

Thrombose und Embolie

Materialien für schülerorientierten Biologie-Unterricht mit Gegenwartsbezug

Martina Pälme und Michael Ewig

Kurzfassung

Vermittelt durch die Medienträchtigkeit des „economy class syndrome“ ist die Thrombose bzw. Embolie als potenzielle Todesursache nach längeren Reisen in bewegungsarmer Sitzhaltung in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gedrungen. Aus Gründen des Alltagsbezugs ist damit ein Thema relevant für schülerorientierten Biologie-Unterricht geworden, dessen Behandlung unter gesundheitserzieherischen Aspekten ohnehin angezeigt ist. Ein Blick in gängige Schulbücher der zurückliegenden 40 Jahre lässt jedoch oftmals geeignetes Unterrichtsmaterial zum Thema vermissen: diese Lücke schließt der nachfolgende Beitrag.

1 Einleitung

Im September 2000 verstarb die als gesund geltende 28jährige Waliserin Emma Christoffersen nach einem 20stündigen Flug von Australien nach England. Der Fall machte Schlagzeilen, da als einzig erkennbare Todesursache eine Lungenembolie in Folge einer Thrombose diagnostiziert wurde, die auf die mehrstündige bewegungsarme Sitzhaltung zurückgeführt wurde (BLECH, 2001).

Die ökonomische Relevanz des „economy class syndrome“ beförderte neben den spektakulären Einzelfällen auch die schon längst kontrovers geführte Diskussion der Fachwelt um den ursächlichen Zusammenhang von Langstreckenflügen und Thromboembolien in die Medienöffentlichkeit. So haben bereits LANDGRAF et al. (1994) in simulierten 12stündigen Flügen bei Tag und Nacht den Einfluss wiederholter Beinbewegung auf Rheologie, Flüssigkeitshaushalt und Unterschenkel-Ödeme mit dem Einfluss entsprechend langen bewegungslosen Sitzens verglichen: Schwankungen in der Rheologie waren circadianperiodisch, die signifikante Volumenzunahme der Unterschenkel durch Flüssigkeitsansammlung wurde durch die periodischen Bewegungsübungen

nicht beeinflusst. Die beobachteten Veränderungen wurden der physiologischen Schwankungsbreite zugeordnet und nicht für ein erhöhtes Thromboembolie-Risiko bei gesunden Passagieren verantwortlich gemacht. Für bereits prädisponierte Passagiere wurde jedoch die mögliche Erhöhung des bereits gegebenen Thromboembolie-Risikos festgehalten.

Demgegenüber zeigen FERRARI et al. (1999), dass längere Reisen, und zwar auch mit dem Auto oder Zug, unabhängig von entsprechenden Dispositionen einen Risikofaktor für die anschließende Entwicklung einer venösen Thrombose darstellen. SCURR et al. (2001) schließen aus ihren Untersuchungen, dass bis zu 10 % der Passagiere von Langstreckenflügen eine symptomfreie Thrombose tiefliegender Venen erleiden können und zeigen auf, dass der Anteil durch das Tragen elastischer Kompressionsstrümpfe reduziert werden kann. Mit dieser Empfehlung folgen sie der Aufforderung von MERCER & BROWN (1998) an die Forschergemeinde, effektive Präventionsmaßnahmen zu eruiieren; eine weitere Forderung dieser Studie lautet, zukünftig Risikofaktoren für venöse Thromboembolien schärfer zu definieren. In dieser Hinsicht differenziert HAAS (2000), indem beziffert wird, dass längere Immobilisierung das Risiko für eine Thrombose tiefliegender Venen um den Faktor 3 erhöht, während das Risiko für Patienten, die zusätzlich von der Faktor V Leiden-Mutation betroffen sind, 17fach erhöht ist (vgl. WUTHRICH, 2001). Dagegen bezweifeln KRAAIJENHAGEN et al. (2000) einen Zusammenhang zwischen längerem bewegungsarmen Sitzen und einem erhöhten Thromboembolie-Risiko. Ihre Studie hat sowohl für den Flugverkehr allein als auch bei Berücksichtigung anderer Transportmittel keinen Zusammenhang zwischen längerer Reisezeit (± 5 h) und einer erhöhten Thrombose-Neigung nachweisen können. Es sei darauf hingewiesen, dass eine längere Reisezeit im Flugzeug nicht nur mit eingeschränkter Bewegung, sondern darüber hinaus mit vermindertem Luftdruck oder Sauerstoffmangel einhergeht, die ebenfalls als Risikofaktoren für eine Thromboembolie in Verdacht stehen (FRIESE, 2001); GENSTHALER (2001) weist zudem auf den starken Flüssigkeitsverlust in der trockenen Kabinenluft hin.

Über die Medien, durch Erlebnisse im sozialen Umfeld oder auch eigene Langstreckenreisen werden Schüler mit dem Thema Thromboembolie konfrontiert. Es zum Unterrichtsgegenstand zu wählen kann insofern sicherlich an Schüler-Erfahrungen oder -Interessen anknüpfen. Konkreter als die Lehrpläne für das Fach Biologie an Gymnasien (SI) (KULTUSMINISTERIUM NRW, 1993) und Realschulen (MSWWF NRW, 1999) schlägt der Lehrplan für die Hauptschule (KULTUSMINISTERIUM NRW, 1992) „Thrombose“ und „Embolie“ (s.u. 3.1) als fakultative Themen bei der Beschäftigung mit Erkrankungen des Herz-

Kreislauf-Systems vor. Die grundsätzliche Maßgabe jedoch, im Sinne der Gesundheitserziehung im Anschluss an die Behandlung der „normalen“ Funktion eines Organs auch pathologische Erscheinungen zu thematisieren, gilt sicherlich schulformenübergreifend. Für die reguläre Blutfunktion „Blutgerinnung zum Wundverschluss“ stellen Thrombose und (Lungen-)Embolie als mögliche Folge eine pathologische Entgleisung dar, die aus Gründen des Gegenwartsbezugs und der Schülerorientierung zum Unterrichtsgegenstand gewählt werden können.

