

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

**E-Learning an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München mit  
Erprobung von Handwritten Tutorials (Whiteboard Animation)  
im Themengebiet der Immunologie**

von  
Denise Friedrich  
aus  
Lörrach

München 2020

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Lehrstuhl für Tierphysiologie

Arbeit angefertigt unter der Leitung von  
Univ.-Prof. Dr. Thomas Göbel

**Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München**

**Dekan:** Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph. D.

**Berichterstatter:** Univ.-Prof. Dr. Thomas Göbel

**Korreferent:** Univ.-Prof. Dr. Hermann Ammer

**Tag der Promotion: 08. Februar 2020**

*„Wer etwas will, findet Wege; wer nicht, findet Gründe.“*

*Albert Camus*  
*(1913-1960)*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Literaturübersicht</b> .....	<b>2</b>
2.1 Immunologie in der Tiermedizin.....	2
2.1.1 Immunologie als vernetztes Fach ohne eigene Prüfung .....	2
2.1.2 Bedeutung der Antikörper in der Tiermedizin .....	2
2.2 Digitalisierung der Lehre und E-Learning.....	5
2.2.1 Vor- und Nachteile von E-Learning Angeboten.....	7
2.2.2 Blended Learning- die goldene Mitte .....	8
2.2.3 E-Learning an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München.....	9
2.3 Handwritten Tutorials als E-Learning Angebot.....	11
2.3.1 Handwritten Tutorials .....	11
2.3.2 Mnemotechniken.....	13
<b>3 Material und Methoden</b> .....	<b>15</b>
3.1 Erstellung der Handwritten Tutorials.....	15
3.1.1 Whiteboard Animation Software VideoScribe .....	15
3.1.2 Erstellen der Bilder .....	15
3.1.3 Erstellen der Audiospur mittels Audacity .....	18
3.2 Inhalt der Videos .....	18
3.2.1 Video 1: Angeborene Schutzmechanismen.....	18
3.2.2 Video 2: Antikörper Teil 1: Aufbau von Antikörpern .....	19
3.2.3 Video 3: Antikörper Teil 2: Effektorfunktionen von Antikörpern .....	19
3.3 Umfragen .....	20
3.3.1 Online-Umfrage zur Lehre.....	20
3.3.2 Moodle Umfrage zum Video 1: Natürliche Schutzmechanismen .....	20
3.3.3 Zwei papierbasierte Umfragen zum Video 2: Antikörper Aufbau.....	20
3.3.4 YouTube Statistik zum Video 3: Effektorfunktionen von Antikörpern ....	21
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>22</b>
4.1 Bedarfsermittlung und Status Quo E-Learning .....	22
4.1.1 Mit welchen Materialien lernen Studierende? .....	22
4.1.2 Nutzung der E-Learning Angebote .....	23
4.1.3 Wunsch nach E-Learning Angeboten .....	26
4.1.4 Zweck, Nutzung und Implementierung von E-Learning Angeboten .....	27
4.1.5 Sonstige Anmerkungen der Studierenden zum Thema E-Learning .....	29
4.2 Feedback zu den Handwritten Tutorials .....	31

---

4.3	Testfragen zu den Handwritten Tutorials .....	34
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>41</b>
5.1	Status Quo und Bedarfsermittlung von E-Learning .....	41
5.1.1	Benutzung und Wunsch nach E-Learning Angeboten .....	41
5.1.2	Zweck, Nutzung und Implementierung von E-Learning Angeboten .....	44
5.1.3	Limitationen und methodische Einschränkungen.....	48
5.2	Handwritten Tutorials.....	48
5.2.1	Themenauswahl für die Handwritten Tutorials.....	48
5.2.2	Soft- und Hardware zum Erstellen der Handwritten Tutorials .....	49
5.2.3	Feedback zu den Handwritten Tutorials .....	51
5.2.4	Effektivität der Handwritten Tutorials/ Lernerfolg .....	54
5.2.5	Limitationen und methodische Einschränkungen.....	55
5.3	Ausblick.....	56
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b> .....	<b>61</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>X</b>
	<b>Anhänge</b> .....	<b>XVII</b>
	Anhang 1: Video 1, Angeborene Schutzmechanismen, Übersicht und Skript. XVII	
	Anhang 2: Video 2, Antikörper Aufbau, Übersicht und Skript.....	XX
	Anhang 3: Video 3, Effektorfunktionen von Antikörpern, Übersicht und Skript.....	XXIV
	Anhang 4: Online Umfrage zur Lehre – E-Learning .....	XXIX
	Anhang 5: Moodle Umfrage zum Video 1 .....	XXX
	Anhang 6: Papierbasierte Umfragen zum Video 2.....	XXXII
	<b>Danksagung</b> .....	<b>XXXV</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: E-Learning vs. Digitalisierung der Bildung [29].....	6
Abbildung 2: Whiteboard Animation der Münchner Verkehrsgesellschaft [59] .....	11
Abbildung 3: Handwritten Tutorial von Hasudugan zum Thema sensorische Bahnen (Sensory Tracts) [63] .....	12
Abbildung 4: Handwritten Tutorial von SketchyMedical zum Thema Proteus Bakterien [65].....	13
Abbildung 5: Erstellen der SVG Datei.....	16
Abbildung 6: Löschen des JPEG Bildes .....	17
Abbildung 7: Bilder in Inkscape mit Farbe füllen .....	17
Abbildung 8: Antworten der Studierenden zu: „Ich lerne mit folgenden Materialien:“ .....	23
Abbildung 9: Wurde schon einmal E-Learning Angebot von den Studierenden genutzt.....	23
Abbildung 10: Wunsch nach mehr E-Learning Angeboten aller befragten Studierenden .....	26
Abbildung 11: YouTube Aufrufe Video 3 (Effektorfunktionen von Antikörpern) zwischen 30.06.2018 und 06.07.2018.....	28
Abbildung 12: Nutzung der Tutorials .....	29
Abbildung 13: Anzahl der richtigen Antworten von 7 im Test zum Video 1 (n=34) 34	
Abbildung 14: Ergebnisse der 7 Fragen im Test zum Video 1 (n=34) .....	36
Abbildung 15: Ergebnisse der 13 Fragen im Test zum Video 2 (n=177) .....	40
Abbildung 16: Beispiel einer Eselsbrücke: „Die Dicke Berta kann MEGA jonglieren“ .....	53
Abbildung 17: Zwei Eselsbrücken, die in den inhaltlichen Fragen verwendet wurden.....	55

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswahl E-Learning Programme der Tiermedizinischen Fakultät München.....	9
Tabelle 2: Übersicht der Umfragen.....	22
Tabelle 3: Welches E-Learning Angebot wurde, oder warum wurde keines benutzt.....	24
Tabelle 4: Gewünschte E-Learning Angebote .....	26
Tabelle 5: Einbindung von E-Learning Angeboten.....	27
Tabelle 6: Aussagen der Studierenden was ihnen am Video 2 gefallen hat.....	32
Tabelle 7: Verbesserungsvorschläge zu Video 2.....	33

## **Abkürzungsverzeichnis**

AGID = Agargel-Immundiffusionstest

AK = Antikörper

ARS = Audience Response System

DPI = dots per inch

ELISA = Enzyme-linked Immunosorbentassay

HAH = Hämagglutinationshemmungstest

IFT = Immunfluoreszenztest

JPEG = Joint Photographic Experts Group

KBR = Komplementbindungsreaktion

LMU= Ludwig-Maximilians-Universität

SVG = Skalable Vector Graphics

VHB = Virtuelle Hochschule Bayern

VNT = Virusneutralisationstest

# 1 Einleitung

Laut Tizard, ist „Immunologie ein komplexes Studienfach, das sich direkt auf viele der wichtigsten Bereiche der Veterinärmedizin auswirkt. Studierende und Tierärzte ignorieren es auf eigene Gefahr“ [1]. Die Gefahr, dass Tiermedizinstudierende das Studienfach Immunologie ignorieren ist groß, denn für das Fach wird in Deutschland keine eigenständige Prüfung vorgeschrieben. Um dennoch das Interesse für Immunologiethemen zu wecken, können Universitäten Zusatzangebote anbieten. Eine Möglichkeit für solche Zusatzangebote ist das E-Learning.

Fast die Hälfte der Tiermedizinstudierenden gaben in Steiners Umfrage im Jahr 2014 an, dass sie ohne das Internet das Veterinärmedizinstudium nicht bewältigen könnten oder dass sich durch den Verlust an Informationen die Studiendauer wahrscheinlich erhöhen würde [2]. Mit der steigenden Internetnutzung steigt auch das Angebot an E-Learning und gerade „vergessene“ Fächer, wie die Immunologie können davon profitieren, da sie das Potential haben, Studierende zum Lernen zu animieren. Aus diesem Grund wurde für diese Studie ein E-Learning Angebot für die Immunologie entwickelt, was in dieser Form noch nie untersucht worden ist: Handwritten Tutorials mit comicstilartigen Eselsbrücken.

Die Studie wurde in zwei Teile gegliedert. Die Zielsetzung des ersten Teils war es sowohl den Status Quo, als auch den Bedarf in punkto an E-Learning der Studierenden der Tierärztlichen Fakultät in München zu ermitteln. Hierzu wurden Daten mittels einer Online-Umfrage aller Semester, einer Moodle Umfrage und zwei papierbasierte Umfragen erhoben. Zusätzlich wurde anhand einer YouTube Statistik das Nutzungsverhalten ermittelt.

Die Zielsetzung des zweiten Teils war die Erstellung und Erprobung von Handwritten Tutorials mit comicstilartigen Eselsbrücken für die Immunologie. Dazu wurden drei Handwritten Tutorials erstellt, auf Moodle und YouTube angeboten und in zwei Vorlesungen vorgeführt. Feedback zur Qualität und Akzeptanz der Videos wurde durch Umfragen ermittelt, sowie inhaltliche Testfragen durchgeführt.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Immunologie in der Tiermedizin

#### 2.1.1 Immunologie als vernetztes Fach ohne eigene Prüfung

Zum Zeitpunkt dieser Studie, wird das Fach Immunologie an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München im Rahmen der Zoologie Vorlesung im 1. Semester gelesen. Zoologie wird an 5 Wochenstunden und somit 70 Stunden pro Semester gelesen. Davon entfallen lediglich 7 Stunden, also 10%, auf das Themengebiet Immunologie.

Zusätzlich wird eine Immunologie Vorlesung im 6. Semester in einer Wochenstunde gehalten. Nach §31 Abs. 2 Nr. 1. TappV ist lediglich eine Bescheinigung über die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung der Immunologie erforderlich. Die TappV schreibt keine eigene Prüfung für das Fach Immunologie vor [3]. Den Universitäten ist es somit freigestellt, wie der Nachweis für die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme erfolgt. Die Tierärztliche Fakultät der LMU München verlangt für diesen Nachweis eine Online-Klausur am Ende des 6. Semesters. Diese steht den Studierenden eine Woche über die Zentrale Lernplattform Moodle zur Verfügung. Die Studierenden können somit auch außerhalb der Universität an der Online-Klausur teilnehmen. Die Bewertung dieser Klausur ist bestanden oder nicht bestanden.

Folglich wird die Immunologie nicht als benotetes Einzelfach geprüft. Dennoch ist die Immunologie ein wichtiger Grundstein für Prüfungsfächer wie Bakteriologie, Virologie, Pathologie, Innere Medizin und Parasitologie. Immunologische Kenntnisse sind Prüfungsinhalte dieser Fächer und ein Grundverständnis der Immunologie ist in diesen Fächern essenziell, um Infektionskrankheiten, Krankheitsverläufe, Blutparameter, Impfungen und serologische Tests zu verstehen. Aber auch immunbedingte Krankheiten, die durch eine abnormale Funktion des Immunsystems ausgelöst werden, sind von Bedeutung. Diese reichen in der tierärztlichen Praxis von den eher seltenen angeborenen Immundefekten, über Neoplasien des Immunsystems (Lymphome, Leukämie oder Mastzellen Neoplasie) und Autoimmunerkrankungen, bis hin zu den häufig anzutreffenden Allergien [4].

#### 2.1.2 Bedeutung der Antikörper in der Tiermedizin

Zwei der drei Tutorials, die in dieser Studie erstellt wurden, griffen das Thema Antikörper auf, da sie in der Tiermedizin in der Diagnostik, bei maternalen Antikörpern und Impfungen, bei Allergien und Autoimmunerkrankungen und bei der Antikörpertherapie von fundamentaler Bedeutung sind.

## Diagnostik

In der Tiermedizinischen Diagnostik werden Serologische Verfahren, die auf der Interaktion zwischen Antikörper und Antigen beruhen benutzt, um einen Befall mit Erregern und Parasiten direkt oder indirekt nachzuweisen oder den Impfstatus durch Antikörpertiter zu bestimmen.

Eine Möglichkeit Erreger (Antigene) oder Antikörper nachzuweisen, ist der Gebrauch von markierten Antikörpern. Im Immunfluoreszenztest (IFT) werden Antikörper durch fluoreszierende Farbstoffe markiert und im Fluoreszenzmikroskop oder einem Durchflußzytometer ausgewertet. Mit dieser Methode kann beispielsweise ein Befall mit Staupe-, Herpes-, Feline Leukämieviren und *Chlamydomphila* spp. nachgewiesen werden [5, 6]. Wegen des Gerätebedarfs und der Komplexität wird die IFT vor allem im Labor durchgeführt [5]. Antikörper können aber auch mit Enzymen markiert werden. Dies wird im Enzyme-linked Immunosorbentassay (ELISA) genutzt, um u. a. bei der Immunchromatografie einen Befall mit Parvo-, Rota- und Feline Leukämieviren oder auch *Anaplasma phagocytophilum* schnell und effektiv mittels Schnelltests nachzuweisen [5, 7].

Es gibt jedoch auch andere Methoden um Antikörper nachzuweisen, die keine markierten Antikörper benötigen. Der Hämagglutinationshemmungstest (HAH) und der Virusneutralisationstest (VNT) dienen dem quantitativen Nachweis bestimmter Antikörper. Wenn beim HAH bestimmte Antikörper im Serum vorhanden sind, bilden diese mit den Viren einen Komplex. Dadurch kann verhindert werden, dass es zu einer Agglutination zwischen den Viren und den Erythrozyten kommt. Das HAH-Verfahren ermöglicht eine Antikörpertiterbestimmung und wird u. a. benutzt, um den Parvovirusantikörper-Titer zu bestimmen. Dies lässt auf den Infektionsschutz schließen und ermöglicht eine Entscheidung über die Notwendigkeit einer Impfung [5]. Der VNT bestätigt, ob bestimmte neutralisierende Antikörper vorhanden sind. Diese binden sich an die Oberfläche des Virus, womit eine Aufnahme in die Zellen und eine Vermehrung des Virus verhindert wird. Diese Methode wird zeitlich versetzt zwei Mal durchgeführt und gibt Aufschluss darüber, ob eine akute Virusinfektion oder eine alte Virusinfektion bzw. eine Impfung vorliegt. Dieser Test wird u. a. beim Influenzavirus des Pferdes genutzt [5].

Der Agargel-Immundiffusionstest (AGID) beruht darauf, dass sich bei passendem Verhältnis von Antikörper und Antigen ein Präzipitat bildet. Der AGID ermöglicht den Nachweis von Antikörpern und somit die Diagnose viraler Erkrankungen. Der Coggins-Test ist beispielsweise ein AGID und dient dem Nachweis der Equinen Infektiösen Anämie [8].

Die Komplementbindungsreaktion (KBR) macht sich das Prinzip des Komplementsystems zu nutzen und dient dem Nachweis bestimmter Antikörper. Ist ein bestimmter An-

tikörper vorhanden, werden die Komplementproteine verbraucht und die in diesem Hämolysischen Verfahren als Indikator dienenden Schaferythrozyten bleiben erhalten. Ist kein Antikörper vorhanden, bewirkt das Komplement eine Hämolysen der Erythrozyten. Ein indirekter Parasitenbefall von *Trypanosoma equiperdum* oder Babesien kann so nachgewiesen werden [5].

### **Maternale Antikörper und Impfungen**

In der tierärztlichen Praxis ist es wichtig, über die Übertragung der maternalen Antikörper, die Refraktärzeit und die Immunologische Lücke Kenntnis zu haben, die zusätzlich von Spezies zu Spezies unterschiedlich sind. Nur so ist es möglich die Immunität abschätzen zu können und den geeigneten Impfzeitpunkt zu bestimmen [9].

### **Allergien und Autoimmunkrankheiten**

Allergien und Autoimmunkrankheiten sind in der tierärztlichen Praxis von Bedeutung. Sowohl Allergien als auch Autoimmunkrankheiten beruhen häufig auf Überempfindlichkeitsreaktionen und involvieren Antikörper.

Allergien sind u. a. Überempfindlichkeitsreaktionen vom Typ I. Antikörper des Isotyps IgE dienen im Idealfall der Abwehr von Parasiten. Eine akut-allergische Reaktion wird ausgelöst, wenn Antigene die Produktion von IgE hervorrufen, die eine Aktivierung von Mastzellen und damit eine Ausschüttung von Entzündungsmediatoren auslösen [9, 10]. Als ein Beispiel können Hautallergien beim Hund genannt werden. Sie sind häufig Flohspeichel- oder Futtermittelallergien des Typs I- ausgelöst durch IgE Antikörper. Aber auch bei Nachimpfungen können allergische Reaktionen auftreten, die zu einem anaphylaktischen Schock führen [9]. In der Tiermedizin stehen im Gegensatz zu der Humanmedizin Respirationsallergene die Asthma auslösen im Hintergrund [10].

Autoimmunerkrankungen sind häufig Überempfindlichkeitsreaktionen vom Typ II. Sie werden von Antikörpern (IgG und IgM) und Komplement vermittelt und richten sich gegen körpereigene Zellen. Autoimmunerkrankungen können etliche Bereiche des Tierkörpers betreffen. Beispiele hierfür sind die immunbedingte hämolytische Anämie (IMHA); eine Erkrankung bei Hunden bei dem Antikörper gegen Erythrozyten produziert werden. Nachdem die Antikörper an die Erythrozyten binden, wird das Komplementsystem aktiviert und Erythrozyten zerstört. Dies führt zur Anämie. Andere Beispiele sind Diabetes bei Hunden, Katzen und Pferden, Systemischer Lupus erythematodes bei Hunden oder die immun-medierte Arthritis, die bei zahlreichen Spezies auftreten kann [9].

