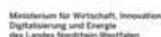
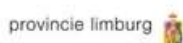


FunForLab

Serious Games für Lernende und Interessenten
des Berufs Medizinische/r Technolog/in
für Laboratoriumsanalytik (MTL)

Benutzerleitfaden des Spiels



Inhaltsverzeichnis

Einführung	4
Das FunForLab-Projekt	4
FunForLab-Ziele für die Sekundarstufe	4
Der FunForLab-Kontext	4
Die Partner	6
Die Unterstützer	7
Der Benutzerleitfaden	7
Das pädagogische Tool	7
Spielhandlung	7
Serious Game	8
Wissenschaftliche Themen	9
Die wissenschaftliche Methode	9
Die wissenschaftlichen Themen	10
Anweisungen zur Verwendung des Spiels	10
Die Sequenzen:	10
1. Prolog	10
2. Tutorial	10
3. Einführung	10
4. Erster Fall (Bernie Russo)	10
5. Zweiter Fall (Aureliano Foguinho)	10
6. Dritter Fall (Julia Balmont)	10
7. Epilog	10
Informative Elemente:	11
Wie gespielt wird, hängt von der verwendeten Ausrüstung ab:	12
1. Mit einer Maus	12
2. Mit einem Touchpad	13
Häufig gestellte Fragen zum Spiel	14
Der pädagogische Aspekt	16
Wissenschaftliche Aktivität	16
Angestrebte Fähigkeiten	16
Kursdauer	16
Voraussetzungen	16
Medienpädagogische Aktivität	16
Angestrebte Fähigkeiten	16
Kursdauer	16

Voraussetzungen	16
Anhang	17
Anhang 1 – Quiz-Antworten	17
Anhang 2 – Antworten zur Analyse	20
Anhang 3 – Wissenschaftliche Informationen	24
Normalbereiche für die CBC-Analyse	24
Einheiten für die CBC-Analyse	25

Einführung

Das FunForLab-Projekt

Mit der Entwicklung und Bereitstellung von zwei Serious Games spricht das Interreg FunForLab-Projekt mehrere Zielgruppen an:

- Schüler/innen der Sekundarstufe: Förderung des Interesses für wissenschaftliche Berufe, einschließlich MTL
- MTL-Student/innen und Schüler/innen: Verbesserung der Fähigkeiten in Bezug auf automatisierte Analysen, Erreichung einer gleichwertigen Ausbildung in der EMR, Erhöhung der grenzüberschreitenden Mobilität und damit Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit
- MTL-Fachkräfte: Möglichkeit, FUNFORLAB als ICTE Tools für die Weiterbildung zu nutzen
- Arbeitssuchende: über wissenschaftliche Ausbildungskurse

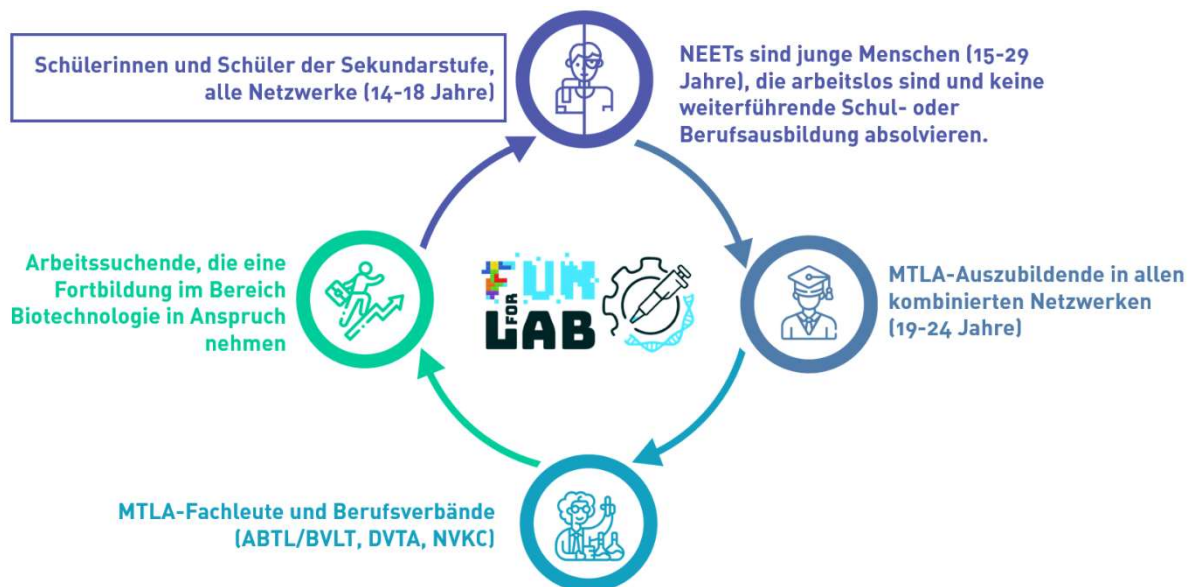


Abbildung 1. FunForLab-Zielgruppen

FunForLab-Ziele für die Sekundarstufe

Schüler/innen und Lehrkräfte der Sekundarstufe sind eine der beiden Hauptzielgruppen des FunForLab-Projekts. Die zu Beginn des Projekts durchgeführte SWOT-Analyse hat gezeigt, dass die breite Öffentlichkeit nicht weiß, was ein MTL ist. Dies erklärt zum Teil die aktuelle Arbeitsmarktsituation. Tatsächlich ist der MTL Beruf derzeit in allen drei untersuchten Ländern ein Mangelberuf. Mit unserer Workshop-Kampagne möchten wir den Beruf des MTL stärker ins Bewusstsein rücken und so dazu beitragen, Schüler/innen für den Beruf zu begeistern.

Der FunForLab-Kontext

Ein/e MTL ist eine paramedizinische Fachkraft, die Laboruntersuchungen von Proben menschlichen Ursprungs (z. B. Blut oder Urin) durchführt, deren Analyse überwacht und die Korrektheit medizinischer Daten sicherstellt. Auf diese Weise trägt sie zu einer detaillierten Diagnosestellung bei.

