

Entwicklung und Darstellung des Online-Kurses

„DNA-Schnupperkurs – Knochenmarkspende & Leukämie“

Caroline Nagel, Annkathrin Wenzel; Jana-Kim Buschmann, Dr. Maren Panhorst

Universität Bielefeld, Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld, annkathrin.wenzel@uni-bielefeld.de

Dieser Beitrag thematisiert eine Möglichkeit, Schülerinnen und Schüler der 9. und 10. Jahrgangsstufe einen kleinen Einblick in das Thema der Leukämie und der Stammzellenspende zu geben. Der experimentelle Fokus wird dabei auf die DNA-Extraktion gelegt, ohne diese im Labor selbst durchzuführen. Die Thematik wird während des Online-Kurses hauptsächlich durch interaktive Inhalte vermittelt. Der Kurs lässt sich sowohl in der Schule synchron mit der gesamten Klasse, als auch asynchron – in Form von Homeschooling oder einer individuellen Fördermaßnahme – bearbeiten.

Stichwörter: Leukämie, Stammzellenspende, Online-Lernangebot, H5P, Homeschooling, individuelle Förderung

1 Einleitung

Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung ist es unabdingbar, mithilfe des E-Learnings, Schülerinnen und Schüler auf die digitalisierte Arbeitswelt vorzubereiten. Mobile Endgeräte, wie Smartphones oder Tablets, sind zwar mittlerweile Alltagsgegenstände geworden, jedoch werden sie meist zum Entertainment und zur Kommunikation mit Freunden genutzt. Eine anderweitige Auseinandersetzung mit digitalen Medien bereitet die Lernenden auf eine selbstständige und sinnvolle Nutzung im späteren Berufsleben vor (Barthelmeß, 2015).

E-Learning ist „im Vergleich zu bisher verwendeten Bildungstechnologien eine Hochtechnologie“ (Barthelmeß, 2015, S. 17-18). Oftmals lernen hier Schülerinnen und Schüler mithilfe von elektronischen Medien, wie Computern, Tablets oder Smartphones (Balzert, 2016). Jedoch ist E-Learning nicht nur auf die technologische Ebene beschränkt, sondern soll generell selbstgesteuerte oder organisierte Lernformen fördern (Erpenbeck, Sauter & Sauter, 2015). E-Learning und Lehrbücher teilen viele Gemeinsamkeiten und haben in der Regel dieselbe Zielsetzung. Alle Inhalte, die sich durch Lehrbücher vermitteln lassen, können auch durch E-Learning erlernt werden (Balzert, 2016). E-Learning bietet hingegen eine Reihe von Vorteilen. Es ermöglicht zeit- und ortsunabhängiges Lernen, die Wahl des eigenen Lerntempos und der Lernstoffreihenfolge, eine Verlinkung von Lerninhalten oder auch Suchfunktionen (Balzert, 2016). Diese freie Einteilung setzt jedoch ein gutes Zeit- und Selbstmanagement voraus, welches bei einigen Schülerinnen und Schülern eine nicht leicht zu überwindende Hürde darstellt (Born, 2008).

„Erst passende und durchdachte didaktische Konzepte machen virtuelle Lernangebote zu qualifizierten Bildungsangeboten“ (Arnold, Kilian, Thillosen & Zimmer, 2015, S.16). Bei einer Vernachlässigung der Didaktik bleibt ein E-Learning Kurs erfolglos und leistet keinen Beitrag zur nachhaltigen Verbesserung der Lehr- und Lernkultur (Arnold et al., 2015). Im E-Learning gibt es viele verschiedene interaktive Elemente, die eine abwechslungsreiche Gestaltung ermöglichen (Balzert, 2016) und grundsätzlich die didaktischen Grundlagen beinhalten (Erpenbeck, Sauter & Sauter, 2015). E-Learning ist meist sehr interaktiv gestaltet und aktiviert die Lernenden mit abwechslungsreichen Aufgaben. Auch für Lehrende bietet E-Learning einige Vorteile; Fehler können schnell verbessert werden, Angebote können stets aktuell gehalten oder auch nur schrittweise überarbeitet werden. Bei anderen Formen des Lehrens, wie zum Beispiel der Lehrbücher, werden Fehler erst überarbeitet, wenn eine neue Auflage gedruckt wird, die fehlerhaften Lehrbücher bleiben trotzdem weiterhin im Einsatz (Balzert, 2016).

Bei der Planung und Entwicklung von E-Learning Kursen wird die Lehrkraft vor neue Herausforderungen gestellt, wie zum Beispiel die eigenständige technische Einarbeitung oder Entfaltung der eigenen Kreativität (Blessing, 2011). Ein E-Learning Kurs erfordert durch eine Vielzahl von einzelnen Arbeitsschritten eine ausgereifte Konzeptentwicklung und (eine) organisierte Realisierung, da gesamte Konzeptänderungen im Nachhinein schwer umsetzbar sind (Arnold et al., 2015). Eine Lerneinheit muss fachlich korrekt, didaktisch aufbereitet, in fester und überschaubarer Zeit bearbeitbar sein (Balzert, 2016). Auch bei der mittels E-Learning durchgeführten Lehre sollte die Lehrkraft einige didaktische Kompetenzen vorweisen, da „ein schlechter Lehrender [...] auch nicht durch die Verwendung von digitalen Medien ein guter Lehrer“ werden kann (Barthelmeß, 2015, S. 15). Als Vorbereitungshilfe eignet sich die sogenannte 3Z-Formel (Zielgruppe, Zeitbudget, Ziele), die sich mit dem Vorwissen und den Voraussetzungen der Zielgruppe, dem zeitlichen Rahmen und den anschließend erlangten Kompetenzen befasst (Balzert, 2016). Des Weiteren sind die folgenden fünf Phasen, die Projektarbeiten generell prägen, hilfreich (Kergel & Heidkamp-Kergel, 2020): Die erste Phase ist die Analyse, in der die Lehrherausforderungen definiert werden, in diese Phase lässt sich die 3Z-Formel einordnen. Die Inhalte der einzelnen Kurse sollten auf die Lernenden und deren Vorwissen abgestimmt und gut verständlich sein (Balzert, 2016). Die Planungsphase beinhaltet die Ausgestaltung des Designs und die didaktischen Lernwege (Kergel & Heidkamp-Kergel, 2020). Vorteilhaft ist es Formulierungen einfach zu halten, beziehungsweise kurz und prägnant. Texte sollten klar gegliedert und übersichtlich aufgebaut sein. Belebenden Elementen, wie zum Beispiel Fragen oder Animationen sollten integriert sein (Balzert, 2016). Die nächste Phase beschreibt die Entwicklung des E-Learning Kurses, in der die vorherige Planung umgesetzt wird (Kergel & Heidkamp-Kergel, 2020). Die entwickelten Kurse sollten sich auf wenige Seiten beschränken, einen abgeschlossenen Lernstoff behandeln und Erfolgserlebnisse garantieren. Ein spannender Aufbau und ein motivierender Anfang aktiviert die Lernenden und steigert den Lernerfolg. Zusätzlich ist ein kurzer Inhaltsüberblick am Anfang für die Orientierung wichtig, außerdem sollte der Lernstoff thematisch aufeinander aufbauen. Eine festgelegte Reihenfolge der Inhalte ist erforderlich, es darf nichts verwendet werden, das noch nicht erklärt wurde (Balzert, 2016).

