Une expérimentation

On étale un peu de sang sur la paroi d'un ballon; au contact de l'air, il a une couleur rouge vif (A). Si on retire l'air du ballon (B), le sang prend une couleur rouge sombre mais retrouve sa couleur rouge vif dès que l'air entre à nouveau. On obtiendrait plus rapidement la couleur rouge vif en introduisant de l'oxygène (C).

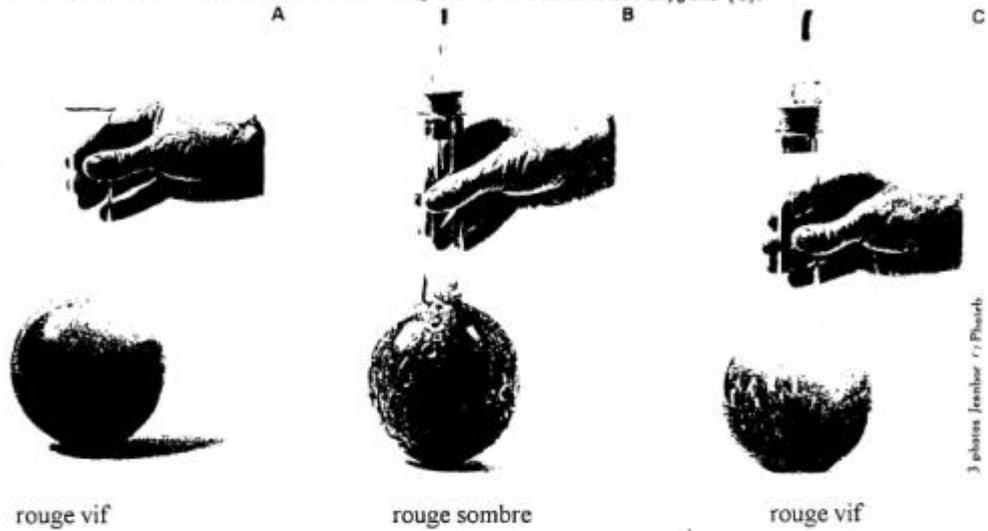


Fig. 1: La fixation réversible de l'oxygène

Material 2a

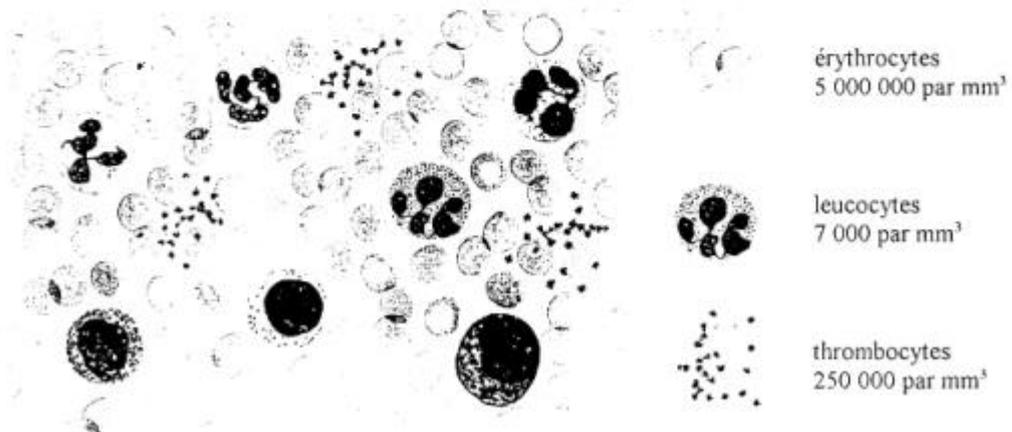
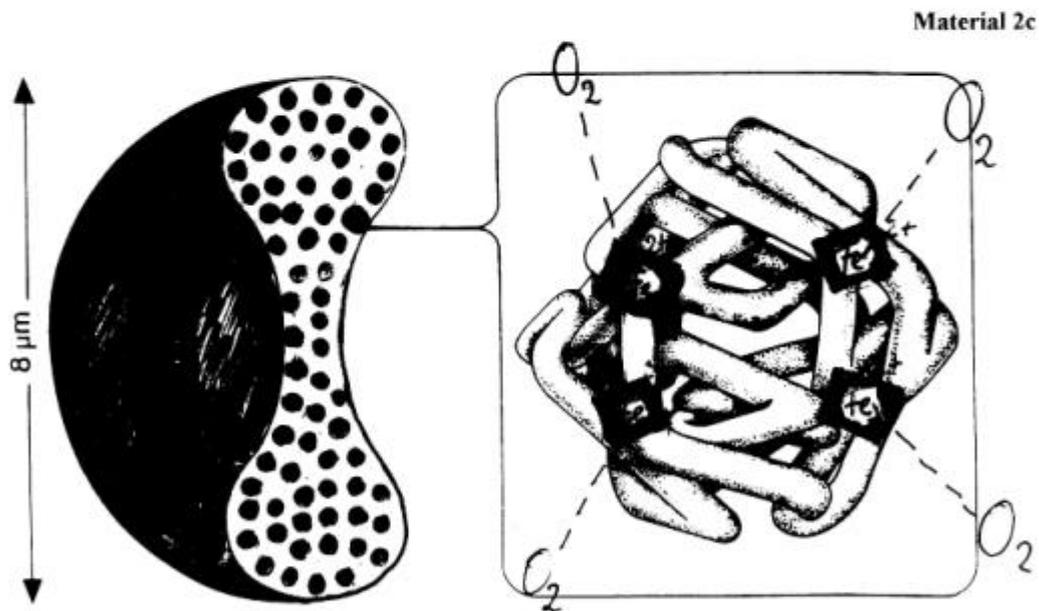