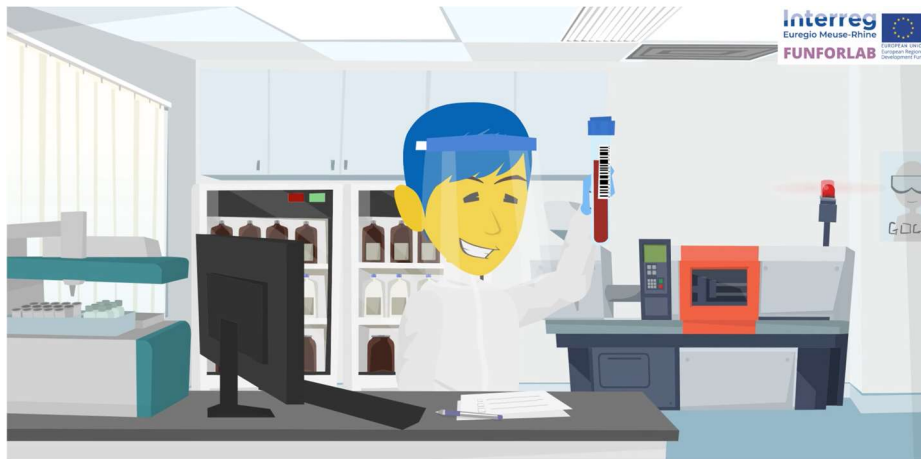


Abbildung 2. Medizinischer Technologie für Laboratoriumsanalytik

Die Euregio Maas-Rhein umfasst die folgenden fünf Regionen: die Provinz Lüttich, die Deutschsprachige Gemeinschaft, die Provinz Limburg in Belgien, den südlichen Teil der Provinz Limburg in den Niederlanden sowie den Zweckverband Region Aachen in Deutschland.

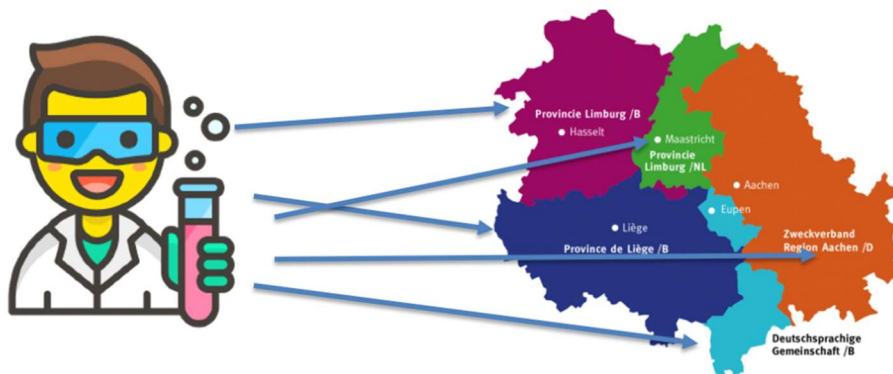


Abbildung 3. Grenzüberschreitende Mobilität von MTL in der EMR

Die Partner

Sechs Partner für gemeinsame Anstrengungen und geteiltes Wissen:



Abbildung 4. FunForLab-Partner in der EMR

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, wurde im Rahmen des FunForLab-Projekts ein Konsortium gebildet, bestehend aus:

- CRIG Research Center (HELMo, Lüttich, BE) als Hauptpartner;
- Mit Unterstützung der MTL-Graduiertenschule UCLL (Hasselt, BE), ZUYD (Heerlen, NL), UK Aachen (Aachen, DE) als finanzielle Partner, die pädagogische und technische Fähigkeiten im wissenschaftlichen und biomedizinischen Bereich einbringen;
- CECOTEPE Training Center (HEPL, Lüttich, BE) und FoRS Research Center (Henallux, Namur, BE) als finanzielle Partner mit Erfahrung in der Entwicklung von ICTE-Tools und Virtual Reality.

Die Unterstützer

Das FunForLab-Projekt wird unterstützt durch:



Das FunForLab-Projekt wird durch die europäischen Fördermittel CALL 6 von INTERREG EMR für den Bereich der sozialen Eingliederung finanziert.

Zudem wird das Projekt kofinanziert von der Wallonischen Region, der Föderation Wallonie-Brüssel sowie der Deutschen Region in Belgien, der Provinz Limburg in den Niederlanden sowie dem Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen in Deutschland.

Der Benutzerleitfaden

Dieser Benutzerleitfaden soll Lehrkräften für Naturwissenschaften an Sekundarschulen der Euregio Maas-Rhein zur Leitung des Spiels befähigen.

Der Leitfaden umfasst:

- Die Ziele des Projekts
- Die pädagogischen Tools des Spiels
- Anweisungen zur Verwendung des Spiels
- Methodik für den Einsatz im Unterricht

Ziel ist es, einen gemeinsamen pädagogischen Rahmen für die Sensibilisierung der Schüler/innen in allen EMR-Regionen vorzugeben.

Der Leitfaden richtet sich an Lehrkräfte und ist in Verbindung mit dem für Schüler/innen erstellten Lernhandbuch zu verwenden.

Das pädagogische Tool

Spielhandlung

Wir schreiben das Jahr 2051. Trotz zahlreicher Warnungen wissenschaftlicher Expert/innen und alarmierender Berichte des IPCC in den letzten Jahrzehnten wurde nicht genug zur Bekämpfung des Klimawandels getan. Naturkatastrophen, Kriege und Virusepidemien haben zugenommen. Das schmelzende Eis lässt den Meeresspiegel ansteigen und macht viele Teile

der Welt unbewohnbar. Mit Unterstützung der größten multinationalen Konzerne haben die Regierungen vieler Länder die Besiedlung des Planeten Mars organisiert, um die Menschheit zu retten. Diese Mission trägt den Namen „EMR“ (Earth to Mars Rescue). Hierfür werden vorrangig Personen mit vielseitigen Fähigkeiten berücksichtigt, die jedoch von Laboren zertifiziert werden müssen. Gerüchten zufolge werden einige Labore von mafiösen Gruppen betrieben und fälschen ihre Ergebnisse. Die europäischen Geheimdienste haben eine/n junge/n MTL angeheuert, um die Korrektheit der Ergebnisse eines verdächtigen Labors zu überprüfen und so dabei zu helfen, die Machenschaften der lokalen Mafia aufzudecken. Nach erfolgreicher Arbeit wird dir ein MTL-Job auf einem Raumschiff zum Mars angeboten. Zudem darfst du deine unter Asthma leidende kleine Schwester mitnehmen, der der Klimawandel auf der Erde besonders zu schaffen macht.