Die Implementierung bildet die vierte Phase, die sich mit der Praxistauglichkeit, Vorbereitung auf den Einsatz in der Lehre und möglichen Änderungen auseinandersetzt. Die Evaluation stellt die abschließende Phase dar, der eine Anpassung und Verbesserung des Lehrangebotes folgt (Kergel & Heidkamp-Kergel, 2020).

Im Folgenden wird ein Online-Kurs vorgestellt, welcher nach den oben genannten Schritten geplant wurde. Der Kurs behandelt den aktuellen, lebensnahen und bedeutsamen Kontext der Leukämie und die Therapiemöglichkeit der Knochenmark- bzw. Stammzellenspende. Durch den Kurs kann das abstrakte Thema der Genetik wiederholt und durch einen lebensnahen Kontext adressatengerecht und anschaulich vermittelt werden.

2 Sachanalyse

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Informationen zur Leukämie und zur Stammzellenspende vorgestellt. Diese werden in reduzierter Form während des Kurses behandelt.

2.1 Leukämie

Die Leukämie wurde erstmals 1827 beschrieben (Reinhardt & Ritter, 2006). Als Leukämie, auch bekannt als „Blutkrebs“, wird eine Gruppe von bösartigen Erkrankungen des blutbildenden Systems bezeichnet. Grundsätzlich wird zwischen einer akuten und einer chronischen Form unterschieden. Die akute Leukämie zeichnet sich durch schwere Krankheitssymptome aus. Diese Form führt unbehandelt innerhalb weniger Monate zum Tod. Die chronische Leukämie hingegen hat einen langsameren Krankheitsverlauf. Jede Leukämieerkrankung wird individuell bewertet und behandelt (Michl, 2013). Die Definition der entarteten Zellen führt zur Einteilung in die lymphatische oder die myeloische Leukämie (Bader & Klingebiel, 2007). Ein Kennzeichen ist in den meisten Fällen eine erhöhte Anzahl an weißen Blutkörperchen (Leukozyten), die größtenteils inaktiv sind und durch eine rasche, unkontrollierte Vermehrung die gesunden Blutzellen, wie weiße und rote Blutzellen (Erythrozyten) oder Blutplättchen (Thrombozyten), verdrängen (siehe Abbildung 2). Diese inaktiven weißen Blutzellen entstehen durch eine Fehlschaltung bestimmter Kontrollgene im Reifungsprozess. Die Verdrängung der normalen Blutbildung führt zu Symptomen, wie Anämie (Blutarmut), Infektionen oder erhöhter Blutungsneigung (Michl, 2013).

Wenn in Folge der Leukämie-Erkrankung eine geringere Zahl roter Blutzellen vorliegt, führt dieses zu einem gestörten Sauerstofftransport. Leukozyten übernehmen die Rolle der Immunabwehr. Diese ist durch die fehlerhaften Leukozyten massiv gestört. Der Körper kann sich nicht gut vor Infektionserregern wie Bakterien, Viren oder Pilzen schützen. Auch erkrankte körpereigene Zellen können nun nicht mehr optimal entfernt werden.

Auch bei der Blutgerinnung kann es zu Problemen kommen, da die benötigten Thrombozyten verdrängt wurden (Michel, 2013; Reece et al., 2016). Leukämie wird auch als bösartige

Systemerkrankung bezeichnet, da sie nicht auf einen Bereich des Körpers begrenzt auftritt (Michl, 2013). Die Symptome können sehr verschieden sein, teilweise erinnern sie lediglich an eine Virusinfektion (Bader & Klingebiel, 2007).

Laut des Zentrums für Krebsregisterdaten in Deutschland (ZfKD), welches vom Robert Koch Institut betreut wird, ist Leukämie, mit einem Anteil von circa 2,9 % in Deutschland (krebsdaten.de (a)), eine der selteneren Krebserkrankungen. Trotz dieses geringen Prozentsatzes liegt die Zahl der Erkrankten im Jahr bei mehr als 13.900 (Stand 17.12.2019). Die verschiedenen Formen der Leukämie treten in jeder Altersgruppe auf, dabei ist die Häufigkeit der Erkrankung bei einzelnen Leukämieformen in manchen Altersgruppen höher als in anderen (krebsdaten.de (b)). Die Ursachen für eine Leukämie-Erkrankung konnten noch nicht eindeutig identifiziert werden. Allerdings finden sich beispielsweise bei der akute lymphoblastischen Leukämie bei 90 % der Patient*innen chromosomale Veränderungen. Diese sind zum Beispiel verschiedene Chromosomenschädigungen und Translokationen (Bader & Klingebiel, 2007).

Meistens setzt sich die Behandlung aus verschiedenen Komponenten zusammen. Dazu gehört die Chemotherapie, die Strahlentherapie oder die Stammzellentransplantation bzw. Knochenmarktransplantation (Michl, 2013).