2 Schulbuchanalyse

Ist die Entscheidung zur unterrichtlichen Behandlung des Themenkomplexes „Thromboembolie“ gefallen, ergibt sich die Frage nach verfügbaren und geeigneten Unterrichtsmaterialien. Sachinformationen können Lehrbüchern, Fachzeitschriften oder Internetseiten entnommen werden; die Recherche nach entsprechenden Unterrichtsmaterialien in der Datenbank-CD „Bildung“ des Fachinformationssystems (FIS) „Bildung“, in der u.a. Zeitschriften zur Didaktik der Naturwissenschaften geführt werden, ergab nur einen Eintrag für das Fach Physik, dessen Inhalte und Materialien für den Biologie-Unterricht adaptiert werden können (COLICCHIA et al., 2000). In einem Artikel über die bei der Blutgerinnung ablaufende Enzymkaskade werden „Thrombose und Embolie“ nur marginal angesprochen (BROX & RUPPERT, 1998); das dabei mitgelieferte Material hat vor allem arteriosklerotische Gefäßwandveränderungen im Blick (s.u. 3.1). Für die Suche nach konkret bearbeitbaren Unterrichtsmaterialien bieten sich daneben am ehesten Schulbücher an, die evtl. ohnehin an den Schulen zur Verfügung stehen.

Für eine entsprechende Sichtung wurden Bücher nach folgenden Kriterien ausgewählt: Es wurden Schulbücher mit einem Erscheinungsdatum nach 1960 ausgewertet; ausgeschlossen von der Erhebung wurden Lehrer- und Oberstufen-(SII-)Bände sowie Bücher für die Jahrgangsstufen 5 & 6 („Orientierungsstufe“), da für diese Jahrgänge eine entsprechende Vertiefung humanbiologischer Themen – auch unter Berücksichtigung der entsprechenden Lehrpläne – noch nicht angezeigt ist. Innerhalb der Stichprobe der erfassten Bücher wurde zwischen denen für das Unterrichtsfach Biologie insgesamt und spezielleren Schulbüchern zur Humanbiologie differenziert. In die Übersicht wurde aufgenommen, ob die Thrombose erwähnt wird oder nicht und ob zusätzlich das Krankheitsbild der Embolie angesprochen wird. Sofern die Begriffe im Text erscheinen, wurde die dem Themenkomplex gewidmete Wortzahl ermittelt und

überprüft, ob ergänzende Abbildungen oder Aufgabenstellungen angeboten werden. Eine vertiefende inhaltliche Analyse ist für eine quantitative Sichtung des Materialangebotes zum Themenkomplex „Thromboembolie“ nicht erheblich.

Die stichprobenhafte Erhebung ergab, dass lediglich in etwa der Hälfte der Bücher mit humanbiologischem Schwerpunkt die Begriffe „Thrombose“ und „Embolie“ überhaupt Erwähnung finden, bei den allgemeinbiologisch ausgerichteten Schulbüchern für die gewählten Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I sind es maximal 20 % (Tab. 1). Durchschnittlich werden diesen beiden Begriffen etwa 70 bzw. knapp 40 Wörter dem Themenkomplex „Thromboembolie“ gewidmet; Abbildungen bzw. weiterführende Aufgabenstellungen zum Thema finden sich nur in einem bzw. dreien der insgesamt 66 daraufhin untersuchten Schulbücher (Tab. 1). Im „Häufigkeitswörterbuch“ (GRAF, 1992), das die im Schuljahr 1986/87 in Hessen zugelassenen (Biologie-)Schulbücher für die Sekundarstufe I berücksichtigt, findet sich der Begriff „(Lungen-)Embolie“ nicht, Begriffe zum Krankheitsbild „Thrombose“ tauchen spärlich in Schulbüchern für die Jahrgangsstufen 7-10 auf: „Thrombose“ einmal im Themengebiet „Sexualität“; „Thrombus“ einmal im Themengebiet „Gesundheit“, „Thrombin“ dreimal zum Themenkomplex „Blut“.

Tab. 1: Übersicht über die Repräsentation des Themenkomplexes „Thromboembolie“ in Schulbüchern der zurückliegenden 40 Jahre für die Sekundarstufe I (Jahrgangsstufen 7-10).

Untersuchungskriterium	Schulbücher mit humanbiologischem Schwerpunkt (n = 16)	allgemeinbiologisch ausgerichtete Schulbücher (n = 50)
Thrombose erwähnt	9 (56,25 %)	10 (20 %)
Embolie erwähnt	8 (50 %)	4 (8 %)
durchschnittl. Wortzahl zum Themenkomplex	71	37
Abbildungen / Schemata zum Themenkomplex	(Min.: 21; Max.: 137)	(Min.: 17; Max.: 68)
Aufgaben zum Thema	1	0
	1	2

3 Unterrichtsankregung

Die oben begründete Sinnhaftigkeit der Aufnahme des Themenkomplexes „Thromboembolie“ in den Biologieunterricht der Sekundarstufe I steht im Widerspruch zum offensichtlichen Mangel an geeigneten Unterrichtshilfen in hin-

reichendem Umfang und flächendeckender Verbreitung. Als Reaktion darauf werden hier Unterrichtsmaterialien angeboten, die im Rahmen einer Staats-examensarbeit erstellt worden sind (PÄLMKE, 2001).

3.1 Sachstruktur

Unter Thrombose (gr. θρομβωσις, Blutgerinnung) versteht man die Pfropfbil-dung in einem vitalen Blutgefäß. Bei diesem krankhaften Vorgang wird das Blutgerinnungssystem am falschen Ort angeregt (KEMKES-MATTHES & OEHLER, 1998). In der sog. „VIRCHOW’schen Trias“ (Abb. 1) sind die Hauptur-sachen für das Auftreten eines intravasalen Thrombus zusammengefasst.



Abb. 1: Virchow’sche Trias (verändert, nach KEMKES-MATTHES & OEHLER, 1998).

Die Intima der Gefäßwand kann durch Verletzungen wie Quetschungen ge-schädigt oder durch arteriosklerotische Ablagerungen verändert sein. Endothel-Verletzungen mit folgender Thrombocytenanlagerung treten bei Operationen auf, ebenso können Blutgefäße z.B. durch das Tragen schwerer Gepäckstücke oder ungewohnte Belastung bestimmter Muskelpartien gequetscht werden.