Die Geschichte spielt in einer zukünftigen dystopischen Welt, in der der Klimawandel die Erde unwirtlich gemacht hat. Es handelt sich um ein aktuelles, interessantes Thema, das zur Diskussion mit den Schülern anregt:

- a) Umweltbewusstsein: Verständnis der Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Umwelt und der daraus resultierenden Ungleichgewichte in den Ökosystemen
- b) Lernen über Nachhaltigkeit: Animation zu umweltfreundlichem Verhalten
- c) Entwicklung des Verantwortungsbewusstseins: Erkenntnis, dass die Art und Weise, wie wir leben, Auswirkungen auf die Umwelt hat; dadurch Förderung des Engagements für das Thema
- d) Verständnis kollektiver Maßnahmen: Erläuterung der größeren Wirkung kollektiver Maßnahmen, indem die Bedeutung solidarischen Handelns bei der Durchführung kollektiver Projekte hervorgehoben wird

Indem die Schüler/innen über die Ursachen und Folgen des Klimawandels aufgeklärt werden, können sie den ökologischen Herausforderungen, mit denen sie in ihrem täglichen Leben konfrontiert sind, auf proaktive und positive Weise begegnen.

Serious Game

Definition des Begriffs „Serious Game“:

Ein Serious Game (englisch für „ernstes Spiel“) ist eine *„didaktische Anwendung, deren primäres Ziel darin besteht, ernsthafte Aspekte des Lehrens, des Lernens, der Kommunikation oder auch der Information mit den spielerischen Aspekten von Videospielen zu verbinden, und zwar auf eine kohärente und simultane, jedoch nicht erschöpfende und nicht ausschließliche Weise.“* [ALV 07]

Aus: [Connected Healthcare for the Citizen, 2018](#)

Nutzen von Serious Games im schulischen Kontext:

- a) Motivation und Engagement: Serious Games können die Aufmerksamkeit und Motivation der Schüler/innen erhöhen und so ihr Engagement und ihre Teilnahme verbessern.
- b) Erfahrungslernen: Serious Games simulieren reale Situationen und ermöglichen es den Schüler/innen dadurch, die Konsequenzen ihrer Handlungen und Entscheidungen selbst zu entdecken.

- c) Unmittelbares Feedback: Serious Games bieten unmittelbares Feedback, das es den Schüler/innen ermöglicht, Fehler zu korrigieren und bewährte Praktiken schnell zu verstehen, ohne beurteilt zu werden.
- d) Zusammenarbeit: Serious Games bieten Gelegenheiten zur Zusammenarbeit sowie zum Wettbewerb zwischen Schüler/innen, wodurch Kommunikation und Teamarbeit gefördert werden.
- e) Individualisierung: Die Schüler/innen machen Fortschritte in ihrem eigenen Tempo.

Das FunForLab-Videospiel ist ein Point-and-Click-Spiel, d. h. ein Abenteuer-Videospiel, bei dem der/die Spieler/in mit seiner/ihrer Umgebung interagiert, indem er/sie mit der Maus oder der Tastatur Gegenstände anklickt. Der/die Spieler/in muss Rätsel lösen, indem er/sie Objekte sammelt und logisch denkt, um in der Geschichte voranzukommen.

Wissenschaftliche Themen

Die wissenschaftliche Methode

Die wissenschaftliche Methode ist ein systematischer Ansatz, um die natürliche Welt zu erforschen und zu verstehen. Sie umfasst eine Reihe von Schritten, die Wissenschaftler/innen anwenden, um Hypothesen zu formulieren und zu prüfen, Belege zu bewerten und Schlussfolgerungen zu ziehen.

Beobachtung	Die Regierung hat uns beauftragt, die Testergebnisse eines anderen Labors zu wiederholen. Man vermutet, dass die Ergebnisse dieses anderen Labors nicht den Standards entsprechen.
Formulierung einer Frage	Sind die Ergebnisse vertrauenswürdig oder nicht? Ist die untersuchte Probe gesund oder pathologisch verändert?
Aufstellung einer Hypothese	Wenn wir die Proben in unserem Labor erneut untersuchen und andere Ergebnisse feststellen, liegt es nahe, dass das verdächtige Labor medizinische Daten gefälscht hat.
Entwurf eines Experiments	Prüfung von 2 Proben aus dem der Datenfälschung verdächtigten Labor
Sammeln und Analysieren von Daten	Vergleich der Ergebnisse unseres und des verdächtigten Labors. Sie stimmen nicht überein.
Ziehen von Schlussfolgerungen	Das verdächtige Labor hat gefälschte Ergebnisse veröffentlicht.
Kommunikation der Ergebnisse	Mitteilung der korrekten Ergebnisse an die Regierung

Die wissenschaftlichen Themen

- a) Sauerstofftransport auf Organ- und Organismusebene (erster Fall)
- b) Zellbeobachtung unter dem Mikroskop (zweiter Fall)
- c) Infektion (erster Fall)
- d) Blutzusammensetzung: gezählte Blutzellen (CBC) und Quizfragen (erster und dritter Fall)
- e) Einhaltung der Sicherheitsvorschriften im Labor (alle Fälle)
- f) Blutuntersuchungen (Hämogramm)
- g) Konzentrationen/Einheiten (alle Fälle)

Anweisungen zur Verwendung des Spiels

Die Sequenzen:

Das Spiel besteht aus 7 Sequenzen.

1. Prolog

Die Rahmenhandlung des Spiels wird in einer Filmsequenz erläutert. In dieser Sequenz ist keine Interaktion erforderlich.

2. Tutorial

Das Tutorial zeigt, wie das Spiel gespielt wird. Der/die Spieler/in erhält Anweisungen für die Interaktion im Spiel und wird zum Ausprobieren animiert. Der Roboter führt uns durch das Labor und erklärt den Zweck der einzelnen Räume.

3. Einführung

Der/die Spieler/in beschäftigt sich mit der Venenpunktion, der Blutentnahme und der Blutuntersuchung. Das Wissen des/der Spieler/in wird anhand von 5 Quizzen getestet. Die Fragen und Antworten der Quizze sind in Anhang 1 zu finden.

4. Erster Fall (Bernie Russo)

Der/die Spieler/in führt seine/ihre erste CBC-Analyse mit dem Gerät durch. Aufgrund der Ergebnisse meldet er/sie der Regierung einen Verdacht auf Anämie (Antwort in Anhang 2). Das Wissen des/der Spieler/in wird anhand eines Quiz getestet. Die Frage und die Antwort sind in Anhang 1 zu finden.

5. Zweiter Fall (Aureliano Foguinho)

Da das Gerät vorübergehend ausgefallen ist, führt der/die Spieler/in eine Blutanalyse mit einem Mikroskop durch. Die Blutprobe muss mit anderen Proben verglichen werden, um festzustellen, ob sie gesund ist oder nicht (Antwort in Anhang 2).