### **Antikörpertherapie**

Therapien mit monoklonalen Antikörpern gewinnen als Behandlungsoption in der Tiermedizin an Bedeutung. Lokivetmab, ein juckreizlindernder Wirkstoff zur Behandlung der

atopischen Dermatitis beim Hund, wurde im Jahr 2017 als erster monoklonaler Antikörper für Tiere in der EU freigegeben. Lokivetmab beinhaltet Antikörper, die an das Zytokin Interleukin-31 binden. Somit wird eine Bindung von IL-31 an seinem Rezeptor verhindert und der Juckreiz wird gehemmt [11]. Auch in der Chemoimmuntherapie wird viel Forschung betrieben um monoklonale Antikörper gegen Tumore einzusetzen. Einer der ersten monoklonalen Antikörper (CL/Mab231) wurde zur Behandlung von Lymphomen beim Hund produziert. Diese Antikörper leiten ADCC und die Aktivierung der Komplementsystem vermittelten Lyse ein [1]. In den USA gibt es schon zugelassene monoklonale Antikörper für die Chemoimmuntherapie und die Forschung schreitet weiter voran [12]. Auch in Deutschland gibt es mittlerweile Firmen, die sich auf die Entwicklung von monoklonalen Antikörpern für Tiere spezialisieren [13].

## **2.2 Digitalisierung der Lehre und E-Learning**

Bereits in den 1990er Jahren begann die Entwicklung multimedialer Lernsoftware auf Datenträgern wie CD-ROMS (Computer Based Training, CBT) und E-Learning Angeboten über das Internet (Web Based Training, WBT) [14, 15]. Neuere Entwicklungen wie Open Educational Resources (OER) und Massive Open Online Courses (MOOCs) zielen auf eine frei zugängliche Ausbildung, bei der mit Web 2.0 auch soziale Medien mit einbezogen werden und eine virtuelle Lerngemeinschaft kreiert wird [16-18]. Die Lehre bleibt auch von der aktuellen Entwicklung von intelligenter Software nicht unberührt. Durch Learning Analytics und Educational Data Mining werden digital Daten der Studierenden erfasst und ausgewertet [14]. Diese Daten können sowohl für eine Gruppe von Lernenden, als auch für Individuen genutzt werden um Lernverhalten und Lernprozesse besser zu verstehen und zu optimieren [19].

### **E-Learning**

E-Learning oder Electronic Learning sind als Anglizismus bereits in der deutschen Sprache etabliert. Dennoch gibt es keine klare Definition von E-Learning; manche Autoren definieren den Begriff sehr weit während andere Schwerpunkte festlegen [20, 21]. E-Learning als eine Form von Lehren und Lernen, dessen Grundlage elektronische (heute meist digitale) Medien sind, ist eine weite Begriffserklärung [15, 22]. Manche Autoren unterteilen E-Learning weiter in das heute weit bedeutendere internetbasierte Online-Lernen und auf Datenträgern basierende Offline-Lernen [15, 23]. Andere Autoren legen dagegen den Schwerpunkt von E-Learning auf den Inhalt, die Kommunikation oder auf die Technologie [21]. Beispiele für E-Learning Angebote sind kurze Lehrvideos, fallbasierte Lehrprogramme, Podcasts, Apps oder das virtuelle Mikroskop. Bei aufgezeichneten Vorlesungen, die online zur Verfügung gestellt werden oder bei netzbasierten Lerngruppen, wird die Definition schon schwieriger. Während manche Autoren diese zu E-Learning zählen [24, 25], beschreiben sie andere als Digitalisierung der Lehre [26].

## Digitalisierung

In den Schlagzeilen wird der Begriff Digitalisierung der Lehre, wie der in der Süddeutschen Zeitung erschienene Artikel „Digitalisierung der Schulen. Die drei Hauptprobleme der Digitalisierung“ [27] oder im Artikel vom Spiegel „So geht das Lernen der Zukunft“ [28] aufgegriffen. Digitalisierung und E-Learning voneinander abzugrenzen fällt schwer. Kerres definiert sie folgendermaßen:

*„Während E-Learning den Fokus auf den Lehr-Lernprozess in einem sehr viel engeren Sinne legte, geht mit dem Begriff Digitalisierung die Erkenntnis einher, dass die digitale Technik die Bildungsarbeit in einem sehr viel weiteren Sinn durchdringt und „irritiert“.“ [29]*

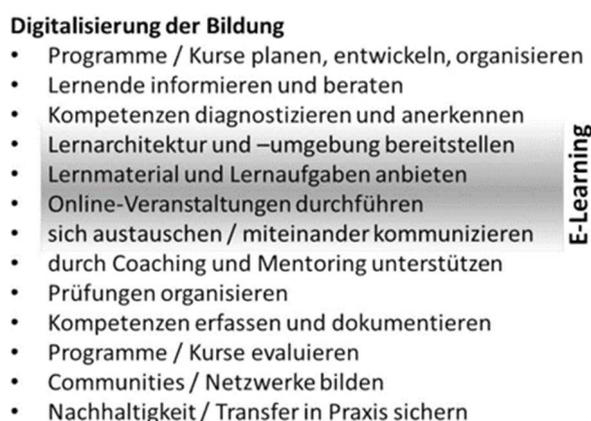


Abbildung 1: E-Learning vs. Digitalisierung der Bildung [29]

Gedruckt mit Genehmigung von Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Die Digitalisierung der Technik der vergangenen Jahrzehnte ermöglicht vielerlei Änderungen an den Universitäten. Zentrale Lernplattformen wie Moodle [30], ermöglichen Studierenden u. a. den Zugriff auf Kursunterlagen oder auf E-Learning Angebote, ermöglichen den Studierenden die Anmeldung zu Wahlpflichtfächern und stellen online Tests und Evaluierungen bereit. Zusätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten der Kommunikation und des Informationsaustausches. Über die Webseiten der Universität können Studierende zusätzlich zahlreiche Informationen wie Prüfungstermine oder Prüfungsergebnisse einsehen.

Auch Präsenzvorlesungen wandeln sich durch die Digitalisierung. PowerPoint Präsentationen mittels Laptop und Videoprojektor statt Kreide und Tafel sind an der Tagesordnung [31, 32]. Kameras können vorgeführte Versuche live an die Leinwand projizieren und Abstimmungsgeräte (Clickers) oder Apps auf den Handys der Studierenden ermöglichen eine Liveauswertung des Wissensstandes im Vorlesungssaal mittels Audience Response System (ARS) [33, 34]. Zudem kann durch Apps die Kommunikation zwischen Studierenden und Dozenten während der Vorlesung ermöglicht werden [35].

Auch der kostenlose Zugriff auf E-Books verschiedener Verlage durch die Universitätsbibliothek nach Authentifizierung als Student, die Bereitstellung von WLAN an der Universität und die Möglichkeit Tablets über die Unibibliothek auszuleihen, kann in die Digitalisierung der Lehre mit einbezogen werden.

### **2.2.1 Vor- und Nachteile von E-Learning Angeboten**

#### **Vorteile von E-Learning Angeboten**

Einer der Hauptvorteile von E-Learning Angeboten ist, dass sie örtlich und zeitlich flexibel sind [20, 36]. Von dieser Flexibilität profitieren Studierende die „Nachtlerner“ sind, Studierende die neben dem Studium arbeiten müssen, Studierende die Kinder zu Hause haben oder Studierende die wegen Krankheit oder anderen persönlichen Gründen die Universität nicht besuchen können [37-40].

Bei E-Learning Angeboten, die außerhalb der Uni genutzt werden, ist das Pausieren, Vor- oder Zurückspulen ein weiterer Vorteil. Es besteht die Möglichkeit eine Passage erneut abzuspielen, wenn etwas nicht verstanden wurde oder zu pausieren um z. B. ein Buch zurate zu ziehen [39, 41]. Dies ist auch von Vorteil für diejenigen Studierenden, die in einer Vorlesung mit hunderten von Studierenden gehemmt sind die Vorlesung zu unterbrechen um eine Frage zu stellen [35]. Die Möglichkeit des individuellen wieder Abspielens eines Teiles oder des ganzen Programms, wie z.B. einer Vorlesungsaufzeichnung, ermöglicht einen besseren Lernerfolg in kürzerer Zeit durch intensive Auseinandersetzung mit dem Stoff [40]. Falls Vorkenntnisse vorhanden sind, hat der Benutzer außerdem die Möglichkeit das bekannte Wissen durch Vorspulen oder durch Auswählen eines anderen Kapitels zu überspringen und ist so in der Lage mit einer individuellen Gewichtung zu lernen [40, 41].

Neel et al. fanden heraus, dass Medizinstudierende eine Variationsbreite von Lernstilen haben [42]. Durch unterschiedliche E-Learning Angebote können verschiedene Lerntypen angesprochen werden [43]. Viele der Angebote wie Videos, sprechen visuelle Lerner an und auf die Bedürfnisse auditiver Lerner kann mittels Podcasts eingegangen werden.

Lernkontrollen, wie Multiple Choice Fragen, können einfach in E-Learning Angeboten oder durch digitale Geräte wie „Clicker“ in die Vorlesung integriert werden und helfen sowohl den Studierenden als auch den Dozenten den Wissensstand abzuschätzen [44].

In der Human- wie in der Tiermedizin haben der virtuelle Patient neben dem Vorteil der Möglichkeit des wiederholten Abrufens und die damit verbundene Vertiefung der Fertigkeiten auch den Vorteil, dass der Einsatz lebender Patienten für Übungszwecke verringert werden kann und gerade Notfall-Situationen ohne Risiko für die Patienten trainiert werden können [36, 45, 46]. Zusätzlich können seltene Fälle oder Fälle die ein

zoonotisches Ansteckungspotential beherbergen, allen Studierenden der Tiermedizin veranschaulicht werden [45].

Studien haben außerdem herausgefunden, dass die Lerngeschwindigkeit beim E-Learning höher ist als bei der klassischen Präsenzveranstaltung [47, 48] und dass E-Learning die Motivation der Studierenden erhöht [41, 49].

### **Nachteile von E-Learning Angeboten**

Auch wenn soziale Lerngruppen und Tutor-Möglichkeiten in E-Learning Programmen integriert werden können, ist wohl der größte Nachteil von E-Learning Angeboten die reduzierte persönliche soziale Komponente, sowohl zwischen Studierenden als auch zwischen Studierenden und Dozenten [50, 51].

Hinzu kommt, dass gerade bei vielen praxisbezogenen Fächern der Tiermedizin wie Anatomie, Chirurgie, Innere Medizin, Pathologie und auch im Umgang mit Tieren viele Aspekte existieren, die Studierende im wahrsten Sinne des Wortes begreifen müssen. Dies kann nicht digital ersetzt werden. Das bestätigte die Studie von Sötje, in der 91% der befragten Tiermedizinistudierende praktische Erfahrungen als Lernmethode bevorzugten [51].

Durch die Digitalisierung des allgemeinen Lebens verbringen Studierende außerhalb des Studiums schon viel Zeit am Bildschirm. Kommt nun durch E-Learning weitere Zeit vor dem Bildschirm dazu, wird dies von vielen als Nachteil empfunden [20, 51]

Der fürs E-Learning benötigte Zugang zum Internet stellt heutzutage nur noch ein geringes Problem dar. Die Universitäten befinden sich in großen Städten, wo die meisten Studierenden Zugriff auf stabiles und schnelles Internet zu Hause haben. Die Universitäten bieten zusätzlich auf dem Campus kostenfreies WLAN an. Nahezu alle Studierenden besitzen sowohl einen Computer als auch ein Smartphone um auf E-Learning Angebote zugreifen zu können. Sötje fand in ihrer Studie in den Jahren 2007/ 2008 heraus, dass 95,4 % der Tiermedizinistudierenden Internet zu Hause haben, 99,4% besaßen einen Computer und 97,6% ein Handy [51].

### **2.2.2 Blended Learning- die goldene Mitte**

Eine Studie der Bertelsmann Stiftung vom Jahre 2000 sagte voraus, dass bereits im Jahre 2005 die Hälfte aller Studierenden der Industriestaaten virtuelle Universitäten besuchen [52]. Wie wir heute wissen, ist es nicht soweit gekommen. Die meisten Autoren sind sich einig, dass E-Learning Angebote die Präsenzveranstaltung ergänzen und nicht ersetzen sollen [20, 53, 54]. Diese Form der Verknüpfung der klassischen Lehre mit E-Learning wird auch Blended Learning genannt. Wörtlich wird blended mit vermischt oder vermengt übersetzt. Demnach ist Blended Learning ein vermischtes Lernen verschiedener Lehrformen. Die erste große Welle des E-Learning wurde bereits in den

80er Jahren durch die Zunahme von PCs ausgelöst [55]. Damals standen Audio- und Videoprogramme lediglich auf Diskette und später auf CD-Rom zur Verfügung. Heute stehen durch die Digitalisierung und dem Zugang zum Internet eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung die Präsenzveranstaltungen mit E-Learning Angeboten zu kombinieren. So können in der Vorlesung an der Universität die wichtigsten Grundkonzepte gelehrt und diese mit E-Learning Angeboten vertieft und geübt werden. Im Idealfall werden beim Blended Learning die Stärken von Präsenzveranstaltungen und E-Learning Angeboten genutzt und die Schwächen beider eliminiert [20]. Metaanalysen haben gezeigt, dass der höhere Lernerfolg beim kompletten Ersatz Präsenzveranstaltung durch E-Learning Angebote moderat ist. Dagegen hat Blended Learning, gerade bei Erwachsenen, einen höheren Lerneffekt als die traditionelle Lehre [47, 48, 56].

### 2.2.3 E-Learning an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München

Lernmanagementsysteme wie StudIP, Moodle oder Ilias haben den Vorteil, dass sie die Beschaffung von Lernmaterialien wie E-Learning Angebote erleichtern [37, 57]. Seit mehreren Jahren wird das Lernmanagementsystem Moodle [30] an der Tierärztlichen Fakultät München verwendet, um unter anderem Studierenden den Zugriff auf einige E-Learning Angebote anzubieten. Es ist in der Verantwortung der Dozenten, die Angebote auf Moodle einzustellen und zu verwalten. Zusätzlich werden einige von der Tierärztlichen Fakultät erstellten Programme auf der Virtuellen Hochschule Bayern (VHB) angeboten. Die VHB wird seit dem Jahr 2000 als Bestandteil der Strategie des Freistaats Bayerns eingesetzt, um die Studienmöglichkeiten der 31 in Bayern beteiligten Hochschulen zu verbessern und zu erweitern. Zusätzlich kooperiert die VHB mit anderen Netzwerken und Bildungsinstitutionen um einen Wissensaustausch auf bundesweiter, europaweiter und weltweiter Ebene zu fördern [58]. Die angebotenen Kurse sind in der Verantwortung der anbietenden Hochschule, werden aber von der VHB auf Qualität geprüft. Es besteht die Möglichkeit des Teilnahme- bzw. Leistungsnachweises, was an der Tierärztlichen Fakultät in München für Teile der Rotation und für Wahlpflichtfächer genutzt wird.

Eine Auswahl, der von der Tierärztlichen Fakultät München erstellten Programme bis zum Zeitpunkt dieser Studie (Wintersemester 2018/2019), kann der folgenden Liste entnommen werden:

Tabelle 1: Auswahl E-Learning Programme der Tierärztlichen Fakultät München

<b>Immunologie</b>	<b>Author</b>	<b>Aufrufbar</b>
2 Lernprogramme Autorensystem Casus	Schmid 2008	?
Typ I-Allergie	Lang 2012	?

<b>Biochemie</b>		
3 Online-Tutorien über Enzyme und Ketose		Moodle
<b>Anatomie</b>		
Kurzvideos Muskeln	Maierl	Moodle
Kurzvideos vegetatives Nervensystem	Maierl	Moodle
Aufgezeichnete Vorlesung Situs Pferd	Maierl	Moodle
3D Pferd	Maierl	Moodle
Funktionelle Anatomie und Biomechanik der Gelenke	Maierl	VHB
Der Pferdekopf- ein interaktives Lernprogramm	Albert 2010	?
Rücken des Hundes	Pfaffendorf 2014	?
BovineDigit- multimediales 3D Lernprogramm	Zengerling 2004	?
Insidedog: The Head- Virtuelle Realität Veterinäranatomie	Blanck 2003	?
<b>Innere Medizin/ Chirurgie</b>		
Dermatologie Vorlesungen		Moodle
Neurologie Hund und Katze (Fallbasiertes Lernprogramm)		Moodle
Propädeutikvideos Innere Kleintierklinik		Moodle
Hämatologische und Onkologische Zytologie		VHB
Röntgenologische Diagnostik thorakaler Erkrankungen beim Hund		VHB
Reproduktionsmedizinische CASUS-Fälle in der Tiermedizin	Stadler und Ehlers (2013)	VHB <sup>1)</sup>
Grundlagen und Diagnostik der Endokardiose des Hundes		VHB <sup>2)</sup>
Endokardiologie in der Kleintiermedizin: ein multimediales Comuterprogramm	Schafhauser 2000	?
Sonobasics: Lernprogramm zur abdominalen Sonografie bei Hund und Katze		?
Entwicklung des multimedialen Lernprogramms „Der ZytoVet“ für die veterinärmedizinische Zytologie bei Hund und Katze	Stocke 1999	?
Multimediales Lernprogramm zur Sonografie der Milz, Leber und Pankreas bei gesunden Hunden und Katzen	Hocke 2005	?
Computer basiertes Lernprogramm über die physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie beim Kleintier	Streck 2004	?

## Geflügel

Die virtuelle Vogel-, Reptilien- und Zierfischklinik VHB

Parasitosen des Nutzgeflügels und der Ziervögel Thiede 2004 ?

## Terminologie

Tiermedizinische Terminologie VHB

## Sonstige

Virtuelle Mikroskopie Moodle

Inverted Classroom (AVO Vorlesungen, Biochemietutorien, Physiologie, Infoveranstaltung der OSCE-Prüfung...) Moodle

Erstellung eines computergestützten Lernprogramms zum Ausdruckverhalten des Hundes Hinderberger 2008 ?

Moodle und VHB: Zugriff auf Programm durch Moodle oder VHB

?: Autorin konnte keinen Zugriff auf Programm ermitteln

<sup>1)</sup> war in der Vergangenheit auf VHB zugänglich. Derzeit verfügbar auf der Internetseite der Klinik für Wiederkäuer. Studierenden der Rotation müssen dazu eingeladen werden.