2.2 Stammzellenspende

Alle Blutzellen entwickeln sich aus den pluripotenten Stammzellen (gemeinsamen Vorläuferzellen). Diese dienen der ständigen Wiederauffüllung der Blutzellenpopulation des Menschen. Die Produktion dieser Blutzellen geschieht im roten Knochenmark der Rippen, Wirbel, des Brustbeins und des Beckens (Reece et al., 2016). Bei Leukämiepatient*innen ist diese Produktion fehlerhaft, weshalb durch die Therapiemöglichkeit einer Stammzellenspende, wie zum Beispiel eine Knochenmarktransplantation, gesunde Stammzellen in Patient*innen überführt werden, um gesunde Blutzellen zu produzieren (Stamatiadis-Smith, 2012). Knochenmarkstransplantationen bzw. Stammzellenspenden werden nicht nur in der Therapie der Leukämie, sondern auch bei anderen Krebsformen und hämatologischen Erkrankungen (Erkrankungen der Blutzellen) eingesetzt. Bei Knochenmarkstransplantationen stellt sich zwischen den verschiedenen Personen das Problem der Abstoßung: Das Spendergewebe kann das Körpergewebe des*der Empfänger*in abstoßen (Reece et al., 2016). Deswegen wird oftmals anfangs untersucht, ob die Geschwister der Patient*innen als Spender*innen in Frage kommen. Dazu wird die Gewebsverträglichkeit des sogenannten HLA-Systems (Humane Leukozyten-Antigene), Merkmale auf der Oberfläche der Leukozyten, getestet. Voraussetzung für eine Spende ist die Übereinstimmung der HLA-Merkmale (Stamatiadis-Smith, 2012). Das HLA-System ist ein Bestandteil des Haupthistokompatibilitätskomplexes (MHC), welcher für die Immunerkennung und Gewebeerträglichkeit verantwortlich ist. Dieses wurde erstmals 1964 von J. Dausset und R. Payne beschrieben (Reece et al., 2016). Für die Stammzellenspende sind die Gene HLA-A, B, C, DQB1 und DRB1 notwendig. Allerdings haben Studien positive Auswirkungen der Berücksichtigung

weiterer Genorte (z.B. DPB1, KIR, MICA und HLA-E) für die Spenderselektion gezeigt (Lange, 2018). Bevor ein*e Empfänger*in eine Knochenmarkstransplantation erhält, werden die eigenen Knochenmarkszellen, von denen die abnormalen Zellen abstammen, in der Regel durch Bestrahlung, zerstört. Eine solche Behandlung fährt das Immunsystem des*der Empfänger*in herunter, sodass die Gefahr einer Transplantatabstoßung durch den*der Empfänger*in kaum mehr besteht. Die Leukozyten in dem übertragenen Knochenmark können sich jedoch gegen den*die Empfänger*in richten. Eine solche Graft-versus-Host-Reaktion lässt sich begrenzen, wenn die HLA-Merkmale entsprechend zusammenpassen. Wegen der Vielfalt der HLA-Merkmale ist eine große Anzahl potenzieller Spender*innen notwendig (Reece et al. 2016).

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 67 % findet sich unter den Geschwistern der Patient*innen kein*e passende*r Spender*in. Für diesen häufig auftretenden Fall gibt es weltweit Spenderdateien, die genetische Daten von freiwilligen, potentiellen Spender*innen speichern. Diese können mit den Daten der Patient*innen abgeglichen werden, um eine Spende zu ermöglichen (Stamatiadis-Smith, 2012). Eine mögliche Spenderdatei ist die DKMS (ehemals Deutsche Knochenmarkspenderdatei). Dort sind weltweit bereits über zehn Millionen Menschen registriert und es konnten schon knapp 90.000 Patient*innen eine Knochenmarkspende erhalten (Stand: 23.09.2020; dkms.de). Weitere Informationen zur Aufnahme in die Spenderdatei kann in „DNA-Extraktion auf dem Weg zum Helden“ von Wenzel & Röllke (2019) nachgelesen werden.

3 Der Online-Kurs

Der virtuelle Kurs zum Thema Leukämie und Knochenmarkspende wurde nach dem Prinzip des Kopfschreibers im Voraus sorgfältig geplant, strukturiert und gegliedert (Balzert, 2016). Er unterliegt dem Schema des Computer Based Training, da die Lerninhalte hauptsächlich an der Bearbeitung am Einzelplatz orientiert sind (Arnold et al., 2015). Zunächst folgte eine Auseinandersetzung mit der Technik und eine selbstständige Erarbeitung der für die Bedienung benötigten Kompetenzen. Nachdem ein Überblick über die vorhandenen Gestaltungsmöglichkeiten gegeben war, konnte ein theoretischer Plan des Kurses erstellt und erste kreative Ansätze getestet werden. Der Kurs wurde schrittweise erstellt und zu Anfang verschiedene Ideen gesammelt. Als Vorbereitungshilfe diente die 3Z-Formel nach Balzert (2016): Die Zielgruppe ist eine Schulklasse der neunten oder zehnten Jahrgangsstufe mit entsprechendem Vorwissen im Themenfeld der Genetik. Das Zeitbudget liegt bei 90 Minuten und das Ziel ist unter anderem das Näherbringen naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen und die Erstellung eines interessanten und ansprechenden Kurses zum Thema Leukämie und Knochenmarkspende. Die fünf Entwicklungsphasen für Projektarbeiten gaben der Kurserstellung die nötige Struktur (Kergel & Heidkamp-Kergel, 2020).



Abbildung 1: Icon des Leukämie Kurses

Der mit Hilfe der 3Z-Formel erfolgten Analyse folgte die theoretische Planung und anschließende Entwicklung des Kursangebotes. Mithilfe der Software H5P wurden einzelne interaktive Inhalte erstellt. H5P bietet dabei die Wahl aus über 40 verschiedenen Inhaltstypen. Die Inhalte wurden anschließend auf einer eigens für das Online-Angebot des *teutolab*-biotechnologie angelegten Website zu einem in sich abgeschlossenen E-Learning-Angebot zusammengefügt. Die hiermit erstellte Website ¹ beinhaltet ausschließlich Online-Angebote des *teutolab*-biotechnologie. Zusätzlich zu den technischen Aspekten des Kurses ist die Erstellung von plausiblen Arbeitsanweisungen als Unterstützung für die Schülerinnen und Schüler entscheidend, damit sie selbstständig den Inhalt des Kurses erarbeiten können (Blessing, 2011).