Der Blutstrom kann durch Venenkompression z.B. in der Schwangerschaft oder durch Tumore in der Nachbarschaft von Blutgefäßen verlangsamt sein, ebenso bei einer Aufweitung der Venen ohne Ausgleich der Blutmenge oder bei herabgesetzter Pumpleistung des Herzens. Auch setzt mehrstündiges bewe-gungsarmes Sitzen in kaum veränderter Haltung die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes herab und kann zur eingangs skizzierten „Reisethrombose“ führen. Die ihr zu Grunde liegende venöse Stase löst zwar nicht unmittelbar die Kas-kade der Blutgerinnung aus, doch der reduzierte Blutaustausch führt zur loka-len Hypoxie bzw. zu entsprechendem Anstieg des CO₂-Partialdruckes.

Im Falle einer Ansäuerung des Blutes durch erhöhten CO₂-Partialdruck ist die Oberflächenladung der Thrombocyten herabgesetzt, die dadurch leichter koagulieren bzw. sich an die Gefäßwand anlagern können. Von ihnen sezer-nierte Phospholipide und weitere Signalsubstanzen führen zur vermehrten Ag-gregation und leiten die Blutgerinnung ein. Eine Vermehrung zirkulierender

Gerinnungsfaktoren wird darüberhinaus hormonell durch Östrogene und Gestagene angeregt, deren Bluttitel im Verlauf einer echten oder durch Kontrazeptiva simulierten Schwangerschaft erhöht ist. In Kombination dazu appliziertes vasoconstringierendes Nikotin verschärft das Thrombose-Risiko, indem es den Effekt der Blut stauenden Kapillarenkompression simuliert (s.o.).

Nach Ablösung eines beispielsweise in den tiefliegenden Beinvenen gebildeten Thrombus kann dieser über die untere Hohlvene zum rechten Herzen und von dort in die Lungenarterien transportiert werden. Die Fixierung des Thrombus dort wird als Embolie (gr. εμβάλλειν – hineinwerfen) bezeichnet. Wird die Lungenarterie nahe ihrer Einmündung verschlossen, führt dies zu akuter Rechtsherzinsuffizienz und anschließendem Tod. Verschluss weiter innerhalb der Lunge gelegener Verzweigungen der Pulmonalarterie führt zu plötzlichem Ausfall von Teilen des Lungengewebes, die sich spastisch kontrahieren und damit die Funktionalität der Lunge aufheben; auch in diesem Fall tritt unter Zyanose, Dyspnoe, Brustschmerzen und Kreislaufversagen bald der Tod ein.

Da 90 % der Blutgerinnsel auf Venenthrombosen der unteren Körperhälfte zurückgehen (DIEHM & WILHELM, 1992; GERLACH et al., 1997), die Lungenembolie als thrombotische Embolie eine typische Folge ist und über die sog. „Reisethrombose“ ein Schülern zu vermittelnder Anknüpfungspunkt gegeben ist, wird vorgeschlagen, Genese und Möglichkeiten der (Individual-)Prophylaxe dieser Herz-Kreislauf-Erkrankung exemplarisch zu erarbeiten. Die dazu angebotenen Materialien sollen gleichermaßen an die fachlichen Hintergründe heranführen und gesundheitserzieherisch wirken.

3.2 Unterrichtsmaterialien

Die im Rahmen dieses Artikels angebotenen Unterrichtsmaterialien sind so konzipiert, dass sie je nach Unterrichtssituation und Lerngruppe variabel und unabhängig voneinander eingesetzt werden können. Exemplarisch für eine mögliche Verknüpfung wird eine Abfolge des Einsatzes vorgestellt, die sinnvoll erscheint. Soweit in den einzelnen Unterrichtshilfen Eintragungen vorzunehmen sind, sind diese in schwach grauer Tönung vorgegeben worden und müssen bei der Vervielfältigung der Blätter ausgeblendet werden.

Überleitend vom Themenkomplex „Blut“ kann der Einstieg in die Problematik der Thromboembolie über ein Experiment zur Blutgerinnung gefunden werden. Material 1 bietet eine Anleitung zur Herstellung eines Blutpfropfes mit auswertender Aufgabenstellung. Die Blutgerinnung im Reagenzglas kann dabei schon als Analogie zur Gerinnung in einem gestreckten Gefäßabschnitt gesehen werden. Im Sinne eines „einführenden Experimentes“ (ESCHENHAGEN et al.,

1996) soll der Schülerversuch auf das Phänomen der Blutgerinnung zu einem festen Pfropf aufmerksam machen und zur Frage der zu Grunde liegenden Mechanismen anregen. Zur Klärung dieser Frage und zugleich zur Überleitung zum Krankheitsbild der Thrombose kommt Material 2 zum Einsatz: Es klärt die basalen Mechanismen der Blutgerinnung und leistet über einen zu bearbeitenden Lückentext den Transfer zur Pathologie. Der abschließende Merksatz kann je nach Lerngruppe im Klassengespräch gefunden und dann festgehalten (oder von der Lehrperson diktiert) werden. Das elektronenmikroskopische Bild eines Fibrinnetzes in der Unterrichtshilfe entstammt DIEHM & WILHELM (1992).

Ausgehend von der Thrombose als Ausdruck „krankhafter Blutgerinnung“ kann im gelenkten Unterrichtsgespräch das Interesse der Schüler an einer Abschätzung des eigenen Thrombose-Risikos geweckt werden. Zur Befriedigung dieses Interesses bietet sich der Einsatz von Material 3 an: Der hierzu in Anlehnung an einen „Venentest“ im Internet (<http://www.angiologie-online.de/venen.htm>) entworfene „Thrombose-Fragebogen“ basiert auf einer groben Punktbewertung gängiger Risikofaktoren für die Ausbildung einer Thrombose und dient der Lenkung der Aufmerksamkeit der Schüler auf diese. Nach der Bearbeitung des Fragebogens durch die Schüler sollte dieser kurz besprochen werden; doch zur Vermeidung von Stigmatisierungen einzelner Schüler sollten mit Hinweis auf die nur grobe Abschätzbarkeit des individuellen Thrombose-Risikos an Hand dieses Fragebogens keine detaillierten Einzelauswertungen vor der Klasse vorgenommen werden. Der Wert des Fragebogens liegt neben dem Effekt der Beteiligung möglichst aller Schüler vor allem in der „zweiten“ Auswertung: Im Klassenverband können auf der Grundlage der im Fragebogen vergebenen Punktwertungen die Risikofaktoren für eine Thrombose eruiert werden. Sind diese zusammengestellt, kann alternativ zur Hausaufgabe am Schluss des Fragebogens oder ergänzend dazu die Aufgabe gestellt werden, Materialien zu den Risikofaktoren zu sammeln und zu ordnen. Im Sinne der Rückführung in den Unterricht werden diese gesammelten Materialien dann in Gruppenarbeit zu Collagen, Wandzeitungen o.ä. zusammengestellt.