<sup>2)</sup>Nicht mehr im Kursprogramm Wintersemester 2018/2019 verfügbar

## 2.3 Handwritten Tutorials als E-Learning Angebot

### 2.3.1 Handwritten Tutorials

Whiteboard Animationen sind kurze Videos, bei denen auf einem Hintergrund (wie einem Whiteboard oder einem Blatt Papier) nach und nach Zeichnungen und/oder Schrift erscheint, um dem Zuschauer ein bestimmtes Thema nahezubringen. Das Video ist generell mit einer Stimme hinterlegt, die erklärend ausführt was gemalt und geschrieben wird. Digitale Whiteboard Animationen werden oft als Marketing Strategie in Werbespots oder als Informationskampagnen genutzt. Beispielsweise wird eine Whiteboard Animation des Münchner Kindl von der Münchner Verkehrsgesellschaft genutzt, um auf Monitoren in öffentlichen Verkehrsmitteln auf das richtige Verhalten im öffentlichen Nahverkehr hinzuweisen [59].



Abbildung 2: Whiteboard Animation der Münchner Verkehrsgesellschaft [59]

Gedruckt mit Genehmigung der MVG und how2

Eine Methode diese Videos zu erstellen ist das Filmen einer echten Hand, die auf einem Blatt Papier zeichnet und schreibt. Es gibt aber auch zahlreiche Softwareanbieter die ermöglichen die Handwritten Tutorials komplett digital zu erstellen. Beispiele hierfür sind VideoScribe [60], Doodly [61] oder EasySketchPro [62].

Werden diese Whiteboard Animationen für E-Learning genutzt, spricht man häufig von Handwritten Tutorials. Zum Zeitpunkt dieser Studie, wurden an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München keine Handwritten Tutorials als E-Learning Angebot angeboten. Generell existieren nach Recherchen der Autorin diese Art von Tutorials hauptsächlich in englischer Sprache und meist im Bereich der Naturwissenschaften. Gute, real erstellte und digital angebotene Handwritten Tutorials auf Englisch gibt es von Hasudugan auf YouTube [63] und von Handwrittentutorials.com [64]. Diese Tutorials erklären in Kurzform die Inhalte anhand von realitätsnahen Zeichnungen und relevanten Stichwörtern. Sie benutzen jedoch keine speziellen Merkhilfen wie Eselsbrücken (siehe Abbildung 3).

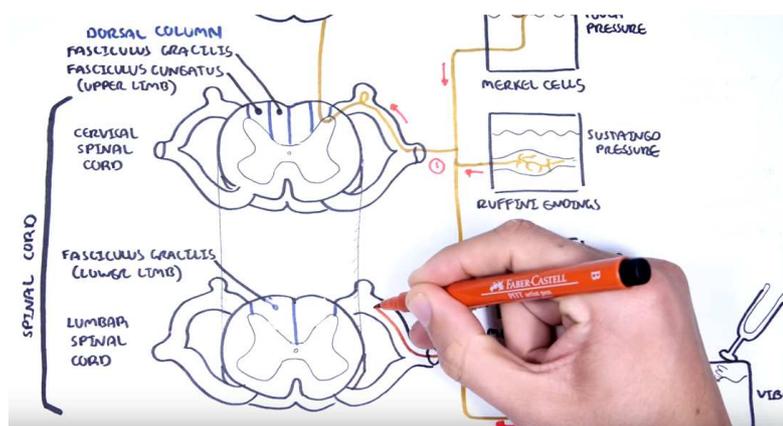


Abbildung 3: Handwritten Tutorial von Hasudugan zum Thema sensorische Bahnen (Sensory Tracts) [63]

Gedruckt mit Genehmigung von Armando Hasudugan

Die englischen Tutorials von SketchyMedical [65] benutzen wiederum nur erfundene Geschichten im Comic-Stil, um das Erinnerungsvermögen des Zuschauers zu steigern. Auf einem Blatt wird eine Geschichte Szene für Szene grafisch aufgebaut. Einzelne Bilder stehen symbolisch für Namen oder Eigenschaften. Ein Beispiel hierfür sind Proteus Bakterien. SketchyMedical benutzt u. a. folgende Bilder um die Eigenschaften von *Proteus mirabilis* Bakterien abrufen zu können: Proteus wird als Gott der öffentlichen Toiletten dargestellt. Die Tentakel symbolisieren, dass sich Proteus Bakterien flächig ausbreiten, statt Kolonien zu bilden. Die  $\text{NH}_3$  (Ammoniak) Flasche mit dem der Gott Proteus die Toiletten reinigt symbolisiert, dass Protease Bakterien das Enzym Urease bilden, das Harnstoff in Ammoniak spaltet. Der Gott Proteus wirft mit Steinen nach Personen, die die Toiletten unsauber hinterlassen; ein Symbol dafür, dass Proteus Bakte-

rien Harnsteine verursachen können. Die Fische am Boden symbolisieren den Fischgeruch von Proteus Bakterien. Das Prinzip ist, dass man das Gesamtbild visuell im Gedächtnis aufruft und sich an die Details und die damit verbundenen Eigenschaften erinnert (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Handwritten Tutorial von SketchyMedical zum Thema Proteus Bakterien [65]

Gedruckt mit Genehmigung von SketchyMedical

Es gibt mehrere Gründe, warum Handwritten Tutorials sich gut als Tutorial eignen. Der Hauptvorteil der Handwritten Tutorials ist, dass sie audiovisuell sind und Informationen mittels Ton und Bild übermitteln. Der Satz „ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“ zeigt wie bedeutend Bilder, auch lernpsychologisch sind. Aufgrund von Erfahrungen wie Bilder und Räume in der realen Welt aussehen, kann unser Gehirn Bilder gut speichern [66]. Standling fand schon 1973 in Experimenten heraus, dass die Probanden sich besser an Bilder erinnerten als an Worte [67]. Bilder erleichtern zudem die Darstellung komplexer Zusammenhänge und erleichtern einen Überblick zum Thema zu bekommen [66]. Handwritten Tutorials werden mit den passenden akustischen Informationen hinterlegt, was sie besonders verständlich macht [66]. Handwritten Tutorials ermöglichen zusätzlich den langsamen Aufbau zu einer Übersicht am Ende, was den Studierenden ermöglicht Zusammenhänge zu verstehen und den Überblick nicht zu verlieren [68]. Wie alle E-Learning Angebote können online erstellte Handwritten Tutorials überall und jederzeit abgerufen, gestoppt, zurückgespult oder wiederholt werden.

### 2.3.2 Mnemotechniken

Sogenannte Gedächtnissportler nehmen an Wettbewerben teil, um ihr Gedächtnis unter Beweis zu stellen. Erfolgreiche Gedächtnissportler haben kein Supergehirn, sie trainie-

ren lediglich ihr Gedächtnis mit Mnemotechniken. Diese Gedächtnistechniken ermöglichen den Gedächtnissportlern verschiedenste Lernaufgaben schnell und effektiv zu bewältigen [69, 70]. Konrad vergleicht Mnemotechniken mit einem Fahrrad. Um schneller von A nach B zu kommen, kann man zwar durch Training schneller joggen lernen (Gehirnjogging), aber man kann auch einfach ein Fahrrad benutzen (Mnemotechniken) [69]. Zu den Mnemotechniken zählen u. a. folgenden Methoden: Schlüsselwort-Methode, Eselsbrücken-Methode, Loci-Methoden, Verknüpfungs-Story-Methode, Hakenwort-Methode, Master-System-Methode, Akronym-Methode, Akrostische-Methode und die Reim Methode [70]. Mit der Schlüsselwort-Methode können beispielsweise Vokabeln oder Fachbegriffe mithilfe von ähnlich klingenden schon bekannten Wörtern und dem dazugehörigen Merkbild gelernt werden [69-71]. Ein Beispiel aus der Medizin ist folgendes: Humerus klingt wie Hummer (Schlüsselwort). Um sich zu merken, dass der Humerus der Oberarmknochen ist, stellt man sich vor, wie man von einem fiesem Hummer in den Oberarm gebissen wird [72].

Meist lernen leider Schüler und Studierende nicht, das Lernen zu lernen. Mnemotechniken müssen gelernt werden und brauchen Übung um effektiv angewendet zu werden [69]. Doch wenn Schüler und Studierende diese Techniken erst einmal beherrschen, kommt ein wichtiger Faktor hinzu: kreativ und fantasievoll lernen macht viel mehr Spaß als stures Auswendiglernen [70]. „Conquering Mnemonophobia“, übersetzt die Angst davor, Mnemotechniken einzusetzen, heißt der Titel einer Studie von Carney und Levin. Sie wollten mit diesem Titel Bildungspsychologen ansprechen, die immer noch nicht verstehen wie Gedächtnistechniken funktionieren und welchen Nutzen sie haben [71]. In ihrer Studie lehrten sie einer Gruppe von Studierenden die Schlüsselwortmethode um Psychologie Fachbegriffe zu lernen. Diese Gruppe schnitt in allen Bereichen (wie z. B. Abruf aus dem Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis) besser ab als die Gruppe, die keine Gedächtnistechnik benutzten und lediglich die Wörter wiederholten [71]. Auch in der Studie von Lawson wusste die Gruppe, die die Schlüsselwort Methode nutzte, nach 20 Minuten doppelt so viele neu gelernte Italienische Vokabeln als die Gruppe die lediglich die Wörter wiederholten. Zehn Tage später war der Unterschied noch deutlicher [73].

Die Handwritten Tutorials in dieser Arbeit sollten die Eselsbrücken-Methode als Gedächtnistechnik nutzen und Comic Zeichnungen mit ausgeschrieben Stichwörtern in Kombination mit Eselsbrücken im Comic-Stil enthalten. Handwritten Tutorials eigneten sich zum Präsentieren des Stoffs und der Eselsbrücken besonders gut, da man die Zeichnungen und Beschriftungen auf einer Leinwand darstellen und mit einer erklärenden Tonspur hinterlegen kann.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Erstellung der Handwritten Tutorials

Die drei Handwritten Tutorials wurden mittels einer Whiteboard Animation Software erstellt. Die dafür benötigten Zeichnungen wurden von Hand angefertigt, gescannt und zum Skalable Vector Graphics (SVG) konvertiert. Die Tonspur konnte mittels digitalem Tonstudio erstellt und dem Video hinterlegt werden. Ein Dell Inspiron 7720 Laptop wurde für alle Schritte der digitalen Verarbeitung verwendet.

#### 3.1.1 Whiteboard Animation Software VideoScribe

Die kostenpflichtige Whiteboard Animation Software VideoScribe von Sparkol [60] diente zur Erstellung der Videos. Anstatt selbst auf Papier zu zeichnen, zu schreiben und den Vorgang zu filmen, ermöglichte VideoScribe die Handwritten Tutorials digital zu erstellen.

Die Erstellung der Videos erfolgte durch Auswahl einer hellhäutigen Hand mit schwarzem Filzstift und der Schriftart „Basic“ für die Texte.

Der Kamerawinkel wurde so eingestellt, dass jede Szene den Bildschirm füllte. Bei Rückblicken innerhalb des Videos schwankte die Kamera zur relevanten Szene zurück. Am Ende des Videos wurde der Kamerawinkel so eingestellt, dass der komplette Inhalt des Videos sichtbar wurde und so eine Übersicht entstand.

Eine Tonspur wurde dem Video beigefügt und die Länge der Szenen so angepasst, dass die Tonspur mit der Schrift und den Bildern übereinstimmte. Die Anpassung der Szenen erfolgte durch Veränderung der Animationszeiten, den Pausen nach dem Zeichnen und den Übergangszeiten zwischen den Szenen.

#### 3.1.2 Erstellen der Bilder

Die Zeichnungen, die direkt über VideoScribe verfügbar sind, sind überwiegend auf kommerzieller Basis und es existieren so gut wie keine wissenschaftlichen Bilder wie z.B. Antikörper oder Zellen. Aus diesem Grund mussten die Bilder selbst erstellt und auf VideoScribe hochgeladen werden.

#### Zeichnungen

Die Bilder wurden selbst ausgedacht und zunächst mit Bleistift gezeichnet. Dann wurden die Konturen mit einem dünnen schwarzen Stabilo point 88 fine 0,4 Art. No. 88/46 nachgezeichnet und alle noch vorhandenen Bleistiftmarkierungen mittels Radierer entfernt.

## Scannen

Die gezeichneten Bilder wurden mit einem Canon CanoScan LiDE 100 Scanner eingescannt. Bei den Scaneinstellungen wurde die Farbwahl auf schwarz-weiß und die Auflösung auf 300 DPI eingestellt. Der Scan wurde zunächst als JPEG gespeichert.

### *Konvertieren zu SVG und farbig gestalten mit Inkscape*

Damit VideoScribe die Bilder durch Nachfahren der Konturen im Programm zeichnen konnte, mussten die Bilder in ein SVG Format umgewandelt werden. Nur durch diese Vektor Graphiken ist die Illusion möglich, dass die digitale Hand das Bild von Grund auf zeichnet.

Das kostenfreie Programm Inkscape [74] wurde genutzt, um die JPEG Bilder in das SVG Format umzuwandeln und die Bilder farblich zu gestalten.

Schritte der Konvertierung ins SVG Format:

1. JPEG Bild importieren: „file“→ „import“→ Datei auswählen→ „öffnen“.
2. Bild selektieren durch Anklicken (Rahmen um Bild erscheint)
3. Erstellen der SVG Datei durch einen einzelnen Scan: „path“→ „trace bitmap“.

Folgende Einstellungen wurden ausgewählt:

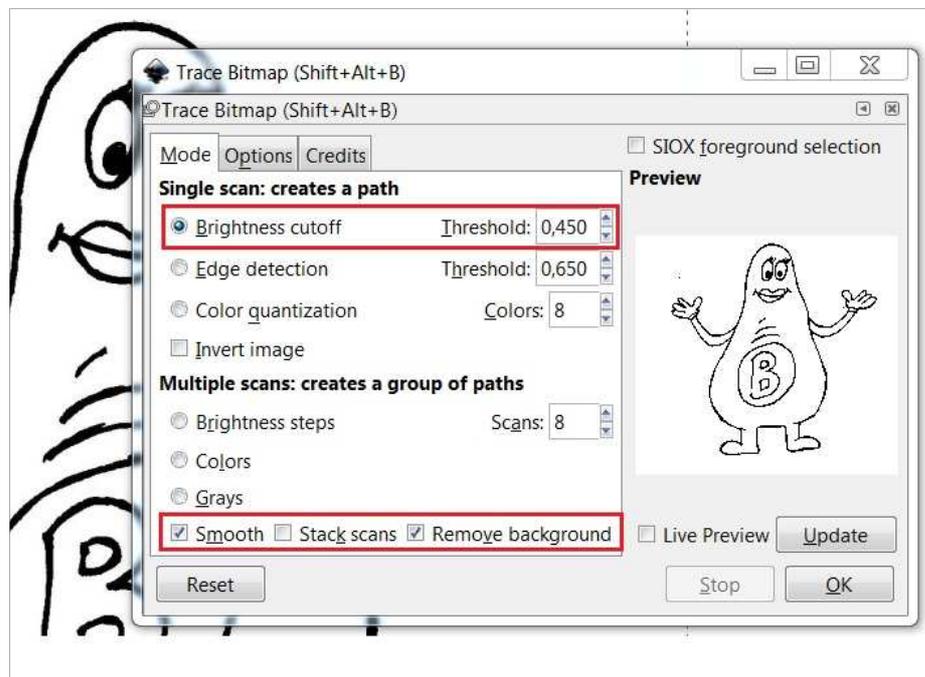


Abbildung 5: Erstellen der SVG Datei

Nach Klicken von „ok“ musste das Fenster durch klicken des roten Kreuzes geschlossen werden.

4. Löschen des JPEG Bildes: Oberes Bild (SVG Datei) wurde selektiert und zur Seite gezogen. Das Löschen des darunterliegenden Bildes (JPEG Bild) erfolgte mittels Rechtsklick der Maus und durch klicken von „delete“.

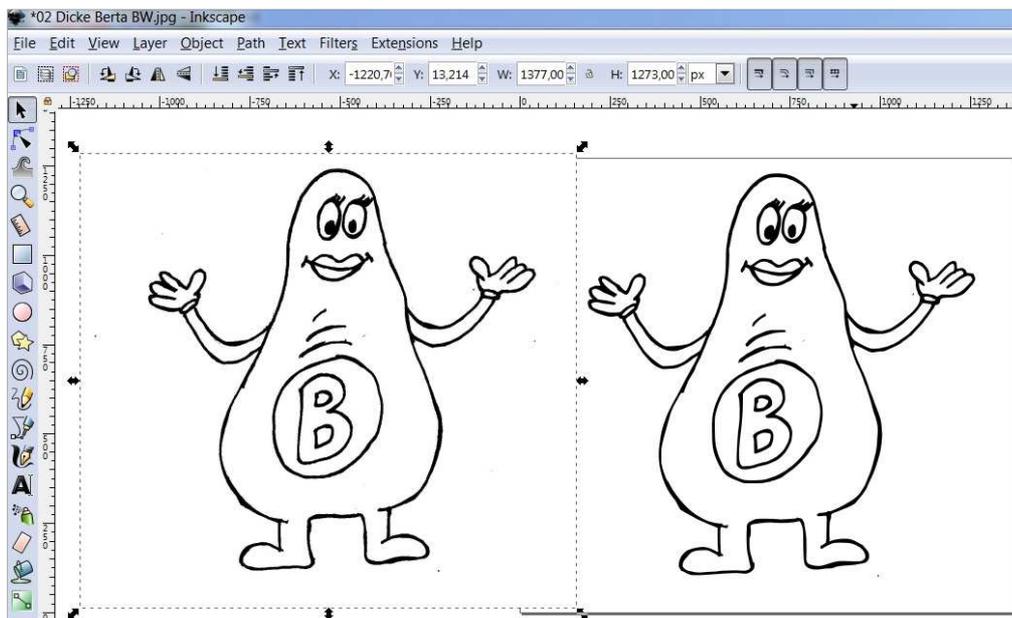


Abbildung 6: Löschen des JPEG Bildes

- Speichern des Bildes: „file“ → „save as“ → Speicherort wurde selektiert → Dateiname ausgewählt → Dateityp „Plain SVG (\*.svg)“ → „speichern“

Schritte um Bilder in Inkscape mit Farbe zu füllen:

- Der Eimer („fill bounded areas“) wurde ausgewählt und die zu füllende Region angeklickt.
- Die Farbe wurde entweder am Farbstrahl im unteren Bereich oder im Feld „Fill“ im rechten Bereich ausgesucht. Unter „Fill“ wurde durch „Wheel“ die Farbe mittels Farbkreis ausgesucht. Häufig wurde der Farbcode notiert und konnte so bei anderen Bildern durch Eingabe in das Feld „RGBA“ benutzt werden.