6. Dritter Fall (Julia Balmont)

Der/die Spieler/in führt mit dem Gerät eine CBC-Analyse und eine Multistix-Urinalyse durch. Aufgrund der Ergebnisse teilt er/sie der Regierung mit, dass die Ergebnisse des ersten Labors gefälscht waren, denn die Blutergebnisse zeigen, dass es sich um männliches Blut handelt; zudem weist der Urin einen abnormalen Glukosewert auf (Antwort in Anhang 2).

7. Epilog

Das Ende der Geschichte wird in einer Filmsequenz erläutert. Sie erklärt die Belohnung für die Aufdeckung der geheimen Machenschaften der Mafia und stellt eine Verbindung zum Virtual-Reality-Spiel her. In dieser Sequenz ist keine Interaktion erforderlich.

Informative Elemente:



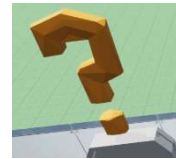
Ein grüner Pfeil zeigt die Richtung zum Avatar an.



Ein gelber Pfeil zeigt die Richtung zum Roboter an.



Ein Ausrufezeichen erscheint, wenn eine Interaktion erforderlich ist.




Ein Fragezeichen erscheint, wenn eine Aktion erforderlich ist.

Wie gespielt wird, hängt von der verwendeten Ausrüstung ab:

1. Mit einer Maus

Um den Avatar zu steuern, klicke mit der linken Taste auf die Stelle des Bodens, an die du ihn bewegen möchtest.

Klicke mit der linken Taste auf die Schaltfläche  im Textfeld (oder die Leer- oder Eingabetaste), um den nächsten Satz anzuzeigen. Du kannst erst dann fortfahren, wenn kein Text mehr angezeigt wird.

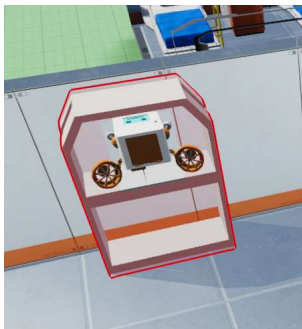
Um die Kamera zu bewegen, halte die linke Maustaste gedrückt und ziehe in eine beliebige Richtung.

Um die Ansicht zu drehen, halte die rechte Maustaste gedrückt und ziehe in eine beliebige Richtung.

Mit dem Mausrad kann die Ansicht vergrößert und verkleinert werden.

Um von der Detailansicht (Verkleinern) zur Ausgangsansicht zurückzukehren, klicke mit der rechten Maustaste.

Um mit rot umrandeten Objekten zu interagieren, klicke diese mit der linken Taste an:



Die vorhandenen Werkzeuge (oben rechts auf dem Bildschirm) können mit der linken Taste gezogen und abgelegt werden:




Wenn der Zeiger über bestimmte Elemente bewegt wird, erscheint ein Beschreibungsfeld:



2. Mit einem Touchpad

Um den Avatar zu steuern, klicke mit der linken Taste auf die Stelle des Bodens, an die du ihn bewegen möchtest.

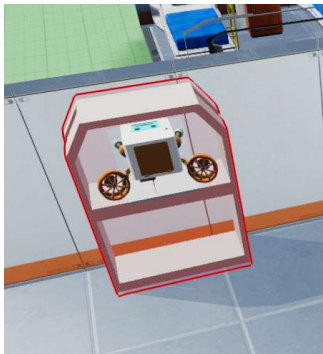
Klicke mit der linken Taste auf die Schaltfläche  im Textfeld (oder die Leer- oder Eingabetaste), um den nächsten Satz anzuzeigen. Du kannst erst dann fortfahren, wenn kein Text mehr angezeigt wird.

Um die Kamera zu bewegen, halte die linke Taste gedrückt und ziehe den Finger.

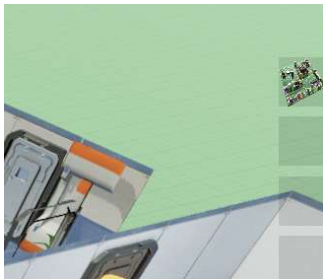
Um die Ansicht zu drehen, halte die rechte Taste gedrückt und ziehe den Finger.

Um die Ansicht zu vergrößern und zu verkleinern, führe zwei Finger auf dem Touchpad zusammen oder auseinander.

Um mit rot umrandeten Objekten zu interagieren, klicke diese mit der linken Taste an:



Die vorhandenen Werkzeuge (oben rechts auf dem Bildschirm) können gezogen und abgelegt werden:



Wenn der Zeiger über bestimmte Elemente bewegt wird, erscheint ein Beschreibungsfeld:



Häufig gestellte Fragen zum Spiel

a) Was benötige ich, um das Spiel zu spielen?

PC Windows® 10 64-bit, Maus, Tastatur;
250 MB freier Festplattenspeicher;
Hochauflösende Grafikkarte

b) Wie installiere ich das Spiel?

Lade die Daten über unsere Website herunter. Entpacke den ZIP-Ordner und öffne ihn. Sobald du auf [FunForLab.exe](#) klickst, wird das Spiel gestartet.
Im Menü kannst du unter "Szenario-Auswahl" dein Level auswählen.

c) Wie lange dauert es, das FunForLab-Spiel zu spielen?

Die Geschwindigkeit hängt unter anderem von deinen Computerkenntnissen ab.
Im Durchschnitt:

Prolog	3 Minuten
Tutorial	10 Minuten
Einführung	10 Minuten
Fall 1	10 Minuten
Fall 2	10 Minuten
Fall 3	10 Minuten
Epilog	2 Minuten

Das gesamte Spiel dauert etwa 55 Minuten.

d) Wie bewege ich den Avatar?

Klicke mit der linken Maustaste die Stelle am Boden an, wo der Avatar hinlaufen soll.

e) Der Avatar befolgt meine Anweisungen nicht.

Wenn ein Text vorhanden ist, hast du schon auf "Weiter" geklickt?

f) Ich kann die Fragen nicht beantworten.

Um eine Frage zu beantworten, wähle die richtige Antwort aus und scrolle nach unten. Sende deine Antwort ab, indem du auf "Bestätigen" oder "validate" klickst.

g) Wie verlasse ich den Vollbildmodus?