Fig.2a: Un frottis de sang humain (coloré)



érythrocytes

Fig.2b: Les érythrocytes



Material 2c

Fig.2c: L'érythrocyte et la molécule d'hémoglobine

PIGMENT ROUGE – HEMOGLOBINE

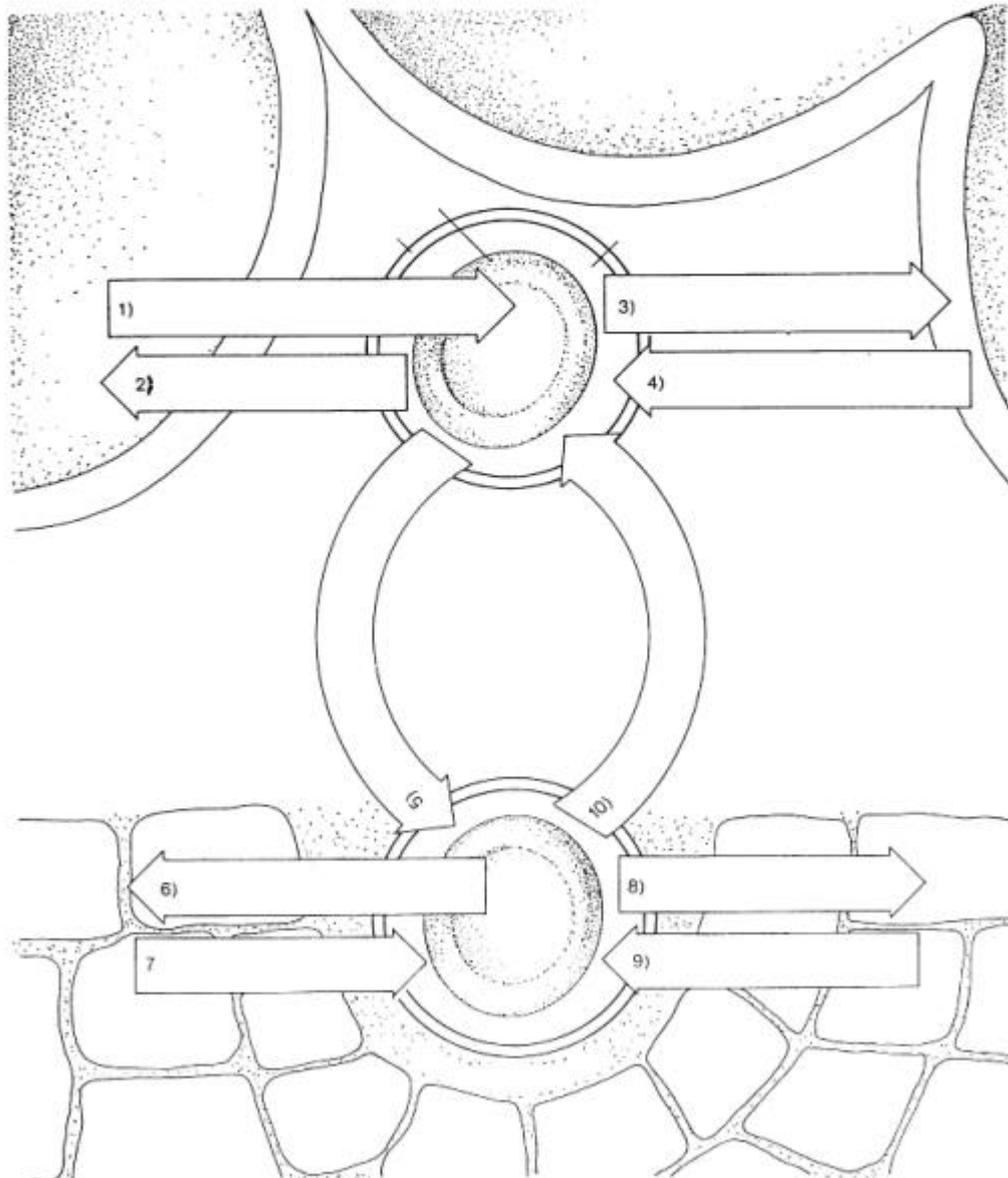
- Chaque point rouge correspond à 16 000 molécules d'hémoglobine.
- L'hémoglobine est une protéine.
- L'hémoglobine contient 4 atomes de fer auxquels l'oxygène se combine.

Les érythrocytes (les termes techniques)

un érythrocyte (une globule rouge)	Erythrozyt (rotes Blutkörperchen)
concave / biconcave	konkav / bikonkav
le noyau	Kern
l'oxygène m.	Sauerstoff
le fer	Eisen
le pigment rouge = l'hémoglobine f.	roter Blutfarbstoff = Hämoglobin
une protéine	Protein (Eiweiß)
une molécule	Molekül
un atome	Atom
se combiner à qc	sich an etw. binden

Fiche de travail: L'échange nutritif au niveau des capillaires

1. Prenez des crayons de couleur et remplissez les flèches par les notions suivantes: oxygène (rouge), dioxyde de carbone (bleu), nutriments (vert), déchets (lilas).
2. Le plasma transporte.....
Les érythrocytes transportent.....
3. Expliquez l'échange nutritif au niveau des poumons et des tissus à l'aide de ce schéma et vos connaissances.