Das Bild konnte so sukzessive mit Farbe gefüllt werden.

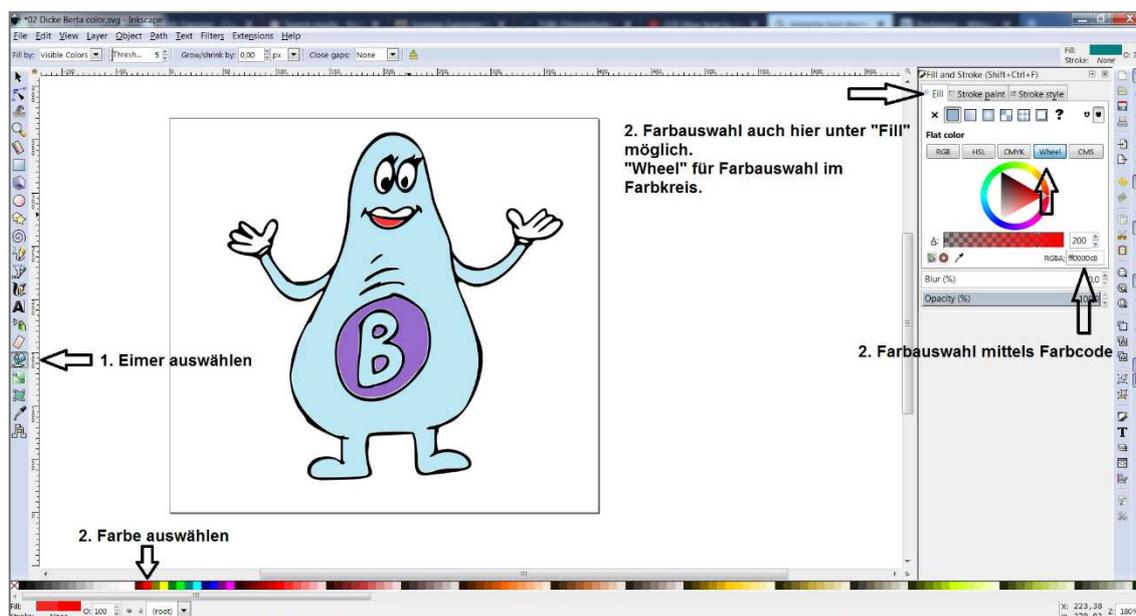


Abbildung 7: Bilder in Inkscape mit Farbe füllen

### 3.1.3 Erstellen der Audiospur mittels Audacity

Nach Erstellen der Skripten, wurden diese mittels Audacity, einer gratis Tonstudio Software, aufgenommen. Im ersten Video kam ein kabelgebundenes Computer-Headset mit Mikrofon zum Einsatz. Es handelte sich um ein älteres Modell, dessen Marke und Modell unbekannt ist.

Für die folgenden 2 Videos, wurde ein Rode NT USB Mikrofon benutzt. Nach der automatischen Installation dieses Mikrofons wurden die Aufnahmequalität und der Lautstärkepegel unter den Eigenschaften des Mikrofons direkt in Windows konfiguriert („Sound“ → „Aufnahme“ → „Konfigurieren“ → „Mikrofon einrichten“ → „Tischmikrofon“ → Anweisungen folgen).

Die Tonaufnahme erfolge direkt über Audacity. Die Lautstärke des Mikrofons wurde so eingestellt, dass der Regler beim normalen Sprechen nicht über  $\pm 1$  hinaus ging.

Fehlerhafte Aufnahmen wurden durch Selektieren des Tonbereiches und klicken der Entfernen Taste gelöscht und erneut aufgenommen.

Am Ende der Aufnahmen wurde in alle Bereichen, in denen kein Ton aufgenommen worden war, eine Rauschunterdrückung durchgeführt. Dafür wurde ein Bereich ohne Ton markiert und das Rauschprofil für den Bereich ermittelt („Effekte“ → „Rauschentfernung“ → „Schritt 1: Rauschprofil ermitteln“). Im nächsten Schritt wurde die gesamte Tonaufnahme selektiert und in allen Sequenzen ohne Ton die Rauschunterdrückung durchgeführt („Effekte“ → „Rauschentfernung“ → „Schritt 2: ok“).

Die fertige Audiodatei konnte danach als MP3 Datei abgespeichert und so dem Video in VideoScribe hinzugefügt werden.

## 3.2 Inhalt der Videos

Die Immunologie Vorlesungen von Professor Dr. Thomas Göbel dienen als Grundlage aller erstellten Videos.

### 3.2.1 Video 1: Angeborene Schutzmechanismen

Im ersten Video erfolgt zunächst eine kurze Besprechung der Typen von Infektionserregern und möglicher Eintrittspforten von Pathogenen. Danach schließt sich die Erläuterung von natürlichen Schutzbarrieren an. Im Hinblick auf mechanische Schutzbarrieren geht das Video insbesondere auf das Epithel der Schleimhäute und die Größe der Bronchien ein. Bei den chemischen Abwehrmechanismen stehen die Magensäure, die Fettsäuren der Haut, Lysozyme und Defensine im Mittelpunkt, wobei auf die Defensine dann noch detaillierter eingegangen wird. Es folgt eine Erklärung der Funktionsweise, der Bestandteile, der Bildung und Wirkungsweisen von Defensinen. Neben den chemischen Abwehrmechanismen gibt es auch mikrobiologische Abwehrmechanismen. Das

Video geht auf die kompetitive Exklusion und das Konkurrenzausschlussprinzip, auch im Hinblick auf Antibiotika, ein. Eine Übersicht der Zeichnungen des Videos und das Skript zum Video sind in Anhang 1 zu finden.

### **3.2.2 Video 2: Antikörper Teil 1: Aufbau von Antikörpern**

Das zweite Video beinhaltet mit dem Aufbau von Antikörpern den ersten Teil zum Thema Antikörper. Am Anfang des Videos erfolgt zuerst eine kurze Erläuterung, dass Antikörper Immunglobuline und Gammaglobuline genannt werden und dass sie Globuline bzw. Proteine sind. Es schließt sich die Erklärung an, durch welche Zellen Antikörper produziert werden, welche Ketten (schwere und leichte), welche Fragmente (Fab- und Fc-Fragmente) und welche Regionen (variabel und konstante) es bei Antikörper gibt. Im Zusammenhang mit der variablen Region der Antikörper geht das Video darauf ein, was Antigene sind und wie ihr Epitop durch das Schlüssel-Schloss Prinzip an das Paratop der Antikörper bindet. Bei der konstanten Region geht das Video auf die fünf Klassen von Antikörpern und auf die Bindung von Zellen des Immunsystems mittels Fc-Rezeptor an die Fc-Region ein. Es folgt eine Erläuterung, dass Antikörper als Monomere, Dimere und Pentamere vorliegen können. Die Typen von leichten Ketten (Lambda und Kappa) werden erklärt und am Ende die Bedeutung der Antikörper als Immunantwort, im maternalen Immunschutz und in der Serologie und Diagnostik kurz angesprochen (siehe Anhang 2).

### **3.2.3 Video 3: Antikörper Teil 2: Effektorfunktionen von Antikörpern**

Dieses Video erläutert die fünf Effektorfunktionen:

1. Die Agglutination nach der Bindung von Antikörpern an Antigene und wie dies eine einfachere Phagozytose ermöglicht.
2. Die Neutralisation der Viren durch die Bindung der Antikörper an deren Epitope.
3. Die Opsonisierung durch Bindung von Antikörpern an Pathogenen und wie dies eine Phagozytose auslöst.
4. Die Antibody dependent cellular cytotoxicity, bei der im ersten Schritt Antikörper beispielsweise an Tumorzellen binden. Durch die Bindung von natürlichen Killerzellen an diese Antikörper wird die Ausschüttung von Perforinen ausgelöst, durch die final die Tumorzellen zerstört werden.
5. Die Komplementsystemaktivierung durch den klassischen Weg. Es wurde darauf eingegangen, dass die C3a- und C3b-Fragmente eine Entzündungsreaktion verursachen, dass das C3b-Fragment Opsonisierung bewirkt und dass C5b zusammen mit anderen Komplementproteinen die Lyse von Pathogenen durch die Bildung des Membran Attack Complexes verursacht (siehe Anhang 3).

### **3.3 Umfragen**

Es wurden online und papierbasierte Umfragen durchgeführt. Ziel der Umfragen war es einerseits einen Status-Quo und eine Bedarfsermittlung für E-Learning im Allgemeinen zu ermitteln. Andererseits sollte durch Feedback die Qualität und Akzeptanz der Handwritten Tutorial Videos und die Effektivität durch inhaltliche Testfragen ermittelt werden.

#### **3.3.1 Online-Umfrage zur Lehre**

Alle Tiermedizinstudierende der LMU München erhielten im Zeitraum zwischen August bis Oktober 2018 das Angebot, freiwillig an einer Online-Umfrage zur Lehre an der LMU teilzunehmen. Die Umfrage beinhaltete die Themengebiete Didaktik, Evaluationen, E-Learning, Elektronische Prüfungen und Fächerverknüpfung. Die Studierenden sollten außerdem angeben, in welchem Semester sie sich befinden. Die Antworten in welchem Semester sich die Studierenden befinden und die Ergebnisse im Themengebiet E-Learning wurden für diese Arbeit herangezogen. Im Bereich E-Learning gab es 10 Fragen. Es gab 4 Fragen mit Mehrfachauswahl, 2 Fragen mit Einfachauswahl und 4 Fragen mit offener Antwortmöglichkeit. Bei einer Frage mit Mehrfachauswahl waren die Antworten als fünfstufige Likert Skala kodiert (siehe Anhang 4). Die Auswertung der Daten erfolgte mit Eva-Sys.

#### **3.3.2 Moodle Umfrage zum Video 1: Natürliche Schutzmechanismen**

Im Januar 2019 erhielten die Tiermedizinstudierenden des 1. Semesters der LMU München mittels einer Rundemail das Angebot, das erste Video „Angeborene Schutzmechanismen“ auf Moodle anzusehen, um sich auf die Immunologie Fragen der Zoologie Klausur vorzubereiten. Die Studierenden hatten im Anschluss zum Video die Gelegenheit einen Feedback-Fragebogen zum Tutorial anonym auszufüllen. Der Fragebogen enthielt ein Feld für einen individuellen Code, zwei Fragen mit Mehrfachauswahl, sieben Fragen mit Einfachauswahl und zwei Fragen mit offener Antwortmöglichkeit. Der Sinn dieser Umfrage war es herauszufinden, ob diese Art von Tutorial gut ankommt und um Verbesserungsvorschläge für weitere Videos zu bekommen. Den Studierenden wurde außerdem ein Test angeboten, um das erlernte Wissen mit 8 Fragen im Multiple Choice Format mit Einfachauswahl zu testen (siehe Anhang 5). Die Auswertung der Daten erfolgte durch Moodle.

#### **3.3.3 Zwei papierbasierte Umfragen zum Video 2: Antikörper Aufbau**

Das zweite Video (Antikörper Aufbau) wurde am 18.04.2018 an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München während der Immunologie Vorlesung im 6. Semester und am

04.07.2018 während der Physiologie Vorlesung im 4. Semester gezeigt. Nach der Vorlesung wurde eine papierbasierte Umfrage verteilt und von den Studierenden auf freiwilliger Basis anonym ausgefüllt.

Mit den Befragungen wurden Angaben zu Lernmodulen allgemein, zum Video speziell sowie zu Inhaltlichen Fragen des Videos erhoben. Die papierbasierte Umfrage enthielt insgesamt 27 Fragen. Bei den 14 Fragen zu Lernmodulen allgemein und zum Video speziell gab es zehn Fragen mit Einfachauswahl und zwei Fragen mit Mehrfachauswahl. Außerdem gab es zwei Fragen mit offener Antwortmöglichkeit. Die 13 inhaltlichen Fragen zum Video wurden als Multiple Choice Fragen mit Einfachauswahl gestellt (siehe Anhang 6). Die Auswertung der Daten erfolgte mit der Evaluations- und Umfragesoftware EvaSys.

### **3.3.4 YouTube Statistik zum Video 3: Effektorfunktionen von Antikörpern**

Zur Bescheinigung über die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung der Immunologie der Tierärztlichen Fakultät der LMU München, erhielten die Tiermedizinierenden des 6. Semesters das Angebot, das dritte Video (Antikörper Funktionen) auf YouTube zur Vorbereitung der Online-Klausur anzusehen. Die Online-Klausur war ab dem 01.07.2018 eine Woche zugänglich. Den Zugang zu dem YouTube Video erhielt das 6.Semster über einen Post in deren Facebook Gruppe am 30.06.2018. Das Video war zu diesem Zeitpunkt nicht öffentlich und nur über den geposteten Link zugänglich. Mitthilfe von YouTube Analytics konnten die Aufrufe des Videos vom 30.06.2018 bis zum 07.07.2018 erfasst werden. Dies sollte Rückschlüsse darauf geben, ob Studierende Tutorials dieser Art als Prüfungsvorbereitung verwenden.

## 4 Ergebnisse

An der Online-Umfrage zur Lehre nahmen 345 Tiermedizinstudierende der LMU München teil. Davon waren zwei im 1. Semester, 78 im 3. Semester, 72 im 5. Semester, 73 im 7. Semester, 59 im 9. Semester, 56 im 11. oder höherem Semester und 5 in einem anderen Semester. Studierende andere Semester waren beispielsweise Querläufer, die sich zum Zeitpunkt der Umfrage nicht in den gelisteten Semestern oder in einem Freisemester befanden. An der Online Moodle Umfrage im 1. Semester nahmen 15 und am Test 34 Tiermedizinstudierende der LMU München teil. Die Beteiligung an der papierbasierten Umfrage und Test der Immunologie Vorlesung im 6. Semester lag bei 103 und die der Physiologie Vorlesung im 4. Semester bei 75 Tiermedizinstudierenden der LMU München. Die Prozentzahlen wurden jeweils zur vollen Stelle auf- oder abgerundet. Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der YouTube Statistik um den Zugriff auf das Video durch die Tiermedizinstudierenden der LMU München im 6. Semesters zu ermitteln. Eine Übersicht welche Umfragen welche Themengebiete, mit wieviel Befragten beinhalteten, werden in der folgenden Tabelle veranschaulicht:

Tabelle 2: Übersicht der Umfragen

	Online Umfrage zur Lehre alle Semester (n= 345)	Moodle Umfrage zu Video 1 1.Semester	Papierbasierte Umfrage zu Video 2 6.Semester (n= 103) und 4. Semester (n= 75)	YouTube Statistik zu Video 3 6. Semester
Allgemeine Fragen zum E-Learning (n= 538)	✓	✓ (n= 15)	✓	
Feedback zu den Videos (n= 193)		✓ (n= 15)	✓	
Testfragen zu den Videos (n= 212)		✓ (n= 34)	✓	
	Anhang 4	Anhang 5	Anhang 6	Abbildung 11

### 4.1 Bedarfsermittlung und Status Quo E-Learning

#### 4.1.1 Mit welchen Materialien lernen Studierende?

Um zu ermitteln, inwieweit E-Learning beim Lernen benutzt wird, wurde in der Online-Umfrage zur Lehre aller Semester die Frage gestellt, mit welchen Materialien die Studierenden lernen. Am häufigsten wird mit Vorlesungsunterlagen, Büchern und Altfragen gelernt; Seltener mittels entsprechenden Internetseiten, Zusammenfassungen anderer Studierender, Skripte aus dem Skriptenverein und Karteikarten und am seltensten wird mit E-Learning und mit E-Books/ E-Zeitschriften gelernt (siehe Abbildung 8).

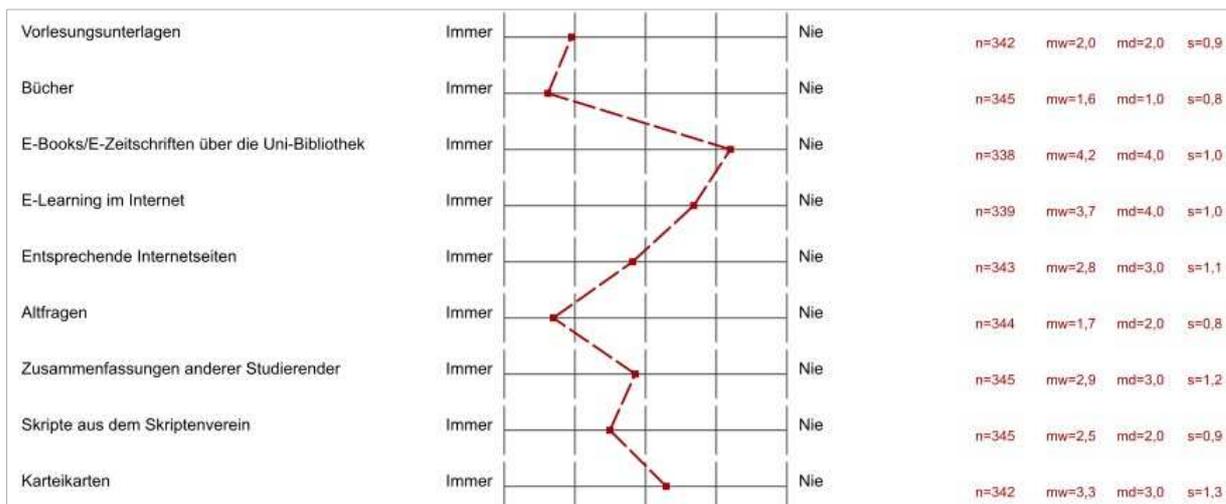


Abbildung 8: Antworten der Studierenden zu: „Ich lerne mit folgenden Materialien:“

Bei der offenen Antwortmöglichkeit gaben 16 Studierende an mit eigenen Zusammenfassungen zu lernen. Zwei Studierende nannten eigene Mitschriften, drei Studierende YouTube Videos und jeweils ein/e Student/in gaben an mit Skripten aus dem Copyshop und mit Modellen zu lernen.