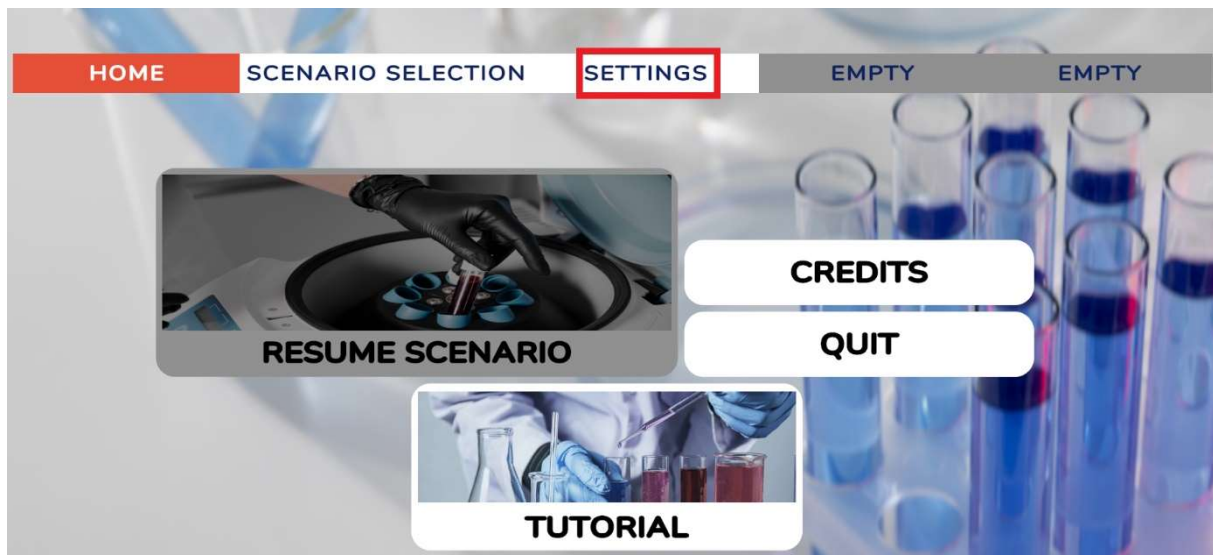
Alt + Enter

h) Wie beende ich Nahaufnahmen?

Klicke mit der rechten Maustaste, um die Nahaufnahme zu beenden.

i) Wie kann ich die Sprache ändern?

Das Spiel kann in 4 Sprachen gespielt werden (Englisch, Niederländisch, Deutsch und Französisch).
Die Sprache kann unter "Einstellungen" > "Sprache" geändert werden.



j) Namen des Spielers / der Spielerin ändern:
Starte dazu das Tutorial.

k) Wie kann ich die Laborausrüstung anziehen?
Gehe in den Umkleideraum, klicke auf den Schrank (rote Umrandung).

l) Ich hänge fest, das Spiel lädt nicht!
Drücke "esc", um zurück ins Menü zu gelangen und das Spiel fortzusetzen. (siehe auch nächste Frage)

m) Wie kann ich das Spiel fortsetzen?
Wenn du dich mitten in einem Fall befindest und das Spiel mit der Escape-Taste verlässt, wirst du mit dieser Taste wieder in die Mitte des Falles zurückgebracht.
Wenn du das Spiel verlässt, indem du das Fenster schließt, bringt dich die Schaltfläche "Szenario fortsetzen" an den Anfang des Falles zurück, in dem du dich befunden hast.

n) Kann ich ohne Ton spielen?
Ja, durch den Ton werden keine zusätzlichen Informationen vermittelt.

Der pädagogische Aspekt

Die Unterrichtssequenzen werden in einem separaten Dokument erläutert, das auf unserer Website verfügbar ist. Darin werden Aktivitäten vorgeschlagen, die in der Klasse während des Biologieunterrichts durchgeführt werden können. Es werden wissenschaftliche und medienpädagogische Aspekte behandelt.

Wissenschaftlicher Aspekt

Angestrebte Kompetenzen

Diese Unterrichtssequenz ermöglicht es den Schülern, wissenschaftliche Methoden aktiv zu erleben und in drei Phasen ihr Wissen zu erweitern:

- Verstehen der Fragestellung / der Problematik
- Sammeln von Informationen
- Verarbeitung und Weitergabe von Informationen

Am Ende der Aktivität wird Folgendes geübt:

- Vergleich der physiologischen Daten einer gesunden Person und einer Person, die an einer Infektionskrankheit leidet (Blutuntersuchung, Urinuntersuchung, mikroskopische Beobachtungen usw.)
- Interpretation von Diagrammen und Tabellen aus analytischen Untersuchungen
- Interpretation der Ergebnisse durch Analyse und Argumentation
- Gestaltung und Präsentation eines wissenschaftlichen Posters

Kursdauer

4 ½ Stunden im wissenschaftlichen Unterricht (Biologiekurs)

Voraussetzungen

- Zusammensetzung des Blutes:
 - Plasma und Serum
 - Blutzellen: WBC, RBC und Blutplättchen
- Lichtmikroskop

Medienpädagogische Aktivität

Angestrebte Fähigkeiten

- Medienkompetenz

Durch drei Aspekte:

- Ideologie des Spiels
- Pädagogischer Ansatz des Spiels
- Zuverlässigkeit der Informationen im Spiel

Kursdauer

30 Minuten im wissenschaftlichen Unterricht (Biologiekurs) oder in einem medienpädagogischen Kurs

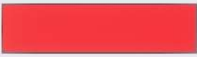



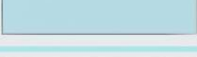
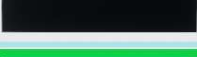



Voraussetzungen

- Durchführung des FunForLab Point-and-Click-Spiels

Anhang

Anhang 1 – Quiz-Antworten

Quiz 1: Die Wahl der Farbkappe

Specimen Type	Additive	ISO 6710 (2017)	Color
Serum	Clot activator	Red	
Serum with gel	Gel, clot activator	Yellow	
Plasma	Heparin	Light Green	
Plasma with gel	Gel, heparin	Dark green	
Plasma	Citrate (1:9)	Light Blue	
Whole blood	Citrate (1:4)	Black	
Whole blood	EDTA	Lavender	
Plasma EDTA with gel	Gel, EDTA	White or Pearl	
Plasma	Glycolytic inhibitor	Grey	

Informationen, die in der Einleitung vor der Durchführung des Quiz gegeben werden:

“Dies ist ein Röhrchen mit EDTA-Flüssigkeit (Ethylen-Diamin-Tetra-Acetat).”

Und nach der Wahl des Röhrchens:

“Diese Flüssigkeit stabilisiert die Blutzellen und verhindert, dass das Blut gerinnt, was für unsere CBC-Analyse notwendig ist.”