Anknüpfend an den im Fragebogen zuletzt genannten Risikofaktor und hin-führend zu weiteren Materialien und Inhalten schließt sich – begründet mit Gegenwartsbezug und Schülerorientierung (s.o.) – eine Fokussierung auf die so genannte „Reisethrombose“ an: Material 4 dient der ersten Konfrontation mit dem Phänomen, an ihm kann die Auswertung des Mediums Zeitungsartikel für den Biologie-Unterricht eingeübt werden¹. Der zweite Teil der Unterrichtshilfe

¹ Die Zeitungsartikel der Materialien 4 & 5 entstammen sämtlich der „Ahlener Zeitung“

zum Aspekt „Reisethrombose“ (Material 5) leitet dann über zu einer tieferen Ergründung der vorgeblichen Ursachen der Todesfälle nach Langstreckenflügen, so weit sie in den Zeitungsartikeln genannt sind. Die in Material 5 verwendeten Zeitungsartikel bilden zudem die Basis für die Einübung von Medienkritik als integralem Bestandteil zeitgemäßen Biologie-Unterrichts, da biologische Sachverhalte gelegentlich falsch oder missverständlich, aber medienwirksam veröffentlicht werden (vgl. HESSE & LUMER, 2000). Material 6 leitet zur Hinterfragung der in den Zeitungsartikeln dargestellten Kausalität von Thrombose und Tod der Betroffenen an: An Hand eines Informationstextes (nach: WÜRMLI et al, 1980) wird geklärt, dass nicht ein unterbrochener Rückstrom des Blutes zum Herzen, sondern die von einem losgelösten Thrombus verursachte (Lungen-)Embolie die Todesursache ist. Das Einzeichnen verbindender Blutgefäße in die Abbildung (nach: BAUER et al., 2000) sowie die zeichnerische Verfolgung eines losgelösten Thrombus soll, unterstützt durch die Diskussion im Klassenverband oder in Gruppen, zu dem Ergebnis führen, dass in aller Regel erst die (Lungen-)Embolie, nicht jedoch der fixierte Thrombus an sich tödliche Folgen haben kann.

Im Sinne handlungsorientierter Gesundheitserziehung wird die Beschäftigung mit dem „Krankheitsbild Reisethrombose“ abgeschlossen durch die Anleitung zu gymnastischen Übungen, die dem Entstehen von Thromben während langer, bewegungsarmer Reisen entgegen wirken können (Material 7; Quelle der Abb.: KLINGE PHARMA, o. J.). Im Rahmen einer die Unterrichtssequenz zum Themenkomplex Thromboembolie abschließenden Sicherung kann das Rätsel (Material 8) eingesetzt werden. Neben der Wiederholung von Sachzusammenhängen festigen die Schülerinnen bei der Bearbeitung der Aufgabe wichtige Begriffe aus dem thematischen Zusammenhang. Derartige spielerische Abrundungen können als ein Schritt in dem Bemühen gesehen werden, mit ursprünglich „toten“ Wörtern individuelle assoziative Umfelder zu verknüpfen und sogenannte „Begriffsnetze“ (BERCK, 1999) zu knüpfen, die für das langfristige Behalten von erlernten Sachzusammenhängen unerlässlich sind.

Herstellung eines Blutpfropfes

M 1

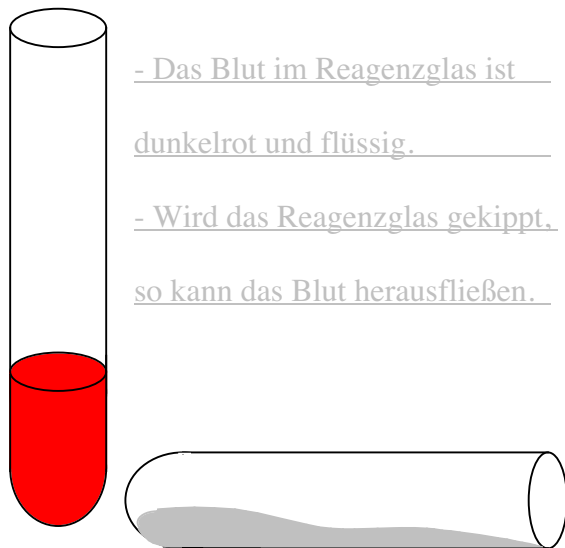
Bei der Entstehung von Thrombosen gerinnt das Blut im menschlichen Körper an bestimmten Gefäßstellen. Damit sich jeder Schüler unter solch einem Blutgerinnsel etwas vorstellen kann, sollt ihr in kleinen Gruppen von drei bis vier Schülern den folgenden Versuch durchführen:

- Material:**
- frisches Schweineblut
 - ein Reagenzglas mit Ständer
 - Folie oder Stopfen
 - Kühlschrank
 - Glasstab
 - Papiertücher

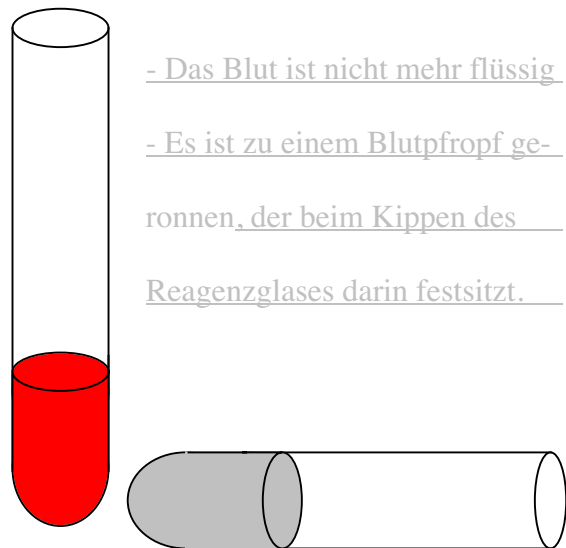
- Durchführung:**
- ➔ Füllt ein Reagenzglas zügig zu einem Drittel mit dem frischen Schweineblut. Nachdem ihr Aussehen und Fließeigenschaften des Blutes unter A genau beschrieben habt, stellt das mit Folie oder Stopfen verschlossene Reagenzglas im Ständer in einen Kühlschrank.
 - ➔ Seht euch das Blut am Ende der Biologiestunde noch einmal an. Zeichnet und beschreibt unter B, was nun zu beobachten ist.