### 4.1.2 Nutzung der E-Learning Angebote

Die Studierenden aller Semester wurden in der Online-Umfrage gefragt, ob sie schon einmal ein E-Learning Angebot der Tierärztlichen Fakultät genutzt hätten (n= 345). Im 1. Semester hatten die Studierenden noch nie und im 3 Semester nicht ganz die Hälfte (44%) ein E-Learning Angebot genutzt. Etwa ein Drittel der Studierenden des 3. Semesters (29%), des 7. Semesters (33%), des 9. Semesters (37%) und des 11 oder höheren Semesters (29%) hatten noch nie ein E-Learning Angebot genutzt (siehe Abbildung 9). Werden alle Semester berücksichtigt, hatten 35% von den 345 Studierenden noch nie ein E-Learning Angebot der Tierärztlichen Fakultät genutzt.

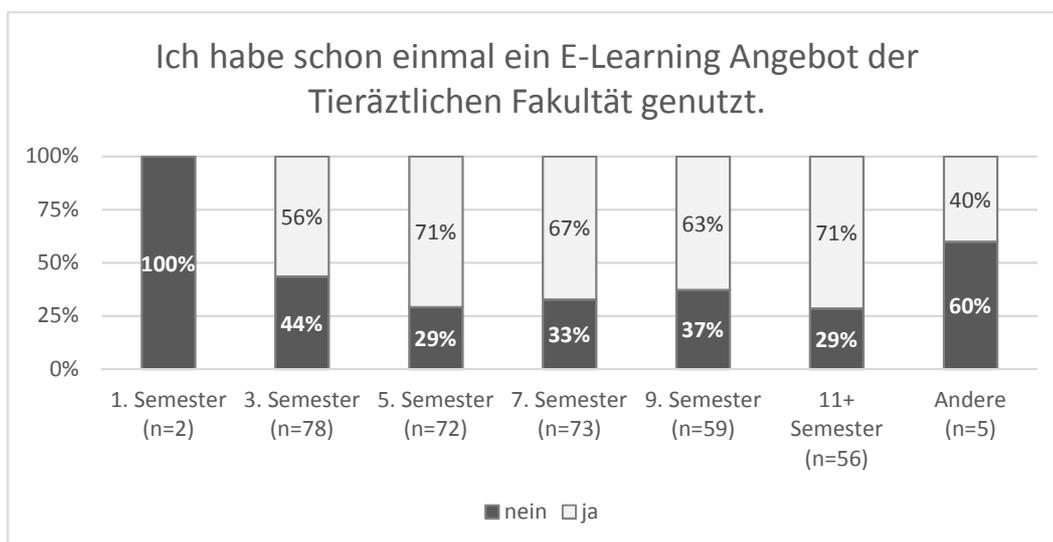


Abbildung 9: Wurde schon einmal E-Learning Angebot von den Studierenden genutzt

Die Studierenden, die die Frage mit „ja“ beantworteten, wurden dazu aufgefordert die von ihnen genutzten E-Learning Angebote zu nennen und diejenigen die mit „nein“ geantwortet hatten sollten schreiben, warum nicht. 176 der 223 Studierenden (78%) die mit „ja“ geantwortet hatten und 39 der 122 Studierenden (32%), die mit „nein“ geantwortet hatten nahmen Stellung. Diese 215 Studierende gaben insgesamt 326 Antworten.

Bei den 45 Erklärungen warum E-Learning Angebote nicht genutzt wurden, gaben 31 Studierende an nicht zu wissen, dass es E-Learning Angebote gibt (69%) oder wo sie zu finden sind. Sechs kannten nur eines (13%). Acht Studierende schrieben, dass sie kein Bedarf an E-Learning Angeboten haben, oder dass sie diese nicht mögen (18%).

Die restlichen 281 Antworten führten aus, welche E-Learning Angebote genutzt wurden. Vorlesungs- und Lehrvideos, die hauptsächlich über Moodle angeboten werden, wurden von 83 Studierenden und die Angebote der Virtuellen Hochschule Bayern von 66 Studierenden genannt. E-Learning Angebote von Wahlpflichtfächern erwähnten 19 Studierende und die Casus Fälle der Wiederkäuer Klinik und der Neurologie 18 Studierende. Sonstige E-Learning Angebote wurden von 95 Studierenden genannt. Von den 95 sonstigen E-Learning Angeboten wurde 45 mal die Virtuelle Mikroskopie, 17 Mal die online Fragen in der Physiologie, 14 Mal die Angebote in der Immunologie, neunmal die Angebote der Kardiologie, viermal das Angebot der Anästhesie, dreimal das Propädeutik Skript der Rinderklinik, zweimal digitale Modelle der Anatomie und einmal das E-Learning Angebot für Augenkrankheiten genannt. Details, welche Angebote von Studierenden in welchem Semester genannt wurden, können der folgenden Tabelle (Tabelle 3) entnommen werden.

Tabelle 3: Welches E-Learning Angebot wurde, oder warum wurde keines benutzt

Wenn ja welches E-Learning Angebot, wenn nein warum nicht? 215 Personen 326 Antworten	Insg.	3. Semester	5. Semester	7. Semester	9. Semester	11. + Semester	Anderes
<b>Keine Nutzung oder kennen nur eines</b>	<b>45</b>						
Wissen nicht, dass es sie gibt oder wo sie zu finden sind	31	10	7	5	4	5	
Kennen nur eines	6	3	1	1		1	
Kein Bedarf, Abneigung	8	3	3	1	1		
<b>Vorlesungs-/ Lernvideos</b>	<b>83</b>						
Vorlesungs-/ Lernvideos ohne Nennung des Fachs	13	3		5	1	4	
Vorlesungsvideos AVO	5				2	3	
Anatomievideos Muskulatur, Situs Pferd	14		13	1			
Physiologie Videos	2	1	1				
Videos MTK	4	1		2	1		
Propädeutikvideos	20	15		5			

Video Info Veranstaltung zur OSCE Propädeutik	1				1		
Vorlesungen vom Organblock	8		1	7			
Bakteriologie Vorlesung	2				1	1	
Biochemie Videos zu Enzymen 1/2	2		2				
Innere Vorlesungen	3			2		1	
Dermatologie Vorlesungen	6			3	1	2	
Weender Analyse Tierernährung	1			1			
Tierseuchenbekämpfung	1						1
Inverted Classroom mit Prof. Wolf	1				1		
<b>Virtuelle Hochschule Bayern (VHB)</b>	<b>66</b>						
VHB ohne Nennung des Kurses	8	1		3	4		
VHB Propädeutik Vogelklinik	2		1	1			
VHB Virtuelle Vogel/-Exotenklinik (Rotation)	23		1	5	12	5	
VHB Radiologie (Rotation)	14				9	5	
VHB Funktionelle Anatomie der Gelenke= WPF	16	3	7	1	4	1	
VHB Hämatologische und Onkologische Zytologie	2				1	1	
VHB: Terminologie	1			1			
<b>Wahlpflichtfächer</b>	<b>19</b>						
Wahlpflichtfächer ohne Nennung des Fachs	2	1		1			
WahlpflichtfächerNeurologie	11	9	2				
Wahlpflichtfach Endokardiose	1				1		
Wahlpflichtfach Vogelmedizin	2				1	1	
Wahlpflichtfach Röntgen	2					2	
Wahlpflichtfach Physiologie	1		1				
Wahlpflichtfach Gelenke (siehe oben VHB)							
<b>CASUS Fälle</b>	<b>18</b>						
CASUS Fälle Wdk (Rotation)	8				4	4	
Neurologiefälle der MTK	10			2	2	6	
<b>Sonstige</b>	<b>95</b>						
Virtuelle Mikroskopie	45		16	10	5	13	1
Physiologie online Fragen, MC Tests	17	3	12	1	1		
Immunologie:							
Immunologie Lehrvideo	7	2		5			
Immunsystem Quiz Moodle	1				1		
Immunologie	6	1	1	3	1		
Kardiologie:							
Ultraschall Herz Dr. Poulsen	2					2	
Kardiologie (EKG Auswertung, Videos)	2			1		1	
Katzenherz App	1	1					
Endokardiose, DCM des Hundes	4				1	3	
Anästhesie	4					4	
Rinderskript Propädeutik Skript	3			2	1		
Digitale Modelle Anatomie, 3D Pferd	2		1	1			
Augenkrankheiten	1					1	
<b>GESAMT</b>	<b>326</b>	<b>57</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>61</b>	<b>66</b>	<b>2</b>

### 4.1.3 Wunsch nach E-Learning Angeboten

Sowohl in der Online-Umfrage zur Lehre aller Semester, als auch in der Moodle Umfrage im 1. Semester und in der papierbasierten Umfrage während der Vorlesung des 6. und 4. Semesters, wurde die Frage gestellt, ob sich die Studierenden mehr E-Learning Angebote wünschen. Die Online-Umfrage aller Semester (n=334) ergab, dass sich 92% mehr E-Learning Angebote wünschen. Die Studierenden des 1. Semesters (n =15) wünschten sich mit 100%, die Studierenden des 4. Semesters (n=71) mit 96% und die des 6. Semesters (n=94) mit 99% mehr E-Learning Angebote. Zusammengefasst (n=514) ergab dies eine Quote von 94% (siehe Abbildung 10).

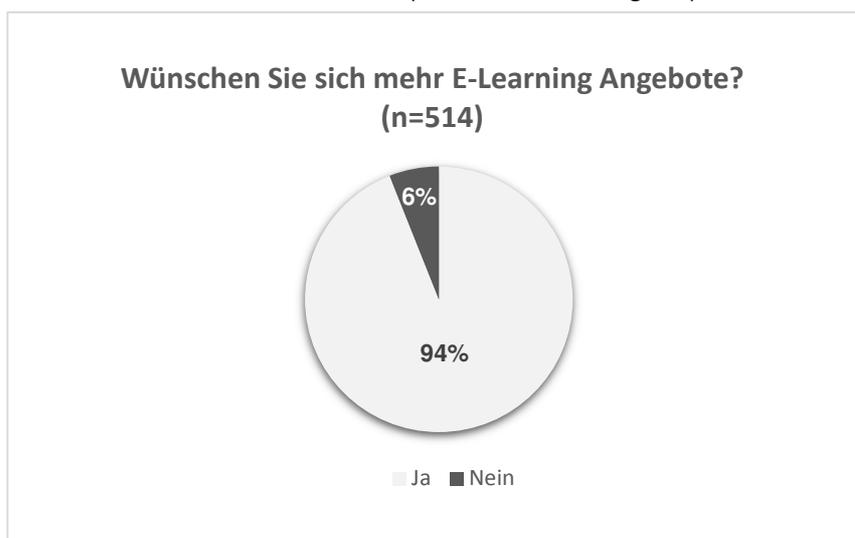


Abbildung 10: Wunsch nach mehr E-Learning Angeboten aller befragten Studierenden

Welche E-Learning Angebote sich die Studierenden wünschen, wurde in der Online-Umfrage mittels einer Frage mit Mehrfachauswahl und einer offenen Antwortmöglichkeit ermittelt. Alle drei zur Auswahl stehenden E-Learning Angebote wurden etwa zu drei viertel von den Studierenden gewünscht (n=345). Videos von aufgezeichneten Vorlesungen wünschten sich 69%, kurze Themenvideos 76% und Online-Quiz bzw. Probeklausuren wünschten sich 82% (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Gewünschte E-Learning Angebote

Welche E-Learning Angebote wünschen Sie sich?	n= 345	%
Videos von aufgezeichneten Vorlesungen	237	69
Kurze Themenvideos	262	76
Online-Quiz/ Probeklausuren	284	82

Bei der offenen Antwortmöglichkeit gaben 16 Studierende ihre Wünsche zu E-Learning Angeboten an. Vier Studierende wünschten sich nicht nur Vorlesungsvideos oder Themenvideos, sondern auch Kursvideos, OP-Videos und Videos zu praktischen Tätigkeiten, wie z. B. Infusionen legen. Drei Studierende wünschten sich mehr Fallbeispiele,

wie in der Rotation in der Rinderklinik oder in der Neurologie. Drei Studierende wünschten sich mehr Apps, gerade für die Anatomie, wie sie auch schon in der Humanmedizin existieren. Zwei Studierende wünschten sich Links zu guten Lehrvideos oder Webseiten und ein/e Student/in wünschte sich zusammengefasste Vorlesungsunterlagen mit den wichtigsten Themen.

#### 4.1.4 Zweck, Nutzung und Implementierung von E-Learning Angeboten

Für diesen Abschnitt wurden sowohl Daten aus Online-Umfrage aller Semester, der Moodle Umfrage und den zwei papierbasierten Umfragen erhoben, als auch die Ergebnisse YouTube Statistik genutzt.

##### Zweck, Nutzung und Implementierung von E-Learning Angeboten allgemein

Auf die Frage mit Mehrfachauswahl in der Online-Umfrage aller Semester, wie die E-Learning Angebote eingebunden werden sollen, gaben rund drei viertel (72%) der Studierenden an, dass E-Learning Angebote veranstaltungsbegleitend/-vertiefend sein sollten. Etwas weniger als die Hälfte der Studierenden (40%) waren der Meinung, dass E-Learning Angebote zum Selbststudium ganzer Veranstaltungen, inklusiv einer Online-Prüfung angeboten werden sollten. Der gleiche Anteil der Studierenden (40%) war der Meinung, dass ein Teil der Veranstaltung mit Präsenzterminen und der andere Teil online erfolgen sollte. 64% der Studierenden waren der Meinung, E-Learning Angebote sollten freiwillig sein, und zugleich entschieden sich 13% der Studierenden dafür, dass E-Learning Angebote verpflichtend sein sollten (siehe Tabelle 5). 23% machten demnach keine Angabe darüber, ob die E-Learning Angebote fakultativ oder obligatorisch sein sollten.

Tabelle 5: Einbindung von E-Learning Angeboten

Wie sollen E-Learning Angebote eingebunden sein?	n= 345	%
Veranstaltungsbegleitend/-vertiefend	250	72
Zum Selbststudium ganzer Veranstaltungen (inkl. Prüfung)	139	40
Teils/ Teils (ein Teil der Veranstaltung mit Präsenztermin, der Andere online)	139	40
Freiwillig	220	64
Verpflichtend	45	13

Die Studierenden wurden in der Online-Umfrage aller Semester außerdem in einer Frage mit Mehrfachauswahl gefragt, in welchen Gebieten mehr mit E-Learning Angeboten gearbeitet werden sollten. Die meisten Studierenden (83%; n=287) waren der Ansicht, dass zur Prüfungsvorbereitung mehr mit E-Learning Angeboten gearbeitet werden sollte. Rund zwei Drittel der Studierenden (69%; n=239) wählten Vorlesungen, 42%

(n=146) wählten Kurse und Übungen und 31% (n=108) wählten Wahlpflichtfächer als Veranstaltungen, in denen mehr mit E-Learning Angeboten gearbeitet werden sollte.

### Zweck, Nutzung und Implementierung von kurzen Lehrvideos

In Verbindung mit den drei Handwritten Tutorials, wurde der Zweck und die Nutzung solcher Lehrvideos sowohl in der Moodle Umfrage, als auch in den zwei papierbasierten Umfragen der Vorlesungen erfragt und mittels YouTube Statistik erprobt.

Die Mehrheit der 191 Studierenden (83%; n=159) gaben an, sie würden solche Tutorials zur Prüfungsvorbereitung verwenden und nicht ganz die Hälfte (42% n=80) würden die Tutorials zur Nachbereitung von Vorlesungen verwenden. Nur ein geringer Anteil wählte die Optionen zur Vorbereitung der Vorlesung (11%; n=21) oder als Vorlesungersatz (9%; n=18).

Der Zugriff mittels YouTube auf das dritte Video (Effektorfunktionen von Antikörpern) wurde den Studierenden des 6. Semesters am 30.06.2018 angeboten, um sich auf einen Teil der Fragen der Online-Klausur zur Bescheinigung über die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung der Immunologie vorzubereiten. Die Klausur war ab dem 01.07.2018 eine Woche zugänglich. Die Auswertung zeigte, dass 51 Studierende im Zeitraum vom 30.06.2018 bis zum 06.07.2018 das Video aufrufen, um es als Prüfungsvorbereitung zu nutzen (siehe Abbildung 11). In der darauffolgenden Woche wurde das Video nur noch 6 Mal aufgerufen.



Abbildung 11: YouTube Aufrufe Video 3 (Effektorfunktionen von Antikörpern) zwischen 30.06.2018 und 06.07.2018.

Bei der Frage wo sich die Studierenden (n=191) solche Tutorials vorwiegend anschauen würden, gaben fast alle zuhause an (93%; n=177). Etwa ein Drittel der Befragten gab unterwegs (28%; n=54) und 8% (n=15) gaben die Universität als Ort an. Eine Person (1%; n=1) wählte die Option Sonstiges.

Die überwiegende Mehrheit der Studierenden (87%; n=137) gab an, solche Tutorials sollten andere Formen (z. B. Animationen etc.) enthalten als nur Aufzeichnungen der Vorlesung zu sein (13%; n=20). Außerdem gaben 91% (n=156) der Befragten an, dass Tutorials Fragen zur Selbstkontrolle enthalten sollen und mehr als die Hälfte (61%; n=102) fand, dass ein Tutorial auch die Möglichkeit zur Interaktion mit anderen Studierenden bzw. dem Dozenten geben sollte. Die Maximaldauer einzelner Tutorials sollte für fast die Hälfte der Befragten (44%; n=75) 15 Minuten betragen. Etwa ein viertel der Studierenden (26%; n=44) war der Meinung, die Maximaldauer sollte 30 Minuten betragen und etwas weniger Studierende (20%; n=35) meinten sie sollte maximal 10 Minuten betragen. Die wenigsten Befragten waren der Meinung, die Maximaldauer der Tutorials sollte 45 Minuten (7%; n=12) oder 5 Minuten (3%; n=6) sein. Etwa der Hälfte der Befragten (52%; n=76) war es egal, auf welcher Plattform die Tutorials eingestellt werden. Moodle als Plattform wählten 36% (n=53) der Befragten und YouTube als Plattform wählten 12% (n=18) (siehe Abbildung 12).