L'échange nutritif au niveau des capillaires

1. Vocabulaire des termes techniques

un nutriment/un aliment	Nährstoff
des capillaires m.	Kapillare (kleinste Blutgefäße)
le carbone	Kohlenstoff
le dioxyde de carbone	Kohlenstoffdioxid
les déchets m.	Abfallstoffe
une alvéole pulmonaire	Lungenbläschen
le liquide interstitiel	Zwischenzellflüssigkeit
le tissu	Gewebe
la circulation du sang	Blutkreislauf

2. Vocabulaire du processus

diffuser passer dans	diffundieren übertreten (in)
la paroi du capillaire	Kapillarwand
se dissoudre dissout, dissoute	sich lösen gelöst
libérer qc ⇔ absorber qc	etwas freisetzen ⇔ etwas aufnehmen
le poumon	Lunge
inspirer ⇔ expirer	einatmen ⇔ ausatmen
la moelle osseuse	Knochenmark

Material 6

Voici quelques observations faites sur des habitants du Pérou:

	Lima (alt. 450 m)	Morococha (alt. 4540 m)
Nombre moyen d'érythrocytes par mm³ de sang	4 800 000	6 400 000
Hémoglobine, pour 100ml de sang (en moyenne)	15,4 g	20,13g
Volume moyen de sang	4,77 l	5,70 l
Volume du sang par kg de poids du corps	79,6 ml	100,5 ml

Comment proposez-vous d'expliquer les différences observées entre les habitants de Lima et ceux de Morococha?