Beobachtung: Datum: 6. Februar

A Uhrzeit: 09:50



B Uhrzeit: 10:20



Schlussfolgerung:

Lässt man frisches Schweineblut einige Zeit in einem Reagenzglas stehen, gerinnt dieses Blut. Vergleichbar ist dieser Blutpfropf mit dem Blutgerinnsel, das in einem Blutgefäß entsteht.

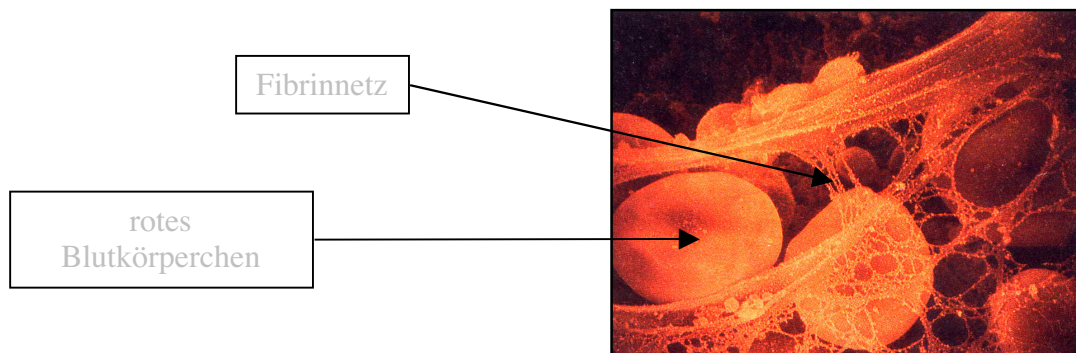


Thrombose – Was ist das?

M 2

Lebenswichtige Blutgerinnung

Blutplättchen bedingen zu einem großen Teil die Blutgerinnung. Sie ballen sich an der Verletzungsstelle zusammen und setzen bestimmte Stoffe frei. Über viele Zwischenschritte bewirken diese, dass im Blutplasma Fibrinogen in Fibrin umgewandelt wird. In dem Netz aus langen Fibrinfäden bleiben dann rote und weiße Blutkörperchen hängen. Kleine Verletzungen hören somit nach wenigen Minuten auf zu bluten, weil das entstandene Blutgerinnsel sie verschließt.



Krankhafte Blutgerinnung

Manchmal gerinnt das Blut, obwohl am menschlichen Körper keine Verletzung zu erkennen ist: Blutplättchen bleiben an einer Gefäßwand haften und geben Stoffe ab, die die Blutgerinnung anregen. Aus Fibrinogen entsteht Fibrin. Ein Blutgerinnsel, das sich aus langen Fibrinfäden sowie roten und weißen Blutkörperchen zusammensetzt, verstopft das Gefäß. Der Blutstrom zum Herzen ist schließlich stark behindert oder gar völlig unterbrochen. Diese Krankheit bezeichnet man als **Thrombose**.

Aufgaben:

- 1) Lies den ersten Text gründlich und beschrifte die Abbildung.
- 2) Fülle mit Hilfe des oberen Textes die Lücken im zweiten Text aus. Versuche die Thrombose in einem Merksatz zu beschreiben.

Merksatz:

Thrombose heißt eine Krankheit, bei der der Blutstrom in einem Blutgefäß durch ein Blutgerinnsel behindert wird. Thrombosen treten häufig in den Venen der Beine auf und verursachen unterschiedliche Beschwerden.



Thrombose-Fragebogen**M 3**

1. Bist du ein Junge oder ein Mädchen?	Mädchen _ (+2)		Junge _ (0)
2. (M.) Nimmst du die Pille?	ja _ (+3)	nein _ (0)	
3. (M.) Trägst du oft Schuhe mit hohen Absätzen?	ja _ (+1)	nein _ (0)	
4. Wie alt bist du?	über 40 Jahre _ (+3)	über 20 Jahre _ (+1)	unter 20 Jahre _ (0)
5. Rauchst du?	ja _ (+3)	nein _ (0)	
6. Schätze gemeinsam mit deinem Nachbarn dein Körpergewicht ein.	Übergewicht _ (+2)	Normalgewicht _ (0)	Untergewicht _ (0)
7. Treibst du Sport?	nie _ (+2)	selten _ (+1)	oft _ (0)
8. Kommen in deiner Familie Venenkrankheiten wie Krampfadern usw. vor?	häufig _ (+2)	vereinzelt _ (+1)	unbekannt _ (0)
9. Bist du schon einmal operiert worden?	ja (lange OP) _ (+3)	ja (kurze OP) _ (+1)	nein _ (0)
10. Hattest du bereits ein Gipsbein?	ja _ (+1)	nein _ (0)	
11. Verreist du oft mit dem Flugzeug?	oft _ (+2)	selten _ (+1)	nie _ (0)

Aufgaben

- 1) Lies die elf Fragen gründlich und beantworte sie ehrlich.
- 2) Zähle dann deine Punkte zusammen und finde dein persönliches Thromboserisiko heraus.

Testauswertung

- | | |
|---------------------|---|
| ▪ 0 bis 7 Punkte: | kein Thromboserisiko – Weiter so! |
| ▪ 8 bis 15 Punkte: | geringes Thromboserisiko – Was kannst du ändern? |
| ▪ 16 bis 24 Punkte: | hohes Thromboserisiko – Unternimm etwas! |

Punktsomme:

6

kein

Thromboserisiko

- 3) Überlege, welche Risikofaktoren du zukünftig vermeiden könntest.