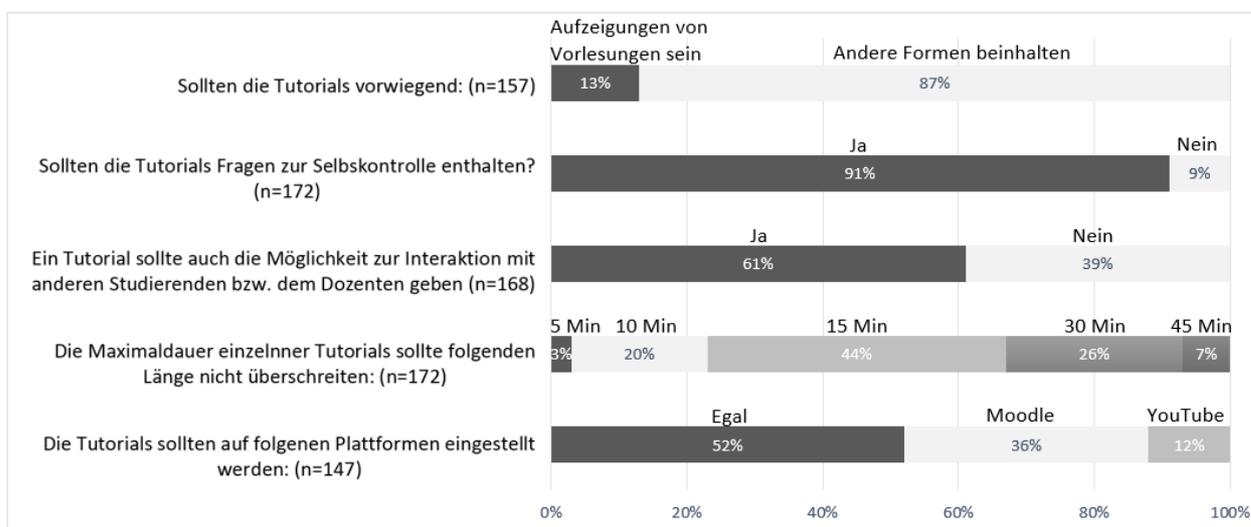


Abbildung 12: Nutzung der Tutorials

#### 4.1.5 Sonstige Anmerkungen der Studierenden zum Thema E-Learning

Bei der Online-Umfrage aller Semester wurde den Studierenden die Möglichkeit gegeben Anmerkungen, Ideen, Wünsche und Kritik zu E-Learning Angeboten an der Tierärztlichen Fakultät zu äußern. Von den 345 Studierenden, die an der Umfrage teilnahmen, nutzten 37 die Gelegenheit zu antworten.

##### Verbesserungsvorschläge und Wünsche

Die folgenden 15 Aussagen wurden von den Befragten über Verbesserungsvorschläge und Wünsche gemacht:

- Allgemein sollte das E-Learning Angebot in allen Fächern erweitert werden, v.a. bei Themen von denen die Prüfer wissen, dass sie häufig Probleme während der Prüfung darstellen.

- E-Learning begleitend zu den Rotationsblöcken und zur Prüfungsvorbereitung Rotation und 3. Staatsexamen.
- Mehr Möglichkeiten zum selber erarbeiten des Stoffes bieten.
- Einfach eine gewisse Auswahl (an E-Learning Angeboten).
- Bedienerfreundlichkeit sollte gegeben sein, mehr Infos über das E Learning Angebot.
- Die E-Learning Angebote sollten deutlicher erklärt werden.
- Es hat sich noch nicht angeboten und ich wünsche mir mehr Transparenz zu den Angeboten. Wo sind diese zu finden etc. und vielleicht Einbindung in die Lehre.
- Immer auch die Möglichkeit geben, Fragen zu stellen.
- Sinnvoll gestalten und nicht nur als Beschäftigungstherapie.
- Sinnvolle Nutzung!!!! Ich persönlich bearbeite auch die freiwilligen Angebote meistens, würde es allerdings z.B. verpflichtende Quiz für die Physiologischen Übungen geben, wäre der Lernerfolg auch ohne Testate einigermaßen gesichert.
- Ich fände es schön, eine Vorlesung als interaktives E-Learning - Programm zu haben: Nach Folien könnte man eine Antwortmöglichkeit auf eine Frage auswählen (Bei einem Thema der Inneren Medizin z.B. 'Blut nehmen' - woraufhin dann Erklärungen zu den Antwortmöglichkeiten folgen könnten, welche Antwort nun sinnvoll ist, und welche nicht. Dadurch sehr großer Lerneffekt, da aktive Teilnahme und aktives Nachdenken gefordert).
- Wenn ein Video oder eine Abbildung auf Englisch ist, wäre es hilfreich eine Übersetzung unter dem Bild / Video zu haben. Bzw. eine Zusammenfassung. Dann weiß man auch, ob man es richtig verstanden hat.
- Insbesondere für die Embryologie wäre E-Learning denke ich gut geeignet, da sich viele Studenten schwer tun, die Sachverhalte richtig zu verstehen.
- Zum Virtuellen Mikroskop: hier wäre aber wünschenswert, dass alle Präparate beschriftet sind (z.B. mit Zahlen und man dann durch Klicken erfahren kann welche Struktur das ist) oder zumindest, dass zu jedem Präparat ein kleiner Text steht, denn Verweise auf ein Buch sind nur hilfreich, wenn man dieses Buch genau in dieser Auflage hat.
- E-Learning Angebote nicht zusätzlich, sondern entweder Präsenz oder..., sonst ist das zeitlich nicht zu schaffen Lieber weniger, dafür gut. Quellen gibt es genug im Internet, daher ist die Qualität der Angebote entscheidend.

### **Vorlesungsunterlagen**

Neun der Studierenden äußerten sich dahingehend, dass der digitale Zugriff auf Vorlesungsunterlagen sehr nützlich ist. Es wurde erklärt, dass mit ausgedruckten Vorlesungsunterlagen der Vorlesung besser gefolgt werden kann, während der Vorlesung Notizen gemacht werden können und die Unterlagen beim Lernen sehr hilfreich sind. Gleichzeitig beschwerten sich die meisten Studierenden, dass Vorlesungsunterlagen an der Tierärztlichen Fakultät in München häufig entweder gar nicht in Moodle eingestellt werden, lückenhaft oder nicht aktuell sind. Zusätzlich beklagten zwei Studierende, dass Vorlesungsunterlagen häufig schwer in Moodle zu finden sind, weil Dozenten die Unterlagen nicht im aktuelle Ordner hochladen.

### **Vor- und Nachteile**

Aufgezeichnete Vorlesungen wurden von sechs Studierenden als Vorteil bewertet. Sie gaben an, nicht extra in die Universität fahren zu müssen, zeitlich flexibel zu sein, Fragen direkt nachschauen zu können und die Möglichkeit schätzten das Video pausieren, zurückspulen oder mehrmals anschauen zu können. Nur eine Person sah die aufgezeichneten Vorlesungen als kritisch, da das Studium sehr dicht gepackt ist und beim Besuch der Lehrveranstaltung kaum Zeit bleibt die Vorlesungen nochmal online anzuschauen.

Kurze Lernvideos wurden von vier Studierenden als positiv bewertet. Die Befragten gaben als Vorteil an, viel Lernzeit zu ersparen und wiederum den Vorteil zeitlich flexibel zu sein und die Lernvideos zurückspulen und mehrfach anschauen zu können.

Vier weitere Studierende gaben unabhängig von der Art des E-Learning Angebots als Vorteil an, das E-Learning jederzeit und überall flexibel eingesetzt werden kann und dass das interaktive E-Learning Angebote den Lerneffekt erhöhten. Als Nachteil wurde die Konfrontation mit anderen WG-Bewohnern genannt, wenn zu einem bestimmten Zeitpunkt alle auf einen guten Internetzugang zum Lernen angewiesen sind.

### **Lob**

Obwohl den Befragten im früheren Teil der Umfrage schon die Möglichkeit geboten wurde die E-Learning Programme die sie schon genutzt haben aufzulisten, lobten sieben Studierende einige E-Learning Angebote besonders, weil sie gut ausgearbeitet waren, Anreize zum Nachschlagen gaben, das Lernen erleichterten oder bei der Prüfungsvorbereitung besonders geholfen hatten. Die Skripte der Rinderklinik, die Videos der Medizinischen Kleintierklinik, die Lernvideos von Professor Dr. Johann Maierl und Professor Dr. Thomas Göbel, die aufgezeichneten Vorlesungen im Organblock und der Propädeutik und die CASUS Fälle der Neurologie und Rinderklinik wurden genannt.

### **E-Learning ist kein Ersatz für Vorlesungen**

Dass E-Learning kein Ersatz für Vorlesungen ist, erwähnten fünf Studierende. Sie führten auf, dass E-Learning Angebote keinen guten Dozenten ersetzen und somit die Vorlesungen nur ergänzen sollten. Eine Person gab an, dass sich der komplette Ersatz der Vorlesung durch E-Learning Module lediglich auf Wahlpflichtveranstaltungen beschränken sollte.

## **4.2 Feedback zu den Handwritten Tutorials**

Feedback zu den Videos wurde sowohl für das 1. Testvideo (Natürliche Schutzbarrieren) mittels Moodle Umfrage im 1. Semester (n=15), als auch für das 2. Video (Antikörper Aufbau) mittels papierbasierter Umfrage in einer Vorlesung im 4. Semesters (n=75) und 6. Semester (n=103) ermittelt.

In der Moodle Umfrage beantworteten alle Studierenden, dass sie das Tutorial anschauen konnten und die Informationen verständlich dargestellt waren (100%; n=15).

Alle Befragten der drei Semester fanden die Zeichnungen verständlich (100%; n=189). Fast alle fanden außerdem die Sprache klar und deutlich (99%; n=186) und gaben an, dass die Eselsbrücken als Merkhilfe helfen (92%; n=172). Die Studierenden (n=186) bewerteten zusätzlich, wie sie die Geschwindigkeit des Videos empfanden. Die große Mehrheit gab an, dass die Geschwindigkeit des Videos genau richtig war (81%; n=150), 19% (n=35) fanden die Geschwindigkeit zu langsam und eine Person empfand sie zu schnell (1%).

Bei der offenen Antwortmöglichkeit wurden die Studierenden aufgefordert zu beschreiben was ihnen gefallen hat und welche Verbesserungsvorschläge sie haben.

Die Studierenden des ersten Semesters machten folgenden Aussagen: Sechs Studierende gaben an, dass ihnen die Zeichnungen des Videos „Natürliche Schutzbarrieren“ gefallen hatten. Drei Studierenden gefiel, dass das Video gut verständlich war, zwei gefielen die Eselsbrücken und eine Person schrieb, das Video sei gutes Ergänzungsmaterial. Eine Person schrieb „kreativ, kompetent, perfekt“. Als Verbesserungsvorschläge nannten drei Studierende, dass sie sich mehr solche Videos wünschen. Zwei Befragte nannten eine kurze Zusammenfassung am Ende als Verbesserungsvorschlag. Eine Person bemängelte, dass der Ton unterschiedlich laut war und eine andere wünschte sich Untertitel im Video.

Die 178 Studierenden des 4. und 6. Semester trafen 202 Aussagen was ihnen gefallen hat und hatten 72 Verbesserungsvorschläge:

Tabelle 6: Aussagen der Studierenden was ihnen am Video 2 gefallen hat

Was hat Ihnen gefallen?	Nennungen
Zeichnungen/ Animationen/ Bildliche Veranschaulichung, Verknüpfung	59
Eselsbrücken	35
Gut verständlich/ gut erklärt/ einfache, verständliche Erklärungen	23
Langsamer Aufbau zum Übersichtsbild am Ende	13
Zusammenfassung am Ende	11
Übersichtlich/ Überblicke	10
Klare Struktur/ Gliederung	8
Lustig/ Erfrischend	7
Gute Grundlagenerläuterung/ Informativ	5
Beschränkung auf das Wichtigste	5
Fachlich einfach dargestellt/ alltägliche Beschreibung	5

Klare/ angenehme/ gut verständliche Sprache/ Stimme	5
Alles	4
Wiederholungen innerhalb des Videos	4
Tempo	4
Nur wichtige Dinge verschriftlicht	2
Gute Prüfungsvorbereitung	1
Als zusätzliches Lernmaterial sehr gut geeignet	1
Guter Einstieg	1

Tabelle 7: Verbesserungsvorschläge zu Video 2

<b>Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie?</b>	<b>Nennungen</b>
Ton: Schwankungen in der Lautstärke/ Tonqualität	10
Tempo (etwas) zu langsam	10
Eselsbrücken nicht übertreiben/ zu abstrakt	10
Mehr Platz zwischen den Zeichnungen	5
Video zu lang	4
Keine Hand die schreibt	4
Etwas zu kindlich	4
Sollte anspruchsvoller/ fachlicher sein	4
Sprache (Betonung/ zu lange Sätze/ begeisterter)	3
Bildrand teilweise abgeschnitten	3
Tempo zu schnell	2
Bei Zusammenfassung am Ende noch mal auf Zeichnungen zeigen	2
Nicht so viele Wiederholungen	2
Genauer erklären	2
Gliederung zu Beginn des Videos	2
Lernfragen zwischendurch einbauen	1
Für Zuhause die Möglichkeit das Tempo einstellen zu können	1
Deutscher Untertitel	1
Weniger Zeichnungen	1
Animationen einbauen	1

### 4.3 Testfragen zu den Handritten Tutorials

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf die sieben Testfragen zum Video 1 (Natürliche Schutzbarrieren) der online Moodle Umfrage im 1. Semester und auf die 13 Testfragen zum 2. Video (Antikörper Aufbau) der papierbasierten Umfrage im 4. und 6. Semester.

#### Testfragen und Ergebnisse zum 1. Video – Natürliche Schutzbarrieren

Von den 34 Studierenden, die am Test zum Video 1 teilnahmen, hatten 21 (62%) alle 7 Fragen richtig beantwortet. Drei Studierende (9%) beantworteten 6 Fragen richtig, fünf Studierende (15%) 5 Fragen und drei Studierende (9%) beantworteten 4 Fragen richtig. Jeweils eine Person (3%) beantworteten 3 und eine Frage richtig (siehe Abbildung 13). Der Mittelwert betrug 6,1, der Median 7 und die Standardabweichung 1,5.

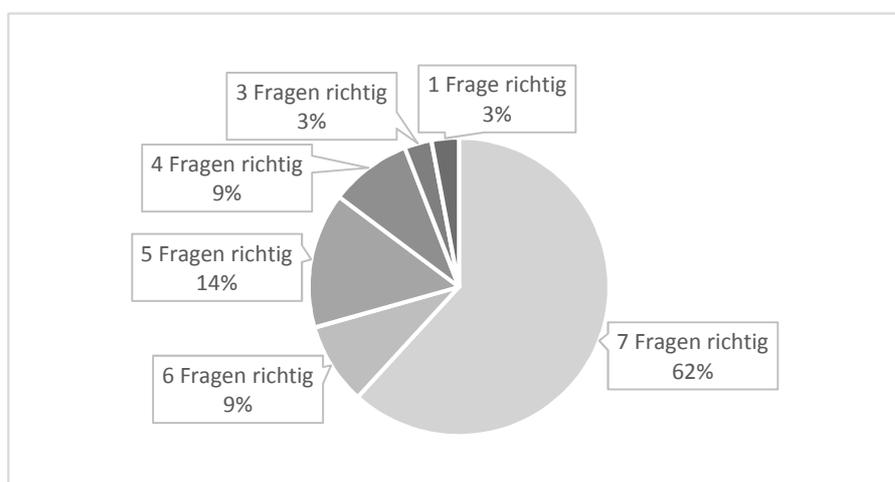
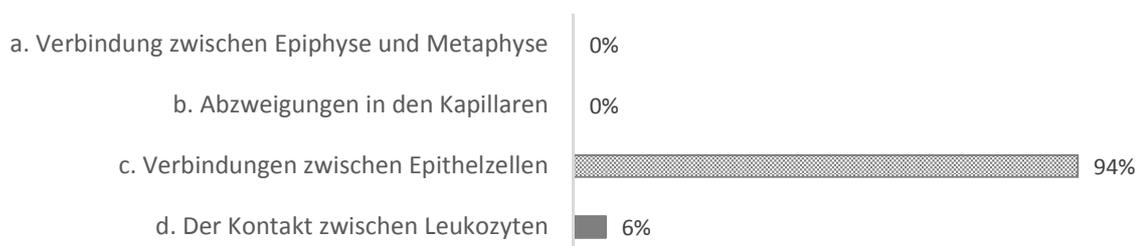


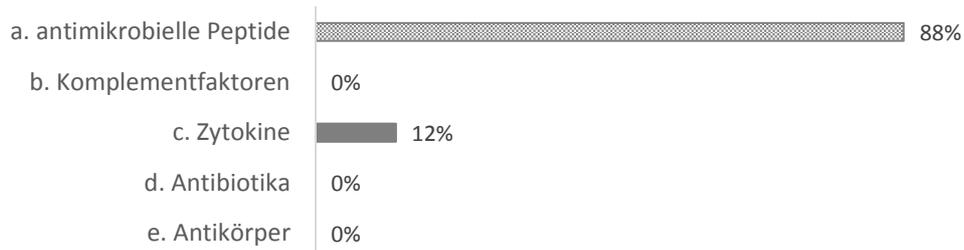
Abbildung 13: Anzahl der richtigen Antworten von 7 im Test zum Video 1 (n=34)

Die Ergebnisse der einzelnen Fragen zum Video 1 sind aus folgender Abbildung zu entnehmen. Die richtigen Antworten sind jeweils mittels schattiertem Balken gekennzeichnet.

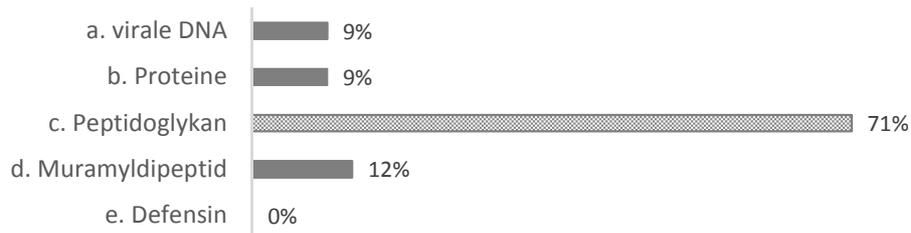
#### 1. Was sind tight Junctions?