Die Schwerpunkte des Kurses sind die Auseinandersetzung mit der Genetik im Allgemeinen, bezogen auf Leukämie und Stammzellen, virtuelles Experimentieren und Kennenlernen von DNA-Extraktionsverfahren und DNA-Nachweismethoden im Labor. Die Lerninhalte sind nach didaktischen Gesichtspunkten vom Bekannten zum Unbekannten, beziehungsweise Neuen, angeordnet (Balzert, 2016). Zu Beginn des Kurses wiederholen die Schülerinnen und Schüler das bereits im Unterricht erarbeitete Thema Genetik. Als nächstes folgen Einführungen in das Thema Leukämie, Therapiemöglichkeiten sowie genetische Hintergründe und den Ablauf der Stammzellspende. Dieses Thema wurde der Relevanz im Alltag angepasst, da somit das Interesse der Schülerinnen und Schüler geweckt und der Sinn der thematischen Auseinandersetzung für sie verständlich wird. Dieses Interesse fördert vor allem die selbstgesteuerte intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler, welche wünschenswert für den gesamten Lernprozess ist (Deci & Ryan, 2002). Weiterführend erarbeiten die Lernenden zwei DNA-Extraktionsverfahren (mit einem Kit und „per Hand“) und Nachweismethoden (Gelelektrophorese und photometrischer Nachweis), werten die Ergebnisse von virtuell durchgeführten Experimenten aus und vergleichen die Methoden miteinander. Abschließend wird der leitende Forschungsauftrag „Findet heraus, welches Verfahren für die DNA-Extraktion am besten geeignet ist“, mithilfe eines Quiz beantwortet und somit der Kurs abgeschlossen. Die einzelnen Teile des Kurses setzen sich aus verschiedenen interaktiven Inhalten zusammen und werden durch kurze Texte, Definitionen, Abbildungen und Tabellen ergänzt. Die interaktiven Inhalte werden im Folgenden ausführlich beschrieben und erläutert.

Wie bereits erwähnt wurde der Kurs zeitlich für einen Einsatz in einer Doppelstunde (90 Minuten) konzipiert. Gerade in Zeiten der durch SARS-CoV-2 ausgelösten Pandemie, kann der Kurs jedoch auch asynchron stattfinden. Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten die Aufgaben dementsprechend zeitversetzt.

Der gesamte Kurs ist auf sechs Seiten aufgeteilt, die jeweils ein Schwerpunktthema behandeln. Die erste Seite befasst sich mit der Begrüßung und der Wiederholung des Themenbereiches Genetik. Es folgt die Einleitung in das Thema Leukämie und Stammzellspende auf der zweiten Seite. Die Einführung in Laborarbeiten und die Vorstellung der beiden DNA-Extraktionsmethoden findet sich

¹ <https://teutolabbiotechnologie-online.de/>

auf der nächsten Seite. Anschließend thematisiert die vierte Seite die Nachweismethode mithilfe der Gelelektrophorese und die fünfte Seite die Nachweismethode mithilfe des Photometers. Auf der letzten Seite wird der Kurs durch die Auswertung und das Ergebnis abgerundet und mit einer Verabschiedung beendet.

Der entwickelte Online-Kurs lässt sich in zwei Inhaltsfelder des Kernlehrplanes NRW für die Sekundarstufe I einordnen. Es werden zum einen Teile des Inhaltsfeldes „Mensch und Gesundheit“ abgedeckt (Aufgaben des Blutes). Zusätzlich beschäftigt sich das Angebot mit einer Krankheit, Therapiemöglichkeiten und allgemeine Hintergründe werden spezifisch veranschaulicht. Hauptsächlich wird jedoch auf das Inhaltsfeld „Genetik“ Bezug genommen: DNA und Gene nehmen eine zentrale Rolle des Kurses ein. Außerdem befassen sich die Experimente mit der Isolierung von DNA befassen. Es ist empfehlenswert den Online-Kurs des *teutolab*-biotechnologie mit Schülerinnen und Schüler der neunten oder zehnten Klasse als Ergänzung der Genetik-Unterrichtsreihe durchzuführen (MSW NRW, 2019). Auch in andere Schulformen lässt sich der Kurs passend einbinden. So kann er beispielsweise in Realschulen im Inhaltsfeld „Biologische Forschung und Medizin“ bzw. „Gene und Vererbung“ durchgeführt werden (MSW NRW, 2011). Da das Angebot recht anspruchsvoll ist könnte es auch zur Wiederholung bzw. bei der Thematisierung der DNA in der Einführungsphase während der Lehre des Inhaltsfeldes Zellbiologie dienen (MSW NRW, 2013).

4 Die interaktiven Inhalte und deren didaktische Bedeutung

Die Software H5P bietet eine große Vielfalt an interaktiven Gestaltungsmöglichkeiten für Online-Lernangebote, die einige didaktische Prinzipien schon in ihrer unbearbeiteten Form berücksichtigen. Diese interaktiven Lernprogramme, auch Web Based Trainings genannt, ermöglichen den Aufbau von Wissen und dessen Festigung. Des Weiteren unterstützen sie die Strukturierung des Kurses und bieten durch Informationen über den individuellen Lernprozess und Entwicklungsstand die erforderliche Orientierung im selbstständigen Wissenserwerb (Erpenbeck, Sauter & Sauter, 2015). Die aktive Auseinandersetzung mit Lerninhalten ist effektiver als mehrmaliges Durchlesen von Texten, weshalb der erstellte Online-Kurs nur zu einem geringen Teil aus einfachen Texten besteht. Bei der Erstellung des Kurses wurde darauf geachtet, möglichst verschiedene interaktive Inhalte zu verwenden, da eine inhaltliche und formale Abwechslung die Aufmerksamkeit fördert. Zusätzlich wird das Spektrum der Lernstrategien und Lernerfahrungen der Teilnehmer*innen durch diese gegebene Vielfalt an Aktivitäten erweitert (Balzert, 2016). In dem Online-Kurs sind verschiedene Arten von interaktiven Inhalten vertreten, von denen sich einige wiederholen, da sich diese für den konkreten Kurs als gut geeignet erwiesen haben. Einige Inhalte sind spielerisch aufgebaut und sollen der Steigerung der Motivation der Schülerinnen und Schüler dienen. Andere Inhalte dienen verstärkt dem Wissensaufbau.