In Zukunft könnte ich mich in meiner Freizeit häufiger sportlich betätigen. Außerdem könnte ich meine flachen Schuhe in der Schule anziehen.

- 4) **Hausaufgabe:** Führe den Test mit einer Person deiner Wahl durch.

Reisethrombose (Teil I)

M 4

London (dpa). Nach einem Langstreckenflug ist eine junge Britin an einer Thrombose gestorben. Während des 20 Stunden dauernden Fluges von Sydney nach London saß die 28-Jährige in der engen Touristenklasse. Dabei bildete sich nach Aussagen von Ärzten ein Blutgerinnsel. Emma Christoffersen (28), von Freunden als „fit, aktiv und Nicht-



Flugpassagier erliegt Thrombose

London (dpa). Zum zweiten Mal binnen weniger Tage ist in Großbritannien der Tod eines Passagiers an einer als „Touristenklasse-Syndrom“ bezeichneten Thrombose publik geworden. Der 68-jährige starb nach einem Flug von London nach Melbourne.

Thrombose: Frau stirbt nach Flug

raucherin“ beschrieben, brach nach einem Bericht der Zeitung „The Mirror“ kurz nach der Landung auf dem Londoner Flughafen Heathrow zusammen und starb noch auf dem Weg ins Krankenhaus an den Folgen einer Thrombose. Ein Sprecher des Instituts für Flugesundheit bestätigte, es handele sich um eine typische Thrombose. Durch die Bewegungslosigkeit während des langen Fluges bilde sich ein gefährliches Blutgerinnsel.

1) Lies die beiden Zeitungsartikel aufmerksam und beantworte die folgenden Fragen.

- Was hat sich ereignet?

Nach Langstreckenflügen sind zwei Flugzeugpassagiere an den Folgen einer Thrombose gestorben.

- Was weiß man über diese Flugpassagiere?

1) 28jährige Frau, fit, aktiv, Nichtraucherin; 2) ein 68jähriger Mann

- Unter welchen Umständen haben die Ereignisse stattgefunden?

Die Ereignisse haben sich nach langen Flügen von Australien nach Großbritannien abgespielt. Während der etwa 20stündigen Flugdauer haben die

Passagiere größtenteils bewegungslos in ihren Sitzen gegessen.

2) Welche vorbeugenden Maßnahmen hätten deiner Meinung nach diese tragischen Ereignisse verhindern können? Beurteile die Antworten und kreuze die richtigen an.

- direkt vor dem Flug 30 Minuten joggen
- im Flugzeug mindestens eine Flasche Bier trinken
- den ganzen Flug über schlafen
- häufig die Beine bewegen und mit den Füßen wippen
- viel Wasser oder Saft trinken
- im Schneidersitz bequeme Sitzhaltung einnehmen
- mindestens einmal pro Stunde zum Cockpit gehen, um den netten Piloten zu besuchen
- nach dem Flug einen Handstand üben

Reisethrombose (Teil II)**M 5****Forscher warnen vor Langstreckenflügen**

London (dpa). Das Risiko, während eines Langstreckenfluges eine potenziell tödliche Thrombose zu bekommen, ist nach einer neuen britischen Studie stärker als angenommen. Wie der britische Fernsehsender „Sky News“ berichtete, wurden für die Studie 100 Flugpassagiere untersucht, die alle 50 Jahre oder älter waren. Zehn von ihnen bekamen den Angaben zufolge während des Fluges eine Thrombose. Dafür gebe es keine andere Erklärung als das so genannte „Touristenklasse-Syndrom“, sagte der Leiter der Studie, der Chirurg John Scurr. Stundenlanges Sitzen in zu engen Stühlen führe zur Verstopfung der Blutgefäße.

3) Lies auch diese zwei Zeitungsartikel.

4) Was verstehst du unter dem „Touristenklasse-Syndrom“?

Unter dem „Touristenklasse-Syndrom“ versteht man eine Thrombose, die während oder unmittelbar nach einem längeren Flug auftritt.

5) Welche Gründe für diese Krankheit werden in den Artikeln genannt?

Knie werden beim Sitzen gegen den vorderen und Waden gegen den eigenen Flugzeugsitz gepresst; dabei wird der Rücktransport des Blutes zum Herzen stark behindert. In den Venen der Beine kann sich so ein Blutgerinnsel bilden, das den Blutfluss zum Herzen schließlich völlig unterbricht.

Diskussion über Sitzgröße

London (dpa). Nach dem Thrombose-Tod einer jungen Flugreisenden denkt die britische Luftfahrtbehörde über neue Richtlinien zur Größe der Sitze nach. „Es ist schon mehr als ein Jahrzehnt her, seit die Bestimmungen zur Minimumgröße der Sitze erlassen wurden, und es ist an der Zeit, das neu zu beurteilen“, meinte

ein Sprecher der Behörde gestern.

Nach Angaben des britischen Gesundheitsministeriums sterben jedes Jahr „Dutzende“ von Flugpassagieren an Blutgerinnseln. „Durchschnittlich große Leute passen einfach nicht mehr in diese Sitze“, sagte Farrol Kahn, Direktor des Instituts für Fluggesundheit in Oxford. Ob-

wohl die Menschen immer größer würden, hätten die meisten Fluggesellschaften die Beinfreiheit der Passagiere eingeschränkt. „Die Thrombose entsteht, wenn die Knie gegen den vorderen und die Waden gegen die seitlichen Sitze gepresst werden. Dadurch kann das Blut nicht mehr zum Herzen zurückgepumpt werden“, so Kahn.

6) Was können Fluggesellschaften ändern, um unwissende Fluggäste vor Thrombosen zu schützen?

- Ihre Kunden vor einem langen Flug mit Broschüren oder kurzen Filmen über mögliche Gefahren der Thrombose informieren;

- Einsatz von Flugzeugen mit größeren Sitzen bzw. Sitzabständen.