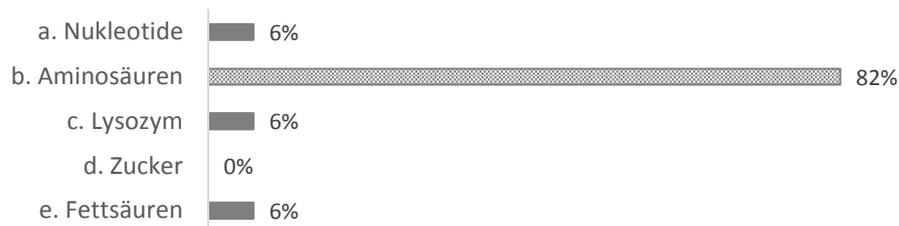
## 2. Defensine gehören zu folgender Gruppe an Immunmediatoren



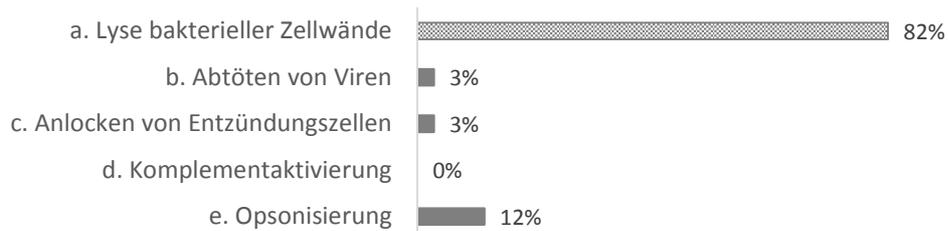
## 3. Welche Substanz wird durch Lysozym angegriffen?



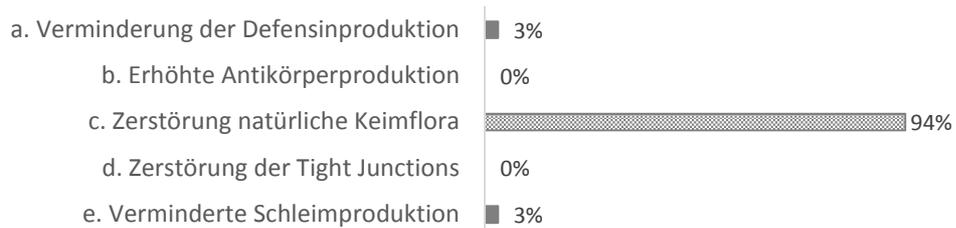
## 4. Aus welcher Substanz bestehen Defensine?



## 5. Wie wirken Defensine?



## 6. Welche unerwünschte Nebenwirkung können Antibiotika hinsichtlich der natürlichen Schutzbarrieren haben?



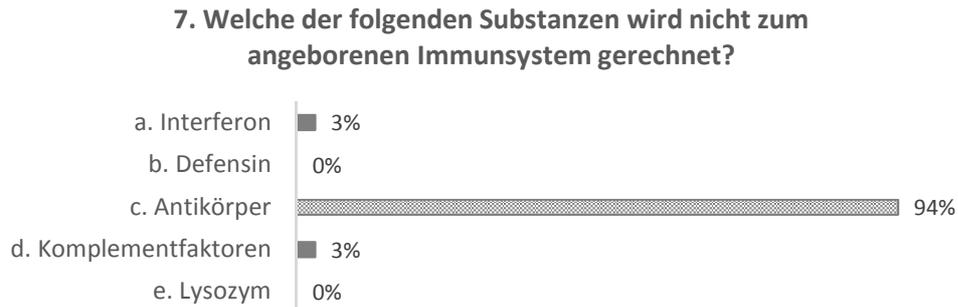
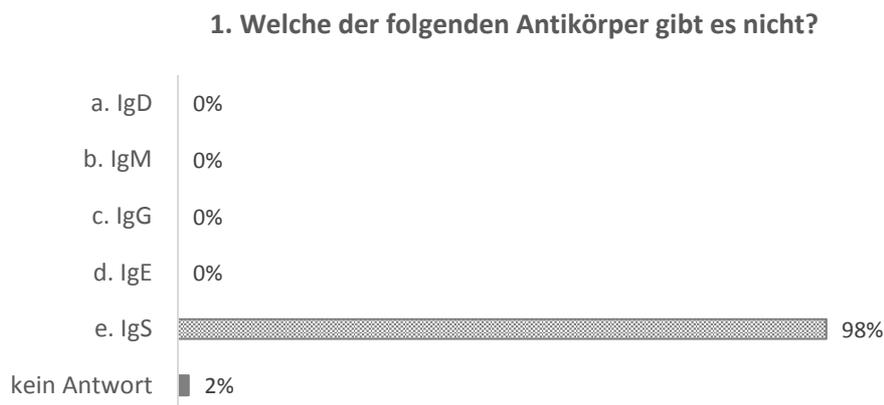


Abbildung 14: Ergebnisse der 7 Fragen im Test zum Video 1 (n=34)

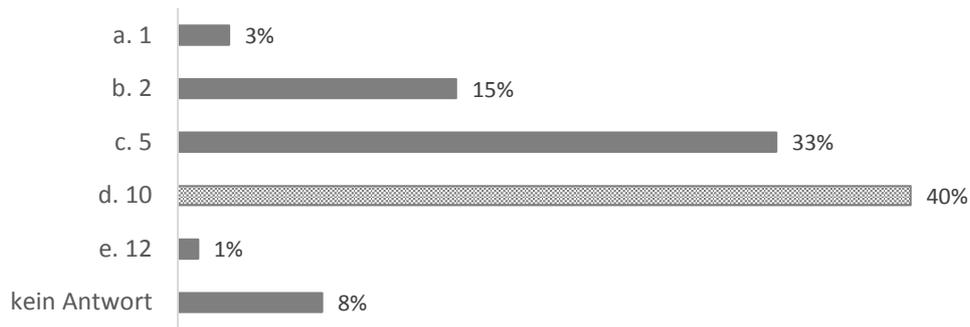
### Testfragen und Ergebnisse zum 2. Video – Antikörper Aufbau

Es beantworteten insgesamt 177 Studierende des 4. und 6. Semesters die 13 Testfragen zum Video 2 (Antikörper Aufbau). Davon beantworteten 8 Studierende (5%) alle 13 Fragen richtig. 20 Studierende (11%) beantworteten 12 Fragen richtig, 35 Studierende (20%) 11 Fragen, 31 Studierende (18%) 10 Fragen, 29 Studierende (16%) 9 Fragen, 22 Studierende (12%) 8 Fragen, elf Studierende (6%) 7 Fragen und 14 Studierende (8%) beantworteten 6 Fragen richtig. Vier Studierende (2%) beantworteten 5 Fragen und drei Studierende (2%) 4 Fragen richtig. Keiner der Studierenden hatte weniger als 4 Fragen richtig. Der Mittelwert betrug 9,4, der Median 10 und die Standardabweichung 2,1.

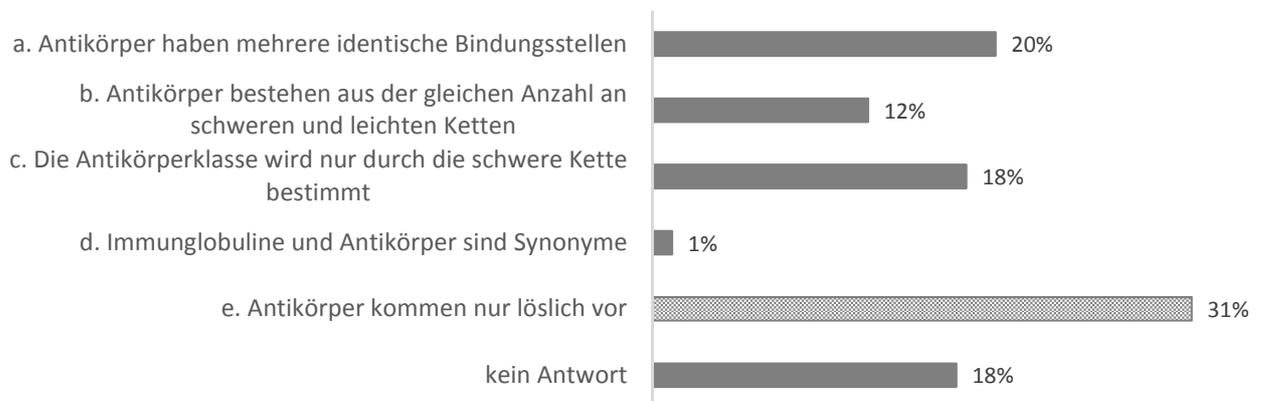
Die Ergebnisse der einzelnen Fragen zum Video 2 sind aus folgender Abbildung zu entnehmen. Die richtigen Antworten sind jeweils mit schattiertem Balken gekennzeichnet.



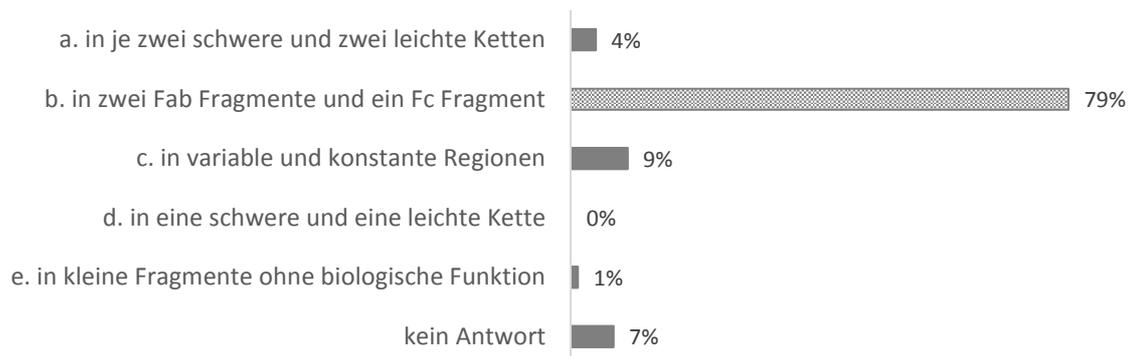
### 2. Wie viele Antigen Bindungsstellen hat lösliches IgM?



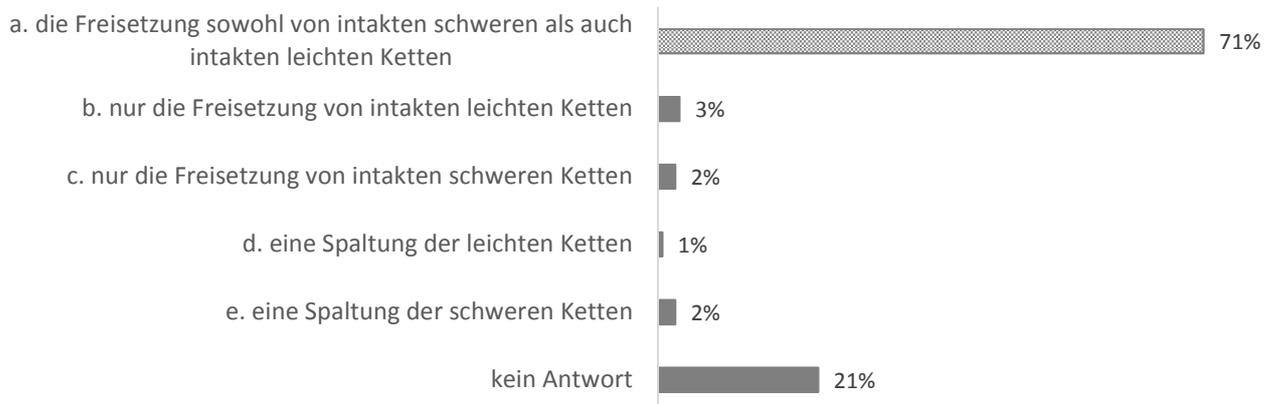
### 3. Welche Aussage zu Antikörpern ist falsch?



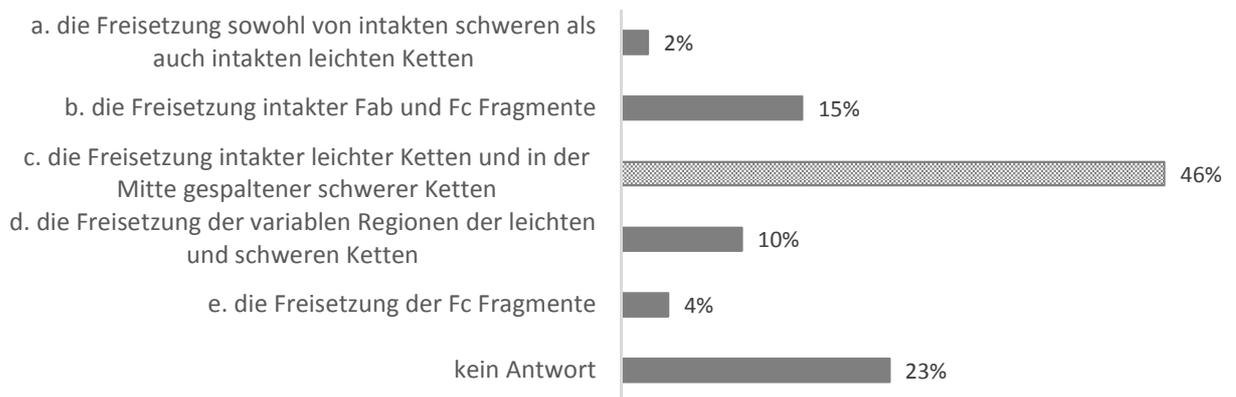
### 4. Das Enzym Papain spaltet Antikörper



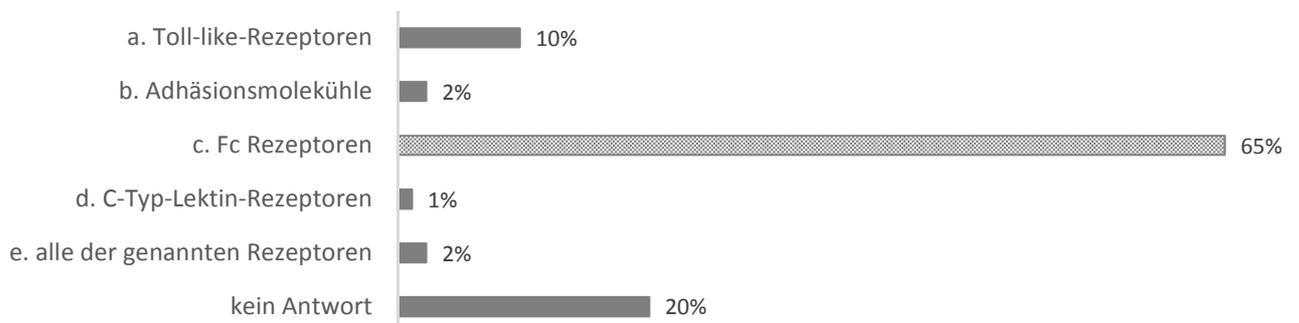
### 5. Die Substanz Mercaptoethanol spaltet Disulfidbrückenbindungen. Die Inkubation von Antikörpern mit Mercaptoethanol bewirkt

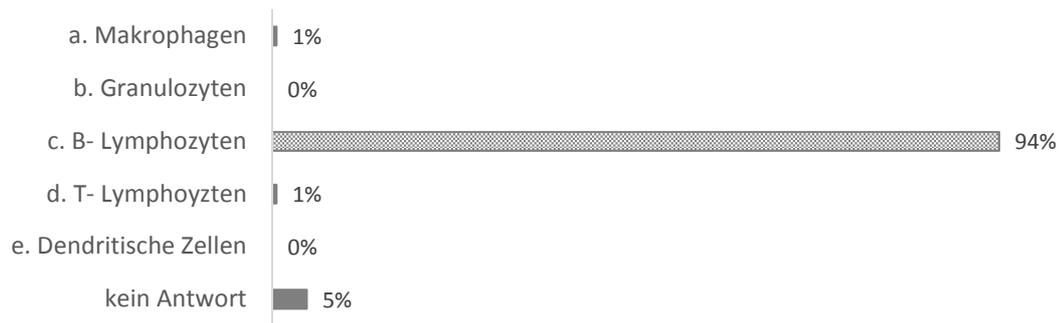
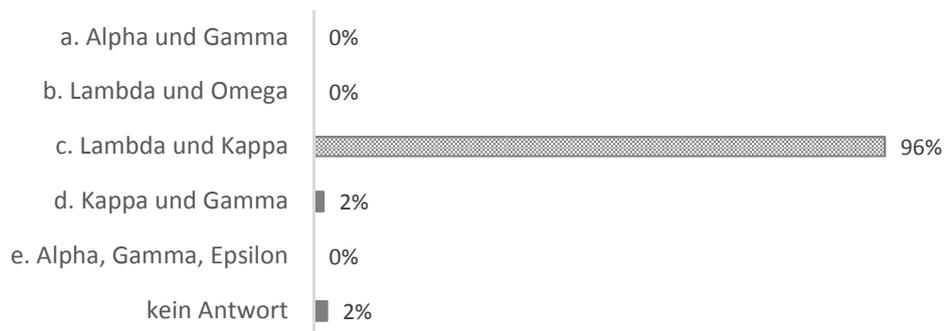
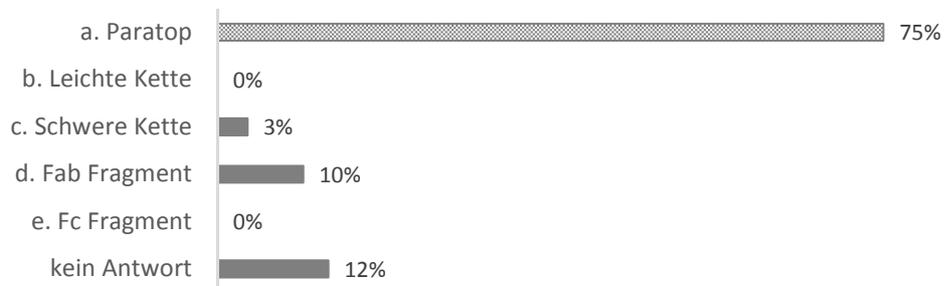
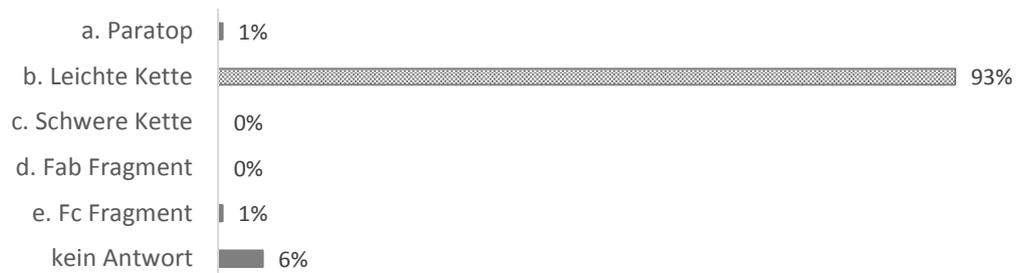


### 6. Die Behandlung von Antikörpern mit Papain und nachfolgend mit Mercaptoethanol bewirkt



### 7. Pathogenspezifische Antikörper der IgG-Klasse tragen zum Schutz vor Infektionskrankheiten bei. Welche Oberflächenstrukturen müssen Phagozyten exprimieren, damit diese Antikörper die Phagozytose von Erregern erleichtern?