Quiz 2: Ausrüstung für die Venenpunktion

Antworten:

- Handschuhe
- Desinfektionsmittel
- Blutabnahmenadel
- Staubbinde
- Tupfer
- Monovette
- Abfallbehälter
- Etiketten
- Pflaster

Für eine Venenpunktion nicht erforderlich:

- NaCl (Salz)
- Chronometer

Informationen, die in der Einleitung vor der Durchführung des Quiz gegeben werden:

“Ich sage dir jetzt, wie ich die Blutabnahme durchführen werde. Zunächst befestige ich die Staubbinde am Oberarm. Dann desinfiziere ich die Einstichstelle. Ich führe die Punktionsnadel in die Vene ein und fülle die Monovette mit Blut. Ich löse die Staubbinde. Ich drücke den Tupfer vorsichtig auf die Einstichstelle und ziehe dann die Nadel heraus. Jetzt bekommst du noch ein Pflaster und das wars. Die Monovette muss jetzt vorsichtig geschwenkt werden, damit das Blut nicht gerinnt.”

Vor dem Quiz wird zudem ein Video einer echten Venenpunktion gezeigt.

Quiz 3: Einige Probenröhrchen enthalten Zusätze, welche die Gerinnung verhindern. Welchen Zusatz enthält das Röhrchen für die CBC-Analyse?

Antwort	Beschreibung
EDTA	Ethylen-Diamin-Tetra-Acetat (EDTA), Gerinnungshemmer: für hämatologische, immunhämatologische und genetische Tests sowie Tests für glykiertes Hämoglobin und Immunsuppressiva
Andere Vorschläge	
Citrat	Gerinnungshemmer: für Thrombose/Hämostase-Tests, bis zur auf dem Röhrchen angegebenen Markierung zu füllen
Heparin	Körpereigener Gerinnungshemmer, wird auch in Therapie und Labordiagnostik eingesetzt
NaCl	Salz
Ethanol	Ethylalkohol

Informationen im Spiel, siehe Quiz 1.

Quiz 4: Welche Zellen befinden sich im menschlichen Blut?

Antworten	Beschreibung
Blutplättchen	Blutplättchen, werden auch als Thrombozyten bezeichnet. Sie werden im Knochenmark gebildet und unterstützen den Gerinnungsprozess.
Rote Blutkörperchen	Zellen, die Sauerstoff transportieren. Ihre Anzahl hängt z. B. von Geschlecht und Alter ab.
Weißer Blutkörperchen	Zellen, die an der Immunabwehr beteiligt sind und eine wichtige Rolle bei der körpereigenen Abwehr z. B. von Krankheiten auslösenden Viren und Bakterien spielen
Andere Vorschläge	
Astrozyten	Astrozyten sind Gliazellen des zentralen Nervensystems. Sie sind meist sternförmig verzweigt.
Blaue Blutkörperchen	Für das Spiel erfunden

Quiz 5: Unmittelbar vor der Durchführung der CBC-Analyse sollte das EDTA-Röhrchen mehrmals vorsichtig geschwenkt werden. Richtig oder falsch?

Antwort	Beschreibung
Richtig	Um eine Sedimentation der Zellen am Boden des Röhrchens zu vermeiden
Anderer Vorschlag	
Falsch	Zu starkes Schütteln könnte die Zellen beschädigen.

Informationen, die in der Einleitung gegeben werden, wenn der Roboter die Venenpunktion erklärt:

“ Jetzt bekommst du noch ein Pflaster und das wars. Die Monovette muss jetzt vorsichtig geschwenkt werden, damit das Blut nicht gerinnt.”

Quiz 6: Welche Rolle spielt das Hämoglobin in den roten Blutkörperchen des Menschen?

Antwort
Versorgung des Körpers mit Sauerstoff
Andere Vorschläge
Unterdrückung des Immunsystems
Start des Gerinnungsprozesses
Verhinderung der Verkalkung von Blutgefäßen
Wasserstoffbrückenbindungen

Informationen, die dem Spieler / der Spielerin zu Beginn des ersten Falls (beim Scannen der Probe) zu Hämoglobin gegeben werden:

“Um sicherzustellen, dass er für diesen Job geeignet ist, müssen wir eine hämatologische Analyse durchführen und den Hämoglobinwert überprüfen. Der Hämoglobinwert ist ein Maß für die Menge des roten Blutfarbstoffs in den roten Blutkörperchen, die den Sauerstoff von der Lunge zu den Organen transportieren. Wenn du einen zu niedrigen Hämoglobinwert hast, fühlst du dich häufig müde und erschöpft. Zum Beispiel erhöhen Radfahrer, die EPO verwenden, so ihren Hämoglobinspiegel, um ihre Leistung zu verbessern.”

Anhang 2 – Antworten zur Analyse

Einführung: CBC-Analyse des Bluts des Avatars¹

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	4,8 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	4,5 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	145,3 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	42,5%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	89,3 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	32,1 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	345,4 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	212,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	13,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

Keine Ergebnisse außerhalb des Bereichs, keine Krankheit zu melden.

Erster Fall: CBC-Analyse von Bernie Russos Blut¹

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	4,9 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	3,4 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	87,0 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	26,4%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	87,4 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	28,5 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	330,0 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	383,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	30,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