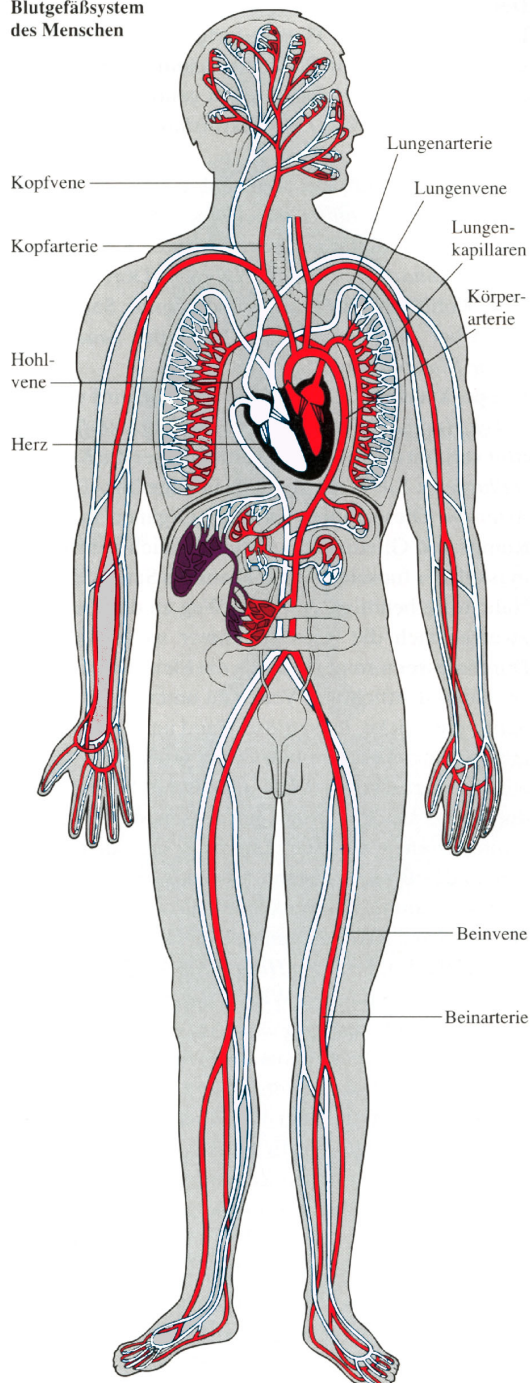
Merke:

Thrombosen können nicht nur nach Langstreckenflügen, sondern auch nach langen Reisen mit dem Auto, dem Bus oder dem Schiff auftreten!



M 6

- 1) Wiederholt kurz die Kernaussagen zum Thema „Reisethrombose“, die ihr bisher kennengelernt habt. Kann man sterben, wenn sich nach einem langen Flug eine Thrombose gebildet hat? Kommt es wirklich zum Tod, weil das Blut aus den Beinen nicht mehr zum Herzen zurückgepumpt werden kann?
- 2) Lest den nachfolgenden Text und diskutiert in Gruppen die tatsächliche Gefährlichkeit, die von einer Thrombose ausgeht. Stellt eure Ergebnisse der Klasse vor.

Blutgefäßsystem
des Menschen

Ein Blutgerinnsel kann plötzlich durch den Blutstrom von der Venenwand losgerissen und über den Blutkreislauf in ein anderes Organ des menschlichen Körpers befördert werden. Dort kann sich dieses Gerinnsel in einem engen Blutgefäß festsetzen und es verstopfen. Nun wird das Gewebe im Versorgungsbereich dieses Gefäßes nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt und stirbt ab. Man nennt einen solchen Vorgang Embolie. Wird ein Gefäß in der Lunge verstopft, spricht man von einer Lungenembolie, die nicht selten tödlich endet.

3) Bearbeitet nun die Abbildung:

- Da in den Beinen weitere kleine Arterien und Venen existieren, deutet diese im Schaubild in den entsprechenden Farben an.

Zeichnet mit einem dünnen, blauen Stift ein Blutgerinnsel ein, das sich in einer Beinvene gebildet hat, sowie einen möglichen Weg des Gerinnsels zur Lunge.

4) Überlegt euch für dieses Blatt eine passende Überschrift und tragt diese in die Titelzeile ein.

Gymnastik schützt vor Reisthrombosen!

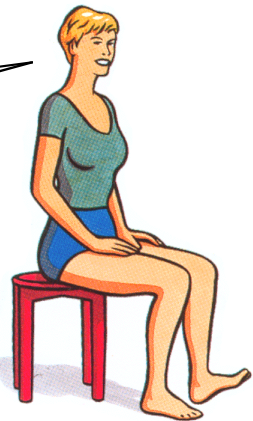
M 7

- 1) Mache dich mit den vier Bewegungsübungen vertraut, um sie anschließend je 10mal durchzuführen.



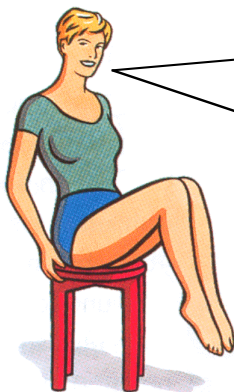
1. Übung

Stelle beide Füße auf die Zehenspitzen und setze sie wieder ab.



2. Übung

Stelle abwechselnd den linken und rechten Fuß auf die Ferse.



3. Übung

Halte dich mit beiden Händen an der hinteren Stuhlkante fest und lehne deinen Oberkörper zurück. Stoße nun beide Beine kräftig vom Boden ab, um sie dann wieder langsam zurückzustellen.



4. Übung

Halte auf Kniehöhe ein Bein hoch und strecke bzw. ziehe den Fuß an. Wiederhole die Übung anschließend mit dem anderen Bein.

- 2) Welchem Zweck dienen diese Übungen? Denke dir weitere Übungen mit der selben Wirkung aus und stelle diese der ganzen Klasse vor!

Auf deinen zukünftigen Urlaubsreisen können dir diese einfachen Übungen helfen, beim langen Sitzen den Rücktransport des Blutes zum Herzen zu verbessern.

So kannst du die Blutgerinnung in den Beinvenen verhindern und der Entstehung von Reisthrombosen vorbeugen!

Was hast du behalten?