Zu den spielerischen Methoden gehören die Vervollständigung eines DNA-Stranges und das Memory der HLA-Gene. Die Vervollständigung des DNA-Stranges ist als motivierender Einstieg und Wiederholung gewählt worden. Es ist ein, zu Lernzwecken entwickeltes Spiel, welches nur geringes

Vorwissen erfordert. „Durch Spaß und Emotionen beim Spiel wird besser gelernt, wobei der Lernende oft nicht bewusst, sondern passiv durch aktives Handeln lernt“ (Balzert, 2016, S. 395) und motiviert in den Kurs startet.

Am Anfang wird zudem die Mitose durch eine Summary wiederholt. Dabei muss aus mehreren Aussagen jeweils eine richtige ausgewählt werden. Alle richtigen Aussagen ergeben zusammen einen Text, der die Mitose zusammenfasst.

Ein in diesem Online-Kurs mehrmals verwendetes interaktive Tool ist der Lückentext - das sogenannte Feature „Drag and Drop“. Hier geht es darum, Lücken in einem vorgegebenen Text zu füllen. Die entsprechend einzusetzenden Begriffe sind am Rand des Textes aufgelistet und können von den Schülerinnen und Schüler per Mausclick in die Lücken gezogen werden. Dieser interaktive Inhalt wird in verschiedenen Themenbereichen des Kurses eingesetzt. Zu Beginn bearbeiten die Lernenden einen Lückentext zum Thema DNA und frischen somit ihr genetisches Vorwissen auf. Zusätzlich wird somit garantiert, dass alle Schülerinnen und Schüler für die weitere Bearbeitung des Kurses ein gemeinsames Vorwissen haben, auf welches die weiteren Inhalte aufbauen können. Weitere Lückentexte werden bei der Erarbeitung der DNA-Extraktionsmethoden eingesetzt, um das vorher präsentierte Verfahren zu vertiefen und zu verstehen. Somit werden die Inhalte dieser Verfahren noch einmal wiederholt. Wiederholung hat eine große Bedeutung für das Lernen und ist somit ein wichtiges didaktisches Gestaltungsprinzip, weshalb im Laufe des Kurses für die Schülerinnen und Schüler unbekannte Inhalte in unterschiedlichen Kontexten wiederholt werden (Balzert, 2016). Mit der technischen Überprüfung der Ergebnisse bekommen die Schülerinnen und Schüler direktes, individuelles Feedback und können selbstständig feststellen, ob sie die vorher bearbeiteten Inhalte verstanden haben oder eine erneute Auseinandersetzung für die weitere Bearbeitung erforderlich ist. Dies ist für den selbstgesteuerten Lernprozess maßgebend (Erpenbeck, Sauter & Sauter, 2015).

„Bilder beschleunigen den Prozess der Informationsaufnahme“ (Balzert, 2016, S. 201), da das menschliche Gehirn an diese Form der Wahrnehmung gewöhnt ist. Deshalb ist ein weiterer, häufig verwendeter interaktiver Inhalt ein Bild mit Informationspunkten – das sogenannte Feature „Image Hotspot“. Hier wird ein Foto oder eine Abbildung gezeigt, auf der verschiedene Infopunkte markiert

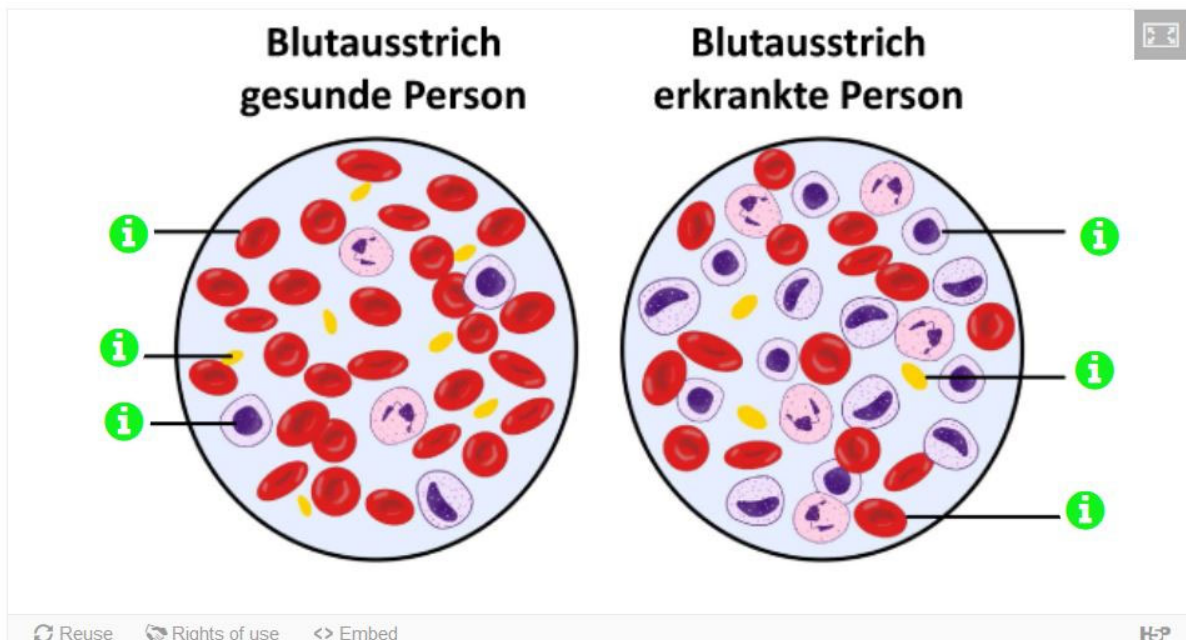


Abbildung 2. Image Hotspots zur Erklärung der unterschiedlichen Blutbilder gesunder Personen und an Leukämie erkrankter Personen.