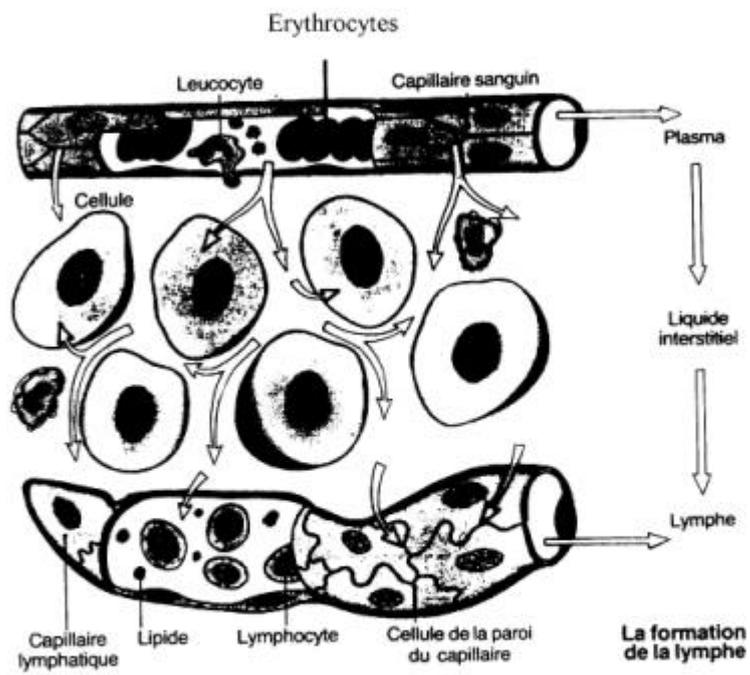
Material 7

Information sur le monoxyde de carbone:

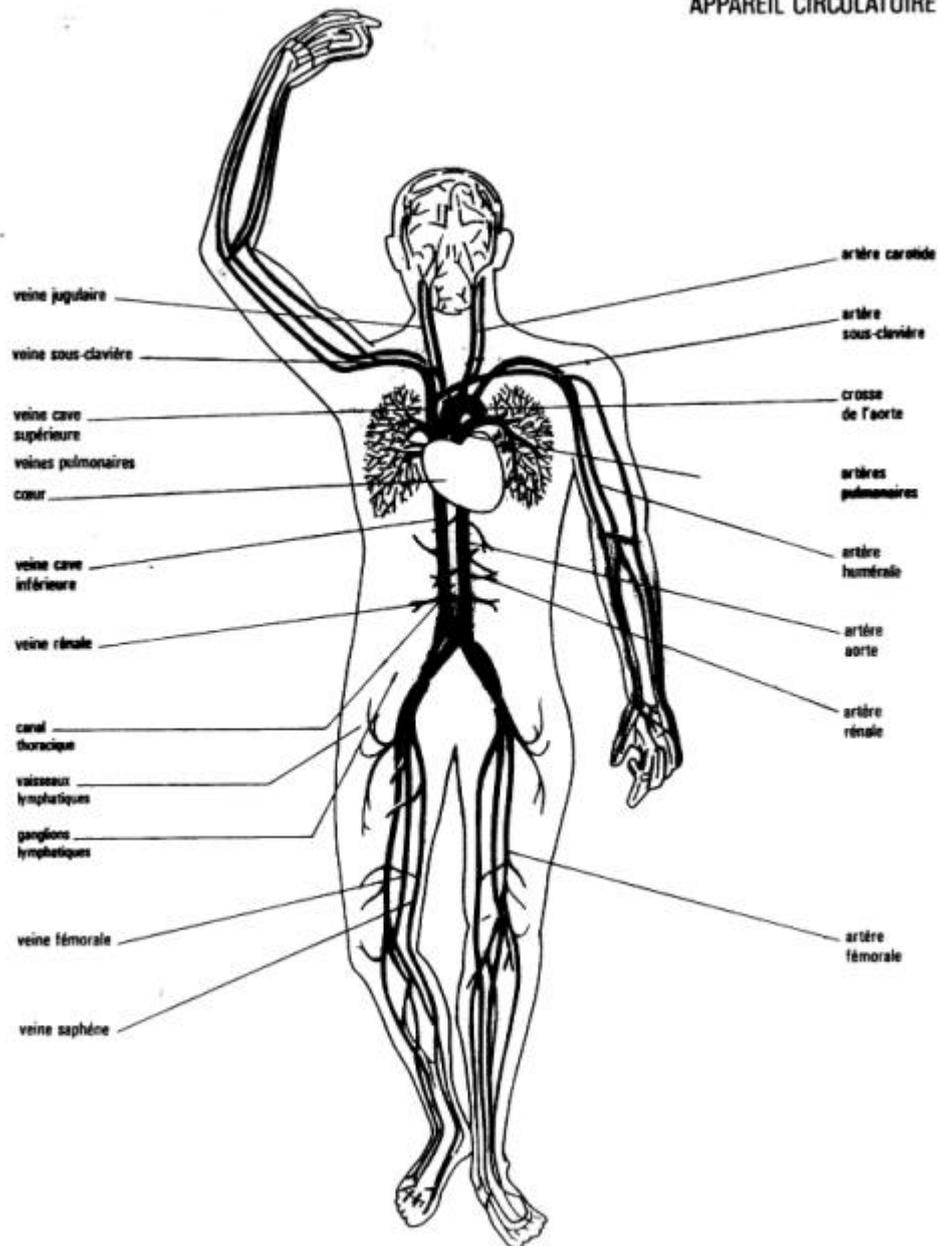
Le monoxyde de carbone (CO) se fixe sur l'hémoglobine 200 fois plus facilement que l'oxygène (O₂) et forme un composé (*Bindung*) très stable!

- ⇒ Quel est le danger?
 - ⇒ Arrêtez le moteur!
 - ⇒ nicotine et CO?
 - ⇒ sport et cigarette?
-

La formation de la lymphe



APPAREIL CIRCULATOIRE



Fiche de travail 2: Le système lymphatique

Qu'est-ce que la lymphe?

Toutes les cellules de nos organes baignent dans un liquide: c'est ce qu'on appelle le *liquide interstitiel* (fig.1). Ce liquide prend le nom de *lymphe* lorsqu'il est drainé par les *vaisseaux lymphatiques* (fig.3). Dans la lymphe et le plasma se retrouvent les mêmes éléments chimiques, mais dans des proportions différentes. Mais la lymphe ne possède pas d'érythrocytes ni de globulins (große Eiweißmoleküle). C'est pourquoi la lymphe est claire et incolore.

Où est-ce que la lymphe circule?

La lymphe circule dans le *système lymphatique* (fig.3). C'est un ensemble des *vaisseaux lymphatiques* qui accompagnent les capillaires sanguins. Le système lymphatique est caractérisé par des *ganglions lymphatiques* isolés ou groupés qui se trouvent dans les régions cervicale, axillaire, inguinale, etc.

Quelle est l'origine de la lymphe?

Certains éléments du sang traversent la paroi des capillaires sanguins. Ils forment le *liquide interstitiel* dont une partie pénètre dans les *capillaires lymphatiques* (fig.2). Ceux-ci se réunissent pour former des vaisseaux de plus gros calibre comme le *canal thoracique*, le tronc lymphatique le plus grand qui se jette dans la veine cave supérieure (près du coeur) (fig.3). C'est ainsi que tous les nutriments parviennent dans la circulation sanguine.

Quelle est la fonction du système lymphatique?