M 8

V		N	E	N
---	--	---	---	---

B	L	U	T	P	L	Ä		T	C	H	E	N
---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---

S	Y	N	D	R		M
---	---	---	---	---	--	---

L	U	N	G	E	N	E	M		O	L	I	E
---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---

V		R	B	E	U	G	E	N	D
---	--	---	---	---	---	---	---	---	---

B	L	U	T	G	E	R	I	N	N		E	L
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---

O	P	E		A	T	I	O	N
---	---	---	--	---	---	---	---	---

M	E	D	I	K	A		E	N	T	E	N
---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---

R	A	U	C		E	N
---	---	---	---	--	---	---

- 1) Wie heißen die Blutgefäße, die das Blut zum Herzen leiten?
- 2) Welche Bestandteile des Blutes lösen die Blutgerinnung aus?
- 3) Ein Venenverschluss, der während einer Flugreise auftritt, heißt „Touristenklassen- ...“.
- 4) Diese Erkrankung kann tödlich enden.
- 5) „Prophylaktisch“ bedeutet
- 6) Wodurch kann ein Blutgefäß verstopft werden?
- 7) Nenne die ärztliche Maßnahme bei einer starken Blinddarmentzündung.
- 8) Der Arzt behandelt thrombosegefährdete Patienten mit gerinnungshemmenden
- 9) Besonders gefährdet sind Mädchen, die ... und die Anti-Baby-Pille einnehmen.



Aufgabe

Löse das Rätsel selbstständig und sortiere die Buchstaben in den markierten Feldern! Wie lautet das Lösungswort?

Thrombose

Zitierte Literatur (Liste der Schulbücher bei den Verfassern)

- BAUER, E., S. ESDERS, R. GRÄTZ, U. HAMPL, H. HERZINGER, H. HORN, G. KEMMNER, W. KLEESATTEL, C. PIEPENBROCK, G. ROTHFUCHS, I. SCHARPING, U. WEBER & H. WISNIEWSKI (2000): Natur und Technik, Biologie 7/8, Hauptschule NRW. Cornelsen, Berlin.
- BERCK, K.-H. (1999): Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- BLECH, J. (2001): Schrecken der Luftfahrt. Der Spiegel 4/2001, Spiegel Online, URL: <http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,114454,00.html>
- BROX, C. & W. RUPPERT (1998): Die Blutgerinnung – eine Enzymkaskade. – UB **238** (22), 28,33-37.
- COLICCHIA, G., R. WODZINSKI & H. WIESNER (2000): Die Physik von Stenose und Aneurysma.. PdN-Physik, **49** (7) 2-6.
- DIEHM, C. & C. WILHELM (1992): Leben mit Gerinnungshemmern. Bei Herzrhythmusstörungen, Herzinfarkt, Raucherbein, Schlaganfall, Venenthrombose, Lungenembolie. Trias Thieme Hippokrates Enke, Stuttgart.
- ESCHENHAGEN, D., U. KATTMANN & D. RODI (1996): Fachdidaktik Biologie. Aulis Deubner, Köln.
- FERRARI, E., T. CHEVALLIER, A. CHAPELIER & M. BAUDOY (1999): Travel as a risk factor for venous thromboembolic disease – A case-control study. – Chest **115** (2) 440-444.
- FRIESE, K. (2001): Economy class syndrome. – Gynäkologe **34** (5) 408.
- GENSTHALER, B.M. (2001): Trinken für die Augen. – Pharm. Ztg. **19** (146), 58.
- GERLACH, A., K.-D. NEANDER & A. ZEGELIN (1997): Thrombose. Grundlagen – Prophylaxe – Therapie. Ullstein Mosby, Berlin Wiesbaden.
- GRAF, D. (1992): Häufigkeitswörterbuch biologischer Fachbegriffe in Schulbüchern. Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- HAAS, S. (2000): The risk of venous thrombosis during prolonged travel. Medizinische Welt **51** (5) 28-30.
- HESSE, M. & J. LUMER (2000): Biologische Themen in Wochenzeitschriften. MNU **53** (3), 138-146.
- KEMKES-MATTHES, B. & G. OEHLER (1998): Blutgerinnung und Thrombose. 2., neubearbeitete Auflage, Thieme, Stuttgart New York.
- KLINGE PHARMA (Hrsg.; o.J.): Das Venostasin®-Gymnastik-Programm gegen Venenschwäche und Krampfadern. München.
- KRAAIJENHAGEN, R.A., D. HAVERKAMP, M.N.W. KOOPMAN, P. PRANDONI, F. PIOVELLA & H.R. BULLER (2000): Travel and risk of venous thrombosis. – Lancet **356** (9240) 1492-1493.
- KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1993): Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium – Sekundarstufe I – in Nordrhein-Westfalen – Biologie. Ritterbach, Frechen.
- LANDGRAF, H., B. VANSELOW, D. SCHULTEHUERMANN, M.V. MULMANN & L. BERGAU (1994): Economy class syndrome – rheology, fluid balance, and lower leg edema during a simulated 12-hour long-distance flight. – Aviation Space and Environmental Medicine **65** (10) 930-935.
- MERCER, A. & J.D. BROWN (1998): Venous thromboembolism associated with air travel: A report of 33 patients. – Aviation Space and Environmental Medicine **69** (2) 154-157.
- MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1999): Richtlinien und Lehrpläne für die Realschule in Nordrhein-Westfalen. Biologie. 2. veränderte Auflage, Ritterbach, Frechen.
- PÄLMKE, M. (2001): Embolie und Thrombose: fachwissenschaftliche Erkenntnisse und Materialien für den Biologie-Unterricht. – Staatsarbeit, Münster.
- SCURR, J.H., S.J. MACHIN, S. BAILEY-KING, I.J. MACKIE, S. MCDONALD & P.D.C. SMITH (2001): Frequency and prevention of symptomless deep-vein thrombosis in long-haul flights: a randomised trial. – Lancet **357** (9267) 1485-1489.
- WÜRMLI, M., L. SCHURIUS & I. JAUSS (1980): Biologie für die Sekundarstufe I, Band 3B. – Bayerischer Schulbuchverlag, München.
- WUTHRICH, R.P. (2001): Factor V Leiden mutation: potential thrombogenic role in renal vein, dialysis graft and transplant vascular thrombosis. – Current Opinion in Nephrology and Hypertension **10** (3) 409-414.

Verfasser: M. Pälme, Dr. M. Ewig, Institut für Didaktik der Biologie, Fließnerstr. 21, D-48149 Münster, Fax: 0251/83-31330; martinapaelme@gmx.de; ewig@uni-muenster.de