sind. Die Schülerinnen und Schüler können diese Punkte anklicken und erhalten weiterführende Informationen (in Form von Texten oder Bildern) zu den vorher im Text aufgeführten Inhalten und den abgebildeten Bestandteilen. Die Image Hotspots sind ebenfalls in verschiedenen Themenbereichen des Kurses aufgeführt. Zum einen zeigen sie den Unterschied der Blutbilder einer gesunden und einer an Leukämie erkrankten Person (siehe Abbildung 2), zum anderen die Bedienung und Funktionsweisen der Geräte, die für die DNA-Nachweismethoden nötig sind (zum Beispiel das Photometer oder die Gelelektrophoresekammer). Auch die beispielhaften Ergebnisse der beiden Nachweismethoden werden mit dem interaktiven Inhalt der Image Hotspots dargestellt, damit die Schülerinnen und Schüler einen bildhaften Eindruck bekommen, wie ihre Ergebnisse im Schülerlabor möglicherweise ausgesehen hätten.

Zusätzlich dienen interaktive Videos der Visualisierung eines Raumes, der nicht physisch betreten werden kann, wie in diesem Falle das Schülerlabor. „In der Lehre dient eine Animation dazu, dem Lernenden durch einen Bewegungsablauf den Lernstoff anschaulich zu vermitteln“ (Balzert, 2016, S. 367), dies erfordert mindestens eine Steuerung durch die Lernenden und die Möglichkeit relevante Informationen deutlich wahrzunehmen. Mit Animationen ist die Möglichkeit gegeben, das Wesentliche für die Lernenden darzustellen. Der Arbeitsplatz mit allen nötigen Materialien wurde in einem 3D-Video animiert und kann von den Schülerinnen und Schüler abgespielt werden. Dem Video wurden Erklärungen und Hotspots hinzugefügt (siehe Abbildung 3), bei denen dieses

pausiert und Zusatzinformationen erworben werden können. Ein Video sollte immer Kommentare, in Form von Hinweisen enthalten, die die Vorgänge erläutern. Durch diese Pausen steuern die Lernenden das Tempo der Wiedergabe und können sich das Wissen über die einzelnen Materialien und deren Funktionen in einem individuellen Lerntempo aneignen. Zudem wird das Lernen erleichtert, wenn die Präsentation von Inhalten von den Schülerinnen und Schüler interaktiv gesteuert werden kann (Balzert, 2016), was durch das Anklicken der verschiedenen Informationstools gewährleistet wird.

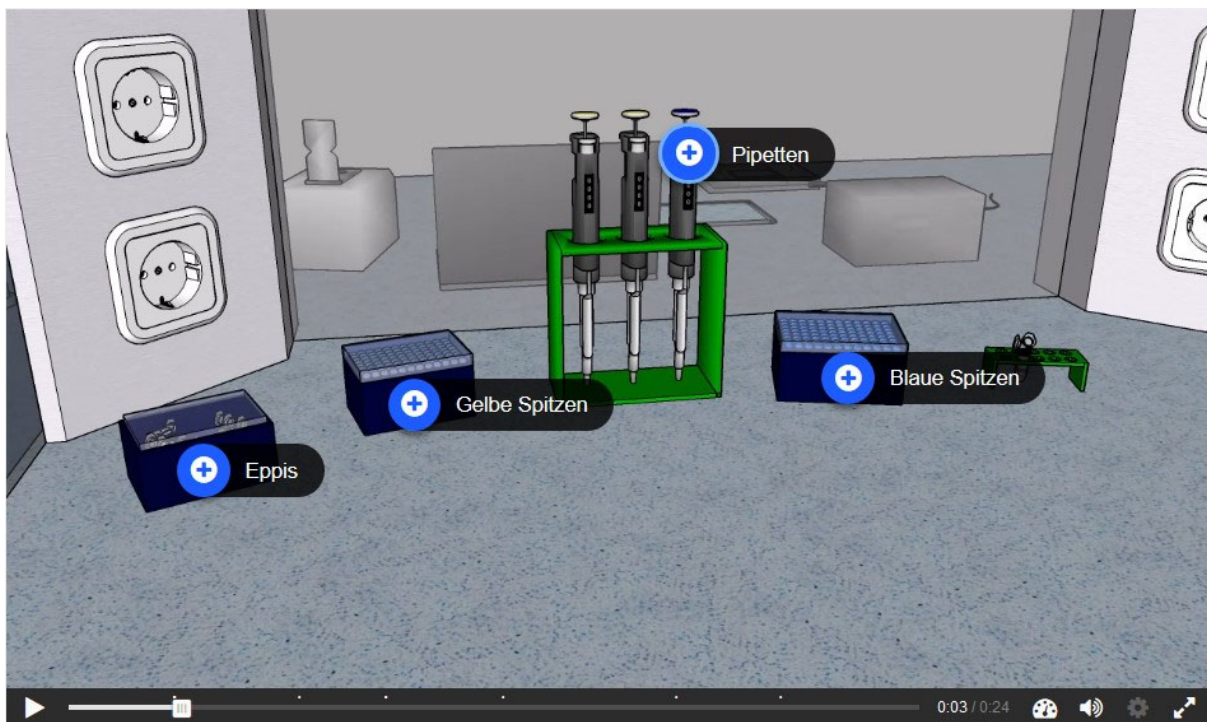


Abbildung 3. Interaktives Video des virtuellen Labors mit Hotspots.