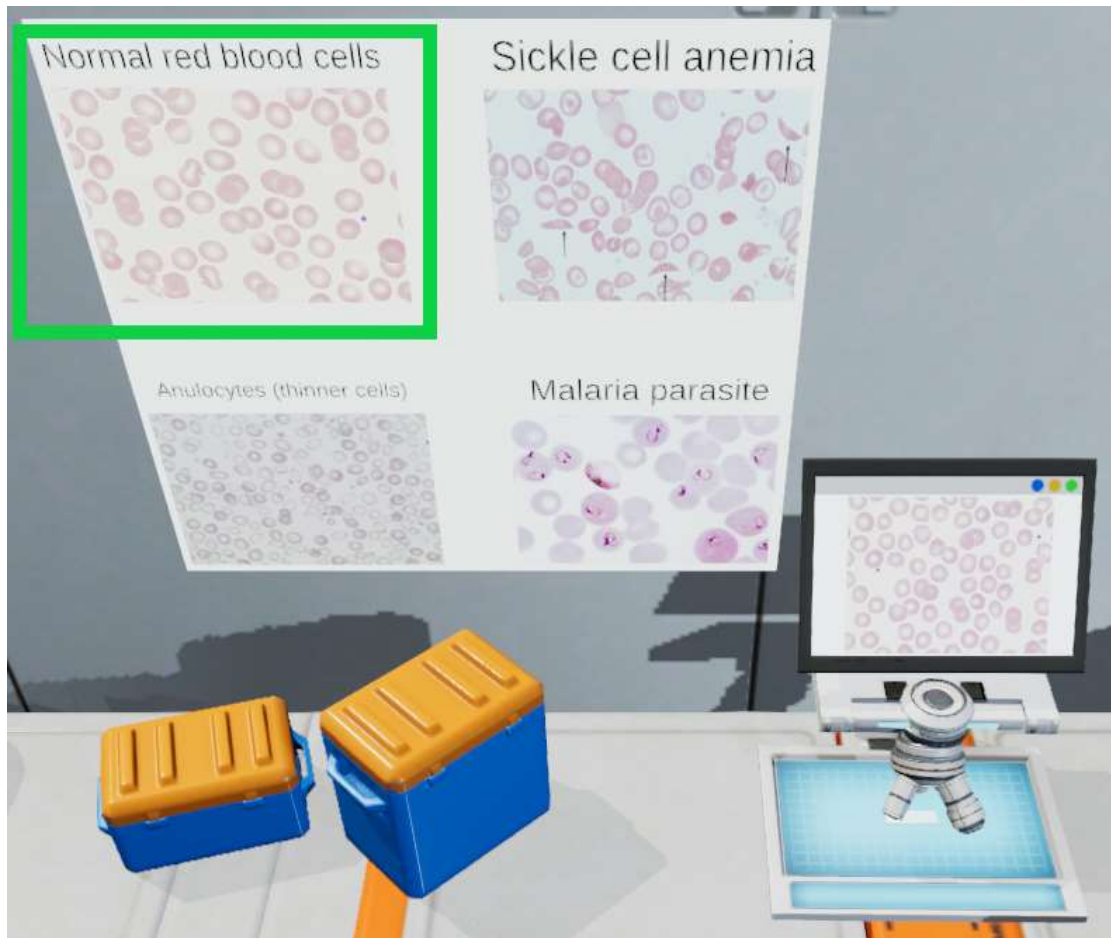
Die im Kodex auszuwählende Krankheit ist Anämie.

Definition der Anämie im Kodex: Definition der Anämie lt. Weltgesundheits-Organisation (WHO): Als Anämie wird eine Hämoglobinverminderung unterhalb des Normbereichs bezeichnet. In diesem Fall

¹ Alle gezeigten CBC-Analysetabellen wurden für das Spiel erstellt. Im Labor werden die Referenzwerte automatisch an das Geschlecht des Patienten angepasst.

kann eine Abnahme des Hämoglobins, der Anzahl roter Blutkörperchen (RBC) und des Hämatokrits (HCT) beobachtet werden.”

Zweiter Fall: Mikroskopische Analyse von Aureliano Foguinhas Blut

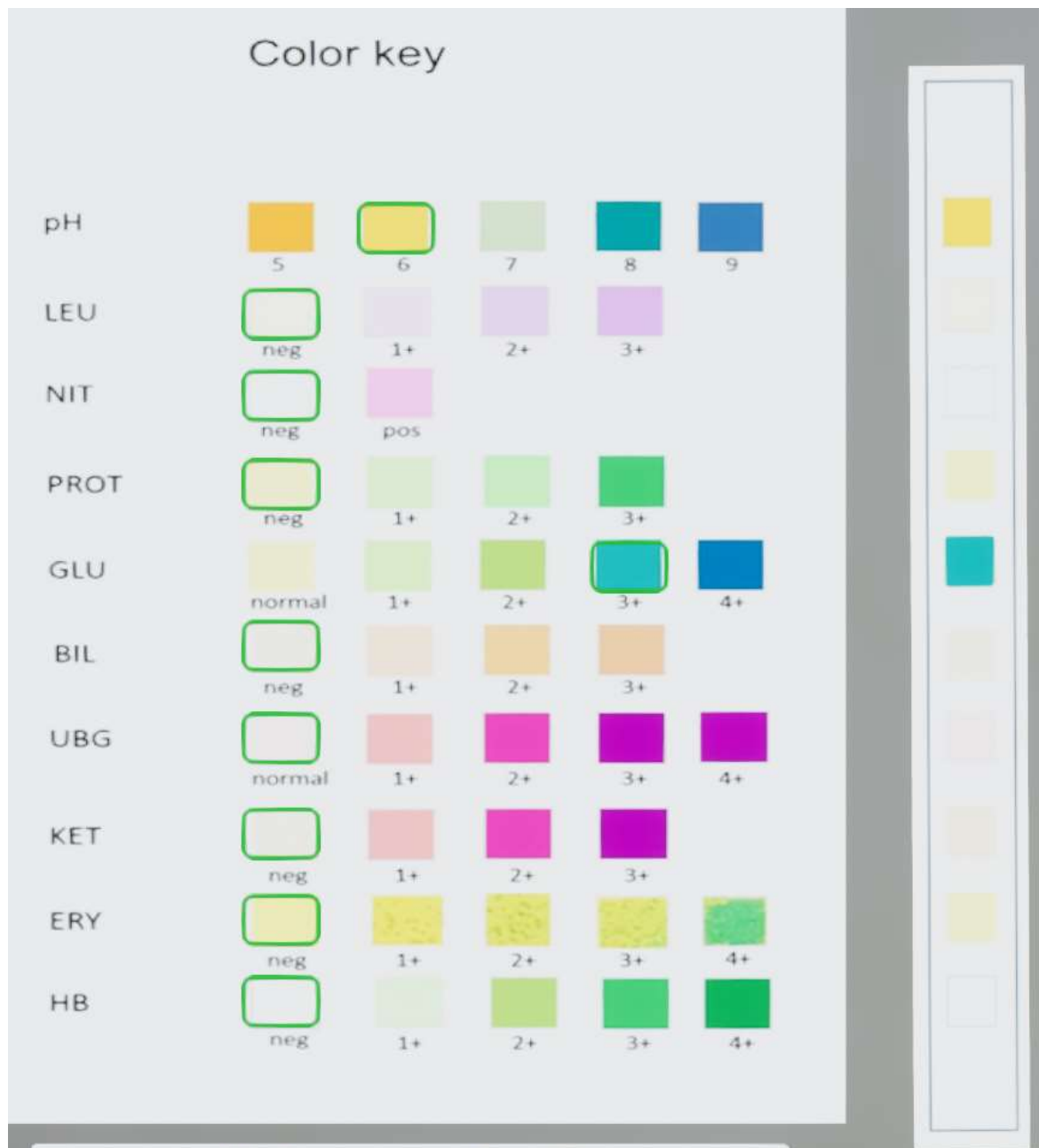


Die roten Blutkörperchen aus der Probe sind normal.