**8. Welche Zellen produzieren Antikörper?****9. Welche Typen von leichten Ketten gibt es?****10. In der Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 1****11. In der Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 2**

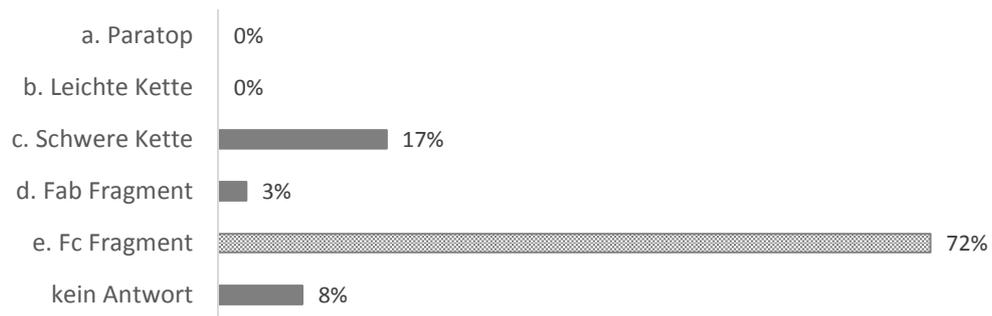
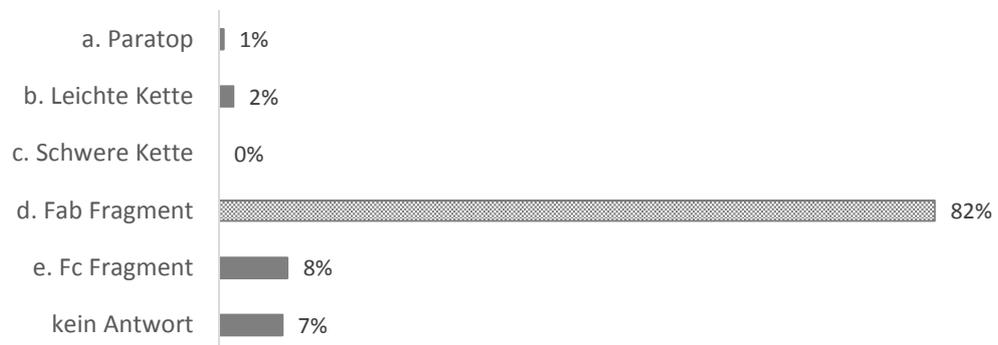
**12. In Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 3****13. In Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 4**

Abbildung 15: Ergebnisse der 13 Fragen im Test zum Video 2 (n=177)

## 5 Diskussion

In der vorliegenden Studie sollte neben den Fragen zu E-Learning allgemein, auch ein Feedback zu dem in der Vorlesung vorgeführten Video gewonnen werden und dessen Effektivität erprobt werden. An den Umfragen nahmen ausschließlich Tiermedizinstudierende der LMU München teil. Eine Online-Umfrage zur Lehre wurde mit allen Semestern durchgeführt, an der 345 Studierende teilnahmen. Die Online-Befragung hatte nicht nur den Vorteil, dass eine große Anzahl von Studierenden erreicht werden konnte, sie war außerdem zeitlich und räumlich unabhängig und eliminierte mögliche Fehler einer manuellen Datenerfassung [75]. An der online Moodle Umfrage im 1. Semester nahmen 15 und am Test 34 Studierende teil. Die Beteiligung an der papierbasierten Umfrage und am Test der Physiologie Vorlesung im 4. Semester lag bei 75 und die der Immunologie Vorlesung im 6. Semester bei 103 Studierenden. Der Fragebogen wurde in den Lehrveranstaltungen vom Großteil der Studierenden ausgefüllt und konnte ohne Wartezeit auf Rückantworten ausgewertet werden.

### 5.1 Status Quo und Bedarfsermittlung von E-Learning

#### 5.1.1 Benutzung und Wunsch nach E-Learning Angeboten

##### **Verpflichtende und prüfungsrelevante Angebote werden am häufigsten genutzt**

Die Online-Umfrage aller Semester der Tiermedizinstudierenden der LMU München ergab, dass zum Zeitpunkt der Studie die drei am häufigsten genutzten Angebote an der Tierärztlichen Fakultät München die Virtuelle Mikroskopie, die Virtuelle Vogel- und Exotenklinik und die Propädeutikvideos der Medizinischen Kleintierklinik waren. Diese Angebote hatten gemeinsam, dass sie für die Studierenden gut zugänglich waren und die Studierenden in der Veranstaltung oder per E-Mail über die Angebote informiert wurden. Der Kurs der Vogel- und Exotenklinik ist verpflichtend um den Rotationsblock in der Vogel- und Exotenklinik zu bestehen und die Propädeutikvideos sind als Vorbereitung für die Kurse verpflichtend. Die Virtuelle Mikroskopie bietet den Studierenden hingegen in mehreren Fächern eine gute Möglichkeit der Prüfungsvorbereitung, da die Mikroskopiersäle nur zeitlich begrenzt zugänglich sind. Daraus lässt sich zum Zeitpunkt der Studie schließen, dass verpflichtende und prüfungsrelevante E-Learning Angebote am häufigsten von den Tiermedizinstudierenden der LMU München genutzt werden.

##### **Der Wunsch nach mehr E-Learning Angeboten besteht, die Nutzung nicht**

Obwohl 94 % der Tiermedizinstudierenden der LMU München den Wunsch nach mehr E-Learning Programmen äußerten, lernten Sie zum Zeitpunkt der Studie am seltensten damit und 35% hatten noch nie ein E-Learning Angebot genutzt. Auch in Sötjes Studie

an der Freien Universität Berlin hatten rund 46% der befragten Tiermedizinierenden im 4. und 5. Semester noch keine Erfahrungen mit E-Learning gemacht [51].

Bei den Erläuterungen warum E-Learning Angebote nicht genutzt werden, gaben die meisten Studierenden in der Online-Umfrage an, nicht zu wissen, wo E-Learning Angebote zu finden sind (69%) oder sie kannten nur eines (13%). Lediglich 18% derjenigen, die E-Learning Angebote noch nie genutzt hatten, gaben an, keinen Bedarf an E-Learning Programmen zu haben oder sie nicht zu mögen.

Mehrere Studierende gaben in der Online-Umfrage als Wunsch oder Verbesserungsvorschlag an, dass mehr Informationen und Transparenz über die E-Learning Angebote vorhanden sein sollten. Zum Zeitpunkt der Studie gab es keinen Ort in Moodle mit einem direkten Link zu möglichen E-Learning Angeboten. Die Studierenden wurden über E-Learning Angebote hauptsächlich durch Bekanntmachung in den Vorlesungen oder per E-Mail gesendetem Link informiert. Eine Ursache für die Diskrepanz zwischen dem Wunsch nach mehr E-Learning Angeboten und dem tatsächlichen Nutzen ist folglich die fehlende Transparenz und die insuffiziente Bekanntgabe der vorhandenen E-Learning Angebote. Seit Mai 2019 gibt es auf Moodle der Tierärztlichen Fakultät München, als Konsequenz dieser Studie, die neue Rubrik „e-Learning@VET“, die viele E-Learning Angebote auflistet und verlinkt. Diese wurde erst nach den Umfragen dieser Arbeit geschaltet und es bleibt zu ermitteln, ob und wie sich dadurch die Nutzung von E-Learning Angeboten an der Tierärztlichen Fakultät in München verändert. Gerade die Nutzung von freiwilligen Angeboten könnte sich dadurch erhöhen und sich somit das Ergebnis der vorliegenden Studie ändern. Zudem verhindert die Nutzung von autorisierten E-Learning Angeboten auf einer zentralen Plattform, dass Studierende z. B. Videos auf YouTube selbst suchen und ansehen, die nicht zwangsläufig auf ihre inhaltliche und fachliche Qualität geprüft worden sind.

18% der Studierenden gaben in dieser Studie an, keinen Bedarf oder eine Abneigung gegen E-Learning zu haben. Einige Studierende führten in dem Bemerkungsfeld an, dass ihnen die vorhandenen Lernmaterialien genügen, ihnen für die E-Learning Angebote die Zeit fehlt, sie schon genug Zeit vor dem Bildschirm verbringen oder sie nicht gerne am Computer arbeiten. Fast die Hälfte aller befragten Tiermedizinierenden (48%) gaben in Sötjes Studie das lange Sitzen vor dem Bildschirm als Nachteil an [51]. Außerdem gaben 45% der von Sötjes Befragten das Fehlen der Möglichkeit einer direkten Nachfrage und 41% das Fehlen sozialer Kontakte als Nachteil an [51]. Diese Faktoren könnten dementsprechend auch für die dem E-Learning abgeneigten Studierenden in dieser Studie eine Rolle spielen.

## Ein Spektrum von E-Learning Angeboten wird gewünscht

Etwa drei Viertel der Studierenden in der Online-Umfrage wünschten sich gleichermaßen Videos von aufgezeichneten Vorlesungen (69%), kurze Themenvideos (76%) und Online-Quiz bzw. Probeklausuren (82%).

Einige Studierende nutzten die Möglichkeit Anmerkungen zum Thema E-Learning zu formulieren, die mitunter erklären, warum diese Angebote gewünscht werden. Die zeitliche und örtliche Unabhängigkeit, die Möglichkeit zu pausieren, zurück zu spulen oder mehrfach anschauen wurde in Bezug zu aufgezeichneten Vorlesungen und kurzen Themenvideos als Vorteil angegeben. Bei einer Umfrage von Sötje gaben 62% der befragten Tiermedizinierenden der Freien Universität Berlin die örtliche und zeitliche Flexibilität als Vorteil an [51]. Hildebrand fand in ihrer Umfrage heraus, dass 86% der befragten Tiermedizinierenden in ganz Deutschland der Meinung waren, dass digitale Lernangebote die Flexibilität der Studierenden erhöhen können. Als Vorteil von kurzen Themenvideos wurde in der Umfrage dieser Studie außerdem erwähnt, dass die Videos in der Lernphase helfen, schnell Verständnis für das Thema zu erlangen. Warum prüfungsrelevante Angebote und somit auch Quiz bzw. Probeklausuren für die Studierenden wichtig sind, wird im nächsten Abschnitt näher diskutiert.

Bei der offenen Antwortmöglichkeit in der Online-Umfrage, wünschten sich vier Studierende Videos zu praktischen Tätigkeiten wie z. B. OP-Videos oder das Legen von Infusionen. 91% der Tiermedizinierenden in Sötjes Studie gaben an, dass das Ausprobieren und Sammeln von praktischen Erfahrungen die beste Lernmethode sei [51]. Der erste Schritt um diese praktischen Erfahrungen zu sammeln, ist aber zu wissen, wie die praktischen Dinge durchgeführt werden. In den Vorlesungen gibt es meist keine praktische oder visuelle Demonstration. So schaffen Videos zu praktischen Tätigkeiten als Blended Learning den Link zwischen Theorie und Praxis und ermöglichen den Tiermedizinierenden sich auf die praktischen Tätigkeiten vorzubereiten, wie sie in der Rotation, den Kursen und im späteren Arbeitsleben abverlangt werden. Der Wunsch nach Videos zu praktischen Tätigkeiten würde neben der verpflichtenden Komponente zusätzlich erklären, warum die oben erwähnten Propädeutikvideos der Medizinischen Kleintierklinik so häufig genutzt werden. Solche Praxisvideos sind auch im Skills Lab der Tierärztlichen Fakultät sehr gut umsetzbar. Videos aus der Klinik dienen an zahlreichen Stationen als realitätsnahe Anleitung und ermöglichen den Studierenden die Übungen selbstständig durchzuführen und so Theorie und Praxis zu verknüpfen [76].

Drei Tiermedizinierende wünschten sich mehr CASUS Fälle wie in der Rinderklinik und der Neurologie und drei weitere wünschten sich mehr Apps. Es ist nicht überraschend, dass die Studierenden mehr CASUS Fälle konkret als Wunsch äußerten. Zahlreiche Studien belegen, dass CASUS Fälle in der Tiermedizin von hohem Nutzen sind, da die realitätsnahen Fälle den Studierenden die Möglichkeit geben ihr Wissen sowohl

zu prüfen als auch zu erweitern [77-79]. Apps sind in der Tiermedizin hingegen nur spärlich zu finden und gute Apps gewöhnlich kostenpflichtig, wobei das Angebot (vor allem auf Englisch) stetig steigt. Eine kostenpflichtige App mit über 100.000 Downloads ist beispielsweise vet-Anatomy [80]. Es ist zu überlegen, ob Universitäten CASUS Fälle als App anbieten sollten, um Studierenden zu ermöglichen auch unterwegs auf ihrem Handy zu lernen.

Ob der Wunsch der vereinzelt Studierenden nach mehr praktischen Videos, mehr CASUS-Fällen und mehr Apps von vielen Studierenden geteilt wird, kann nicht beurteilt werden. Eine weitere Umfrage wäre aufschlussreich, in der nicht nur aufgezeichnete Vorlesungen, kurze Themenvideos und Online-Quiz bzw. Probeklausuren als gewünschte E-Learning Angebote zur Auswahl stehen, sondern auch Videos von praktischen Tätigkeiten, CASUS-Fällen und Apps.

### **5.1.2 Zweck, Nutzung und Implementierung von E-Learning Angeboten**

Die Umfragen ergaben, dass E-Learning Angebote vertiefend, hauptsächlich zur Prüfungsvorbereitung und freiwillig sein sollten. Tutorials sollten außerdem Fragen zur Selbstkontrolle enthalten und eine Maximaldauer von 10- 30 Minuten nicht überschreiten. Sie werden von den Tiermedizinistudierenden der LMU München vor allem zu Hause aufgerufen.

#### **E-Learning sollte als Blended Learning angeboten werden**

Bei der Online-Umfrage aller Semester, gaben 72% der Studierenden an, dass mehr E-Learning vertiefend angeboten werden sollten. Jeweils etwas weniger als die Hälfte der Studierenden (40%) waren der Meinung, E-Learning Angebote sollten zum Selbststudium ganzer Veranstaltungen inklusive Prüfung oder teils aus einer Veranstaltung mit Präsenztermin und einem online Teil bestehen. Fünf Studierende führten zusätzlich im Freitext auf, dass E-Learning Angebote kein Ersatz für Vorlesungen, sondern lediglich ergänzend sein sollten.

Wie schon in der Literaturübersicht aufgeführt, sind sich die meisten Autoren einig und etliche Studien belegen, dass E-Learning Angebote die Präsenzveranstaltung als Blended Learning ergänzen und nicht ersetzen sollten. Müller zeigte in ihrer Studie, dass die an der Tierärztlichen Hochschule Hannover angebotenen YouTube Videos als zusätzliches Angebot sehr hilfreich für die Tiermedizinistudierenden sind. Diese Videos sind Anleitungsvideos für die Stationen des Clinical Skills Lab; also ein klassisches Blended Learning Angebot [81].

Das Blended Learning von Studierenden gewünscht wird, zeigte sich auch in der Studie von Sötje. Fast jeder Zweite (54%) befragte Tiermedizinistudent der Universität Berlin im 4. und 5. Semester war der Meinung, dass Lehrveranstaltungen mit E-Learning Angeboten ergänzt werden sollten [51]. Eine mögliche Erklärung für die Diskrepanz von

fast 20% in dieser Studie vs. der Studie von Sötje resultiert aus der Auswahl der Frageform. In der vorliegenden Studie wurde den Studierenden eine Mehrfachauswahl zur Verfügung gestellt. Sötje hingegen hat mittels fünfstufiger Likert-Skala die Frage gestellt, ob mehr Lehrveranstaltungen mit E-Learning ergänzt werden sollten. 54% stimmten zu, 12% waren unentschlossen und 35% waren ablehnend [51]. Interessant war, dass Sötje verglich, welche Studierende schon Erfahrung mit E-Learning gemacht hatten. Die Studierenden, die Erfahrung mit E-Learning gemacht hatten, vertraten die Meinung häufiger, dass Lehrveranstaltungen mit E-Learning ergänzt werden sollten, als die Studierenden, die noch keine Erfahrung damit gemacht hatten [51]. Bei einer Umfrage von Tiermedizinstudierenden in ganz Deutschland fand Hildebrand mittels Likert-Skala heraus, dass 88% der Studierenden die Digitalisierung der Lehre als sinnvolle Ergänzung zu Präsenzveranstaltungen bewerten. Lediglich 2% hatten eine ablehnende Haltung gegenüber Blended Learning [37]. Das Ergebnis von Hildebrandt entspricht etwa dem Ergebnis dieser Studie, weicht aber mit gleicher Umfrageform von den Ergebnissen in Sötjes Studie ab. Sötjes Umfrage fand in den Jahren 2007/2008 mit 333 Studierenden der Freien Universität Berlin statt. Hildebrands Umfrage fand in den Jahren 2016/2017 statt, bei der 977 Tiermedizinstudierenden in ganz Deutschland auf diese Frage antworteten. Da Hildebrands Studie fast 10 Jahre später stattfand, Studierende in dieser Zeitspanne sicherlich mit E-Learning Angeboten mehr Kontakt hatten und Hildebrands Studie eine größere Anzahl von Studierenden und Tiermedizinstudierenden in ganz Deutschland einbezogen hat, können die Ergebnisse von Hildebrand zum Blended Learning als repräsentativer betrachtet werden, als Sötjes Ergebnisse.

Dass Vorlesungsaufzeichnungen als Unterstützung zu Präsenzveranstaltungen nicht nur von Studierten gewünscht werden, sondern auch zu einer besseren Leistung der Studierenden führt, fanden Williams et al. heraus [82]. In ihrer Studie schnitten die Studierenden die Vorlesungsaufzeichnungen als Unterstützung nutzen besser ab, als diejenigen, die diese als reinen Vorlesungersatz nutzten.

### **E-Learning Angebote werden zur Prüfungsvorbereitung genutzt**

In der Studie von Sötje lernten fast drei viertel der Befragten (73%) erst kurz vor dem Prüfungstermin [51]. Es ist demnach nicht überraschend, dass 83% der Tiermedizinstudierenden dieser Studie, E-Learning Angebote und Handwritten