Da das Stellen von Fragen den Wissenserwerb positiv beeinflusst (Balzert, 2016), sind mehrere Quizze, bestehend aus Multiple-Choice Fragen, an unterschiedlichen Stellen des Kurses eingebaut. Das erste Quiz befasst sich mit den Therapiemöglichkeiten bei einer Leukämie-Erkrankung. Teilweise sind mehrere Antwortmöglichkeiten richtig, dies wird nach der Fragstellung jedoch entsprechend gekennzeichnet. Ein weiteres Quiz erweitert die als Beispiel verwendeten Informationen über die DKMS. Das dritte Quiz behandelt die Auswertung der Ergebnisse und Beantwortung des Forschungsauftrages. Es besteht aus zehn Fragen, die die Methoden zur DNA-Extraktion sowie zum DNA-Nachweis vergleichen. Durch richtige Beantwortung wird das Ergebnis erarbeitet, dass die DNA-Extraktion „per Hand“ DNA größerer Qualität und die DNA-Extraktion „mittels Aufreinigungssäule“ DNA größerer Qualität hervorbringt. Die Antwortmöglichkeiten können unabhängig voneinander ausgewählt werden und sind eindeutig mit richtig oder falsch beantwortbar. Für besonders wichtige Inhalte wurden Warum-Fragen eingesetzt, da diese für Verknüpfung von Wissen besonders wirksam sind (Balzert, 2016). Jede einzelne Frage kann nach

der Beantwortung überprüft werden. Einige Quizfragen können nicht anhand des vorherigen Inputs beantwortet werden, damit der interaktive Inhalt nicht nur zur Wiederholung dient, sondern darüber hinaus eine Wissensaneignung, durch die Funktion der Selbstüberprüfung und Korrektur, garantiert (Erpenbeck, Sauter & Sauter, 2015).

Eine weitere im dargestellten Online-Kurs eingesetzte Quiz-Form ist die Beantwortung von Wahr- oder- Falsch- Fragen. Diese dient dazu, das beispielhafte Gelfoto als Ergebnis auszuwerten (siehe Abbildung 4) und am Ende die gelernten Inhalte als Wiederholung und Sicherung aufgreift. Der Aufbau und die Handhabung ist vergleichbar mit dem Multiple-Choice Quiz. Diese Art von interaktivem Inhalt bietet eine Abwechslung und führt auch zu einem Lernerfolg, da anhand des Tests nicht nur Wissen überprüft, sondern zusätzlich gelernt wird (Balzert, 2016).

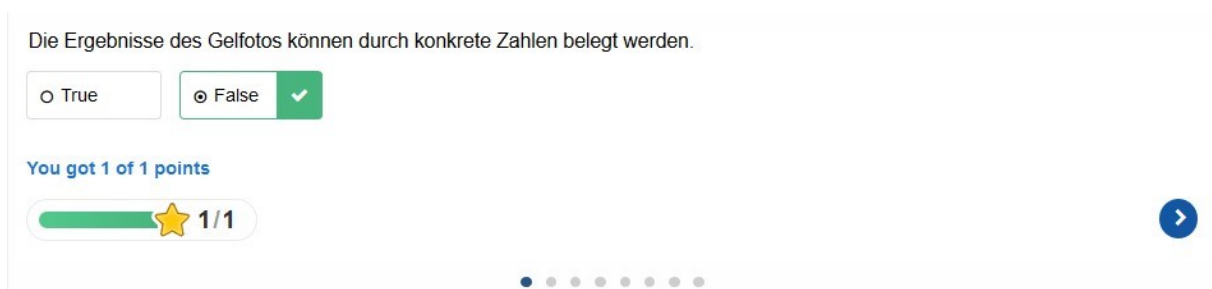



Abbildung 4. Auswertung des Gelfotos anhand von Wahr- oder Falsch-Fragen.

Zur Darstellung der beiden DNA-Extraktionsverfahren wurde die Präsentationsform gewählt – das sogenannte Feature „Course-Presentation“. Die einzelnen Schritte der Durchführung werden mit originalen Fotos aus dem Schülerlabor *teutolab*-biotechnologie dargestellt und durch erklärende Texte auf den jeweiligen Folien ergänzt. Diese Form wurde als eine Alternative zu der reinen textlichen Darstellung der Informationen gewählt, damit die Lernenden sich die einzelnen Arbeitsschritte anhand realer Bilder anschauen können und das virtuelle „Experimentieren“ der schrittweisen Durchführung der Experimente in der Präsenzveranstaltung im Schülerlabor ähnelt. Die Schülerinnen und Schüler können die Geschwindigkeit der Präsentation selbst bestimmen, somit individuell an ihr Lerntempo anpassen und dadurch den für sie größtmöglichen Lernerfolg erzielen (Balzert, 2016). Das so erworbene Wissen wird mit anderen interaktiven Inhalten, wie zum Beispiel den Lückentexten im Nachhinein aufgearbeitet.

Mithilfe des sogenannten Features „Image Sequencings“ können Bilder in eine gewünschte Reihenfolge gebracht werden. Dieser interaktive Inhalt erklärt den Ablauf der Registrierung als potenzielle*n Spender*in (siehe Abbildung 5). Die sieben Bilder mit Beschriftungen müssen von den Schülerinnen und Schüler sortiert werden. Es handelt sich dabei ebenfalls um originale Fotos aus dem Schülerlabor oder digital erstellte Abbildungen des *teutolab*-biotechnologie. Diese werden jeweils durch einen kurzen Stichpunkt unter dem Bild beschrieben. Die Funktion zur Selbstkontrolle bestätigt anschließend die Lernenden in ihrem erfolgreichen Wissenserwerb oder zeigt, dass eine erneute Wiederholung vor der weiteren Bearbeitung notwendig ist. Solche

regelmäßigen Rückmeldungen sind für den selbstgesteuerten Lernprozess maßgebend (Erpenbeck, Sauter & Sauter, 2015).

Sortiere die Bilder in die richtige Reihenfolge!



Time spent
0:15
Total Moves
5
You got 7 of 7 points

game status

7/7

Abbildung 5. Lösung des Image Sequencing zum Ablauf der Registrierung als potenzielle/r Spender*in.