- Anämie: Definition der Anämie lt. Weltgesundheits-Organisation (WHO): Als Anämie wird eine Hämoglobinverminderung unterhalb des Normbereichs bezeichnet. In diesem Fall kann es auch zu einer Abnahme des Hämoglobins, der Anzahl roter Blutkörperchen (RBC) und des Hämatokrits (HCT) kommen.
- Anulozyten: Anulozyten sind Ringzellen und monokonkave hypochrome Erythrozyten (rote Blutkörperchen mit wenig Hämoglobin). Das rötliche Zytoplasma ist vorwiegend nur als Randsaum zu erkennen. Sie sind kleiner als normale Erythrozyten und tauchen bei gesunden Menschen nicht im Blut auf.
- Malaria ist eine Infektionskrankheit, die durch einen Parasiten der Gattung Plasmodium verursacht und durch den Stich bestimmter Mückenarten übertragen wird. Im Ausstrich sind die Plasmodien in den roten Blutkörperchen anhand spezifischer Merkmale zu erkennen.

Dritter Fall: CBC-Analyse von Julia Balmonts Blut und Multistix-Analyse

Multistix-Analyse:



Die im Kodex auszuwählende Krankheit ist Diabetes.

Definition von Diabetes im Kodex: "Diabetes ist gekennzeichnet durch eine chronische Hyperglykämie, d. h. einen zu hohen Glukosegehalt im Blut (Blutzucker). Diese Krankheit entsteht, wenn die Bauchspeicheldrüse nicht genügend Insulin produziert oder der Körper das produzierte Insulin nicht richtig verwertet. Der Glukosespiegel wird zunächst im Blut gemessen, doch kann auch ein Urintest durchgeführt werden, um das Vorhandensein von Glukose (GLU) festzustellen. Im Urin sollte normalerweise keine Glukose enthalten sein. Der Nachweis von Glukose (GLU) im Urin kann ein Anzeichen für Diabetes sein."

CBC-Analyse¹:

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	9,5 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	5,2 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	172,0 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	50,0%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	96,4 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	33,0 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	344,0 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	379,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	12,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

Die Werte sind für eine weibliche Probe abnormal.

Informationen, die dem Spieler nach der Auswahl von Diabetes im Kodex gegeben werden:

“Wir können drei potenzielle Ursachen für diese hohen Werte bei der Probenanalyse von Julia Balmont vermuten.

Erstens sie nimmt EPO. Dies kann als eine Form des Dopings angesehen werden und ist potenziell gefährlich für ihre Gesundheit.

- ⇒ Erinnerung an die Wirkung von EPO, erhöhter Hämoglobinspiegel (HB). Siehe Quiz 6 für weitere Einzelheiten.

Zweite Möglichkeit: Julia Balmonts Probe hat die Blutprobe eines Mannes als ihre eingereicht, das ist Betrug.

- ⇒ Wenn es sich bei der Blutprobe um eine männliche Probe handeln würde, lägen die Werte im normalen Bereich. Möglicherweise wurde sie mit einer gesunden männlichen Blutprobe ausgetauscht, da nicht bekannt war, dass für einige Parameter andere Bereiche gelten.

Drittens, Julia Balmont leidet an einer schweren Krankheit.

In allen drei Fällen würde der Zugang zum Shuttle für Julia abgelehnt werden. Ich schlage daher ein vorübergehendes Flugverbot und eine gründlichere Untersuchung vor, da der Verdacht auf Betrug im Raum steht.”

Anhang 3 – Wissenschaftliche Informationen

Normbereiche für die CBC-Analyse

CBC-Parameter	Normbereich Erwachsene	Männer	Frauen
WBC	4 /nL - 10 /nL		
RBC		4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB		140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT		40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	82 fL - 97 fL		
MCH	27 pg - 36 pg		
MCHC	320 g/L - 360 g/L		
PLT	140 /nL - 400 /nL		
ESR		< 22 mm/h	< 24 mm/h

Hinweis: Die Normwerte hängen von der Messmethode sowie den verwendeten Reagenzien und Geräten ab! → Daher können die Normwerte für verschiedene Geräte und Reagenzien variieren, auch wenn dieselbe Messmethode verwendet wird.

Einheiten für die CBC-Analyse

Im Spiel	Das Blutbild	Erklärung der Abkürzungen	Kurzdefinition	Einheiten (kurz)	Einheiten
WBC	WBC	weiße Blutkörperchen (Leukozyten)	Zellen mit Aufgaben im menschlichen Immunsystem: z. B. Abwehr von Krankheiten auslösenden (pathogenen) Bakterien und Viren.	/nl	pro Nanoliter (10^{-9})
RBC	RBC	rote Blutkörperchen (Erythrozyten)	Erythrozyten transportieren Sauerstoff zu den Körperzellen. Ihre Anzahl hängt von Alter, Geschlecht und anderen Faktoren ab.	/pl	pro picoliter (10^{-12})
HB	HB	Hämoglobin	Das Hämoglobin ist verantwortlich für die rote Färbung der Erythrozyten. Die Hauptaufgabe des Hämoglobins ist die Bindung von Sauerstoff, den die Erythrozyten zu den Gewebszellen transportieren. Zudem ist Hämoglobin (HB) am Rücktransport von Kohlenstoffdioxid von den Organen zurück zur Lunge beteiligt.	g/l oder g/dl	Gramm/Liter oder Gramm/Deziliter
HCT	HCT	Hämatokrit	Volumen der Erythrozyten bezogen auf das gesamte Blutvolumen	%	Prozent
MCV	MCV	mittleres corpusculäres Volumen der Erythrozyten	durchschnittliches Volumen der Erythrozyten	fl	femtoliter (10^{-15})
MCH	MCH	mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt	durchschnittlicher HB-Gehalt pro Erythrozyt	pg	Picogramm (10^{-12})
MCHC	MCHC	mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration	durchschnittliche Hämoglobinkonzentration pro Liter oder Deziliter Erythrozyten	g/l oder g/dl	Gramm/Liter or Gramm/Deziliter
PLT	PLT	Blutplättchen (Thrombozyten)	Thrombozyten sind Blutplättchen. Sie sind maßgeblich am Gerinnungsprozess beteiligt. Thrombozyten werden - wie die anderen Blutzellen auch - im Knochenmark gebildet.	/nl	pro Nanoliter (10^{-9})
ESR	ESR oder BSG	Erythrozytensedimentationsrate oder Blutsenkungsgeschwindigkeit	Bei der ESR (=BSG) wird in der senkrecht aufbewahrten Probe nach einem festgelegten Zeitpunkt, die durch Absinken der Erythrozyten (Sedimentation) entstandene Erythrozytensäule, abgelesen.	mm/h	Millimeter pro Stunde