Le *liquide interstitiel* sert d'intermédiaire entre le sang et le tissu (fig.2).

Une grande partie du liquide interstitiel est absorbée par les *capillaires lymphatiques* qui conduisent la *lymphe* vers le coeur. Toutes les substances contenues par la lymphe (p.ex. les nutriments) retournent vers le système sanguin. Les vaisseaux lymphatiques possèdent des *valvules* (fig.4) qui empêchent le reflux de la lymphe et imposent un sens circulatoire unique.

Les *ganglions lymphatiques* (fig.3 et 5) jouent aussi un rôle très important dans le système lymphatique. Ils constituent des centres qui forment des *lymphocytes*. Ceux-ci sont indispensables à la défense de l'organisme. Les ganglions lymphatiques servent de barrière aux infections. Ils représentent une sorte de *système de filtration*. Lors d'une infection les ganglions lymphatiques sont souvent enflammés et les voies lymphatiques parfois visibles sous forme d'un cordon rouge, p.ex. le long de la face interne du bras ou de la jambe.

☞ film!

Questions

1. Expliquez la notion de la *lymphe*.
 2. Comment la lymphe se forme-t-elle?
 3. Quelle est la fonction des valvules?
 4. Pourquoi le liquide interstitiel est-il si important pour les tissus?
 5. Quel est le rôle des ganglions lymphatiques?
-

Vocabulaire: Le système lymphatique**Qu'est-ce que la lymphe?**

• la lymphe	Lymphpe
• le liquide interstitiel	Gewebsflüssigkeit
• un vaisseau lymphatique	lymphatisches Gefäß
• incolore	farblos

Où est-ce que la lymphe circule?

• sanguins (> sang)	Blut-
• un ganglion lymphatique	Lymphknoten
• la région cervicale	Nackenbereich
• la région axillaire	Achselbereich
• la région inguinale	Leistenbereich

Quelle est l'origine de la lymphe?

• le canal thoracique	Milchbrustgang
• le tronc lymphatique	Lymphstamm
• la veine cave supérieure	obere Hohlvene

Quelle est la fonction du système lymphatique?

• une valvule	Segelklappe
• le flux de sang	Blutfluss
• un reflux	Rückfluss
• la défense	Abwehr
• une infection	Infektion
• un système de filtration	Filtersystem
• enflammé (> enflammer)	entzündet
• une voie lymphatique	Lymphbahn
• la face interne du bras	Arminnenseite

Film: **Das Lymphgefäßsystem**

Kennziffer: 320241-1

Im Film werden folgende Themen behandelt:

- Stoffaustausch
 - Motorik
 - Stofftransport
 - Lymphknoten
 - Abwehrreaktion
-

**Auswertung der Fragebögen zur
Unterrichtsreihe Biologie in der Fremdsprache Französisch**

1. Hast du die biologischen Unterrichtsinhalte, die in der Fremdsprache vermittelt wurden, verstanden?

*Ja: 28 (davon 2 „mit Hilfe der Vokabeln“, 2 „relativ viel“)
nur zum Teil: 1
nur ein wenig: 1*

2. Hast du deinen französischen Wortschatz durch die Unterrichtsreihe erweitern können?

*Ja: 18 (davon 2 „im Bereich Biologie-Fachausdrücke“)
Ja, teilweise: 3 Ja, ein bisschen: 5
Nein: 4*

3. War es für dich *schwer* □, *mittel* □ oder *leicht* □, die Lehrerin in der Fremdsprache zu verstehen?

schwer: 2 mittel: 8 leicht: 20

4. Ist es dir *schwer* □, *mittel* □ oder *leicht* □ gefallen, dich in der Fremdsprache auszudrücken?

schwer: 8 mittel: 14 leicht: 7

5. Ist es dir am Ende der Unterrichtsreihe leichter gefallen, dich in der Fremdsprache auszudrücken?

Ja: 9 teilweise: 4 Nein: 17

6. Würdest du wieder das Angebot einer Unterrichtsreihe "Biologieunterricht in Französisch" annehmen?

Ja: 22 gleichgültig: 1 Nein: 7