Um die Schwierigkeit der Spendersuche zu verdeutlichen, wurde ein spielerischer interaktiver Inhalt genutzt. Hier müssen die Schülerinnen und Schüler ein Memory bestehend aus 10 Paaren lösen, bei dem jeweils einer*inem Empfänger*in ein*e Spender*in richtig zugeordnet werden muss. Auf den Karten sind die HLA-Gene der jeweiligen Person zu sehen, die vereinfacht durch unterschiedlich farbige Symbole dargestellt sind und durch kleine Unterschiede nur genau zu einer anderen Karte passen. Das Memory ist nicht leicht lösbar, da es den hohen Aufwand und die Schwierigkeit, eine*n passende*n Spender*in zu finden, verdeutlichen soll. Auch hier wird spielerisch, unbewusst durch das aktive Handeln gelernt. Zudem bieten Lernspiele die Möglichkeit, kognitive Prozesse tief und wiederholt zu verarbeiten (Balzert, 2016). Nach jedem gefundenen Paar werden die Schülerinnen und Schüler durch einen Glückwunsch „Super, du hast den passenden Spender gefunden“ motiviert und können anschließend ein weiteres Paar suchen. Dabei wird vorausgesetzt, dass das Prinzip des Memory Spiels generell bekannt ist.

Der Kurs besteht zusätzlich zu den interaktiven Inhalten aus Textabschnitten, die die Schülerinnen und Schüler durch den Kurs navigieren sowie kleinen Abbildungen und Tabellen. Die

Textabschnitte sind sehr kurz und präzise gehalten und dienen meist nur als Einleitung oder Zusammenfassung. Inhalte, die in Texten beschrieben werden, müssen die Schülerinnen und Schüler in den folgenden interaktiven Inhalten häufig aufarbeiten oder ausführlicher wiederholen. Eine Wiederholung mit Kontextwechsel, das heißt die Anwendung von Wissen in neuen, strukturell ähnlichen Zusammenhängen, kann den Lernerfolg steigern (Balzert, 2016).

5 Fazit

Der entwickelte Online-Kurs kann als Multimedia beschrieben werden, da eine Kombination aus statischen Medien und dynamischen Medien mit einer interaktiven Steuerung vorliegt. Statische Medien sind zum Beispiel Texte oder Bilder, bei denen sich die Darstellung nicht ändert. Dynamische Medien sind unter anderem Videos und Animationen, bei denen sich die Darstellung fortlaufend ändert. Mit dieser Kombination lernen Menschen besser als nur durch eine Art Medium (Balzert, 2016).

Mit dem dargestellten Kurs ist es gelungen ein Online-Lernangebot zu schaffen, welches ein alltägliches biomedizinisches Thema behandelt. Neben den reinen Fakten werden zudem Informationen über die Arbeit in einem Labor vermittelt. Dieses kann die originalen haptischen Erfahrungen in einem Labor nicht ersetzen. Allerdings stellt es einen kleinen Ersatz dar, falls zum Beispiel keine entsprechende Ausrüstung zum Experimentieren vorhanden ist oder ein Schülerlabor aufgrund von Schulschließungen (z. B. im Pandemie-Fall) nicht besucht werden kann. Der Online-Kurs kann jederzeit von den Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden. Daher eignet er sich für eine synchrone Bearbeitung mit der gesamten Klasse, eine asynchrone Bearbeitung im Rahmen von Homeschooling oder zur individuellen Förderung.

Die Entwicklung wurde möglich mithilfe der finanziellen Unterstützung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

6 Literaturverzeichnis

- Arnold, P., Kilian, L., Thillosen, A. M., Zimmer, G. M. (2015) Handbuch E-Learning. (4. erweiterte Auflage). Bielefeld: wbv.
- Bader, P. & Klingebiel, T. (2007). Leukämien. In M. J. Lentze, F. J. Schulte, J. Schaub & J. Spranger (Hrsg.), Pädiatrie. Grundlagen und Praxis (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, S. 1295–1302). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-76460-1_170
- Balzert, H. (2016). Wie schreibt man... erfolgreiche Lehrbücher und E-Learning-Kurse? (1. Auflage). Dortmund: W3L-Verlag.
- Barthelmeß, H. (2015). E-Learning – bejubelt und verteufelt. Bielefeld: wbv.
- Blessing, A. M. (2011). Personalisiertes E-Learning. Boizenburg: Verlag Werner Hülsbusch.
- Born, J. (2008). Das eLearning-Praxisbuch. Hohengehren: Schneider Verlag.
- Deci, E. L., Ryan, R. M. (2002). Handbook of self-determination research. Rochester: University of Rochester Press.
- Erpenbeck, J., Sauter, S. & Sauter W. (2015). E-Learning und Blended Learning. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Kergel, D., Heidkamp-Kergel, B. (2020). E-Learning, E-Didaktik und digitales Lernen. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Lange, V., Schöfl, G., Füssel, M. Scheteling, J. & Schmidt, A. (2018). The optimal do-nor profile in the era of next generation sequencing? Verfügbar unter https://dkms-lab.de/dateien/EFIposter_2018_Donor_Profile.pdf (Stand: 21.10.2020)
- Michl, M. (2013). Basics Hämatologie (3. Auflage). München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2019). Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie. Verfügbar unter <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/gymnasium-aufsteigend-ab-2019-20/index.html> (Stand: 21.10.2020)
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). Kernlehrplan für die Realschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie. Verfügbar unter <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/realschule/biologie/index.html> (Stand: 21.10.2020)
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2013). Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie. Verfügbar unter <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/biologie/index.html> (Stand: 04.11.2020)

Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jackson, R.B. (2016). Campbell Biologie. (10., aktualisierte Auflage). Hallbergmoos: Pearson.

Reinhardt, D. & Ritter, J. (2006). Klassifikation der Leukämien und malignen Lymphome. In H. Gadner (Hrsg.), Pädiatrische Hämatologie und Onkologie (S. 647–655) [New York]: Springer Medizin Verlag Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-29036-2_57

Stamatiadis-Smidt, H. (2012). Knochenmarkspendersuche. Thema Krebs: Fragen und Antworten. Berlin Heidelberg: Springer.

Wenzel, A. & Röllke, K. (2019). DNA - Extraktion. Auf dem Weg zum Helden. BU praktisch, 1(2), 1–15.

7 Internetquellen

dkms.de

<https://www.dkms.de/de/grundlegende-informationen> abgerufen am 21.10.2020

krebsdaten.de

(a) https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/krebsarten_node.html abgerufen am 21.10.2020

(b)

https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Leukaemien/leukaemien_node.htm abgerufen am 21.10.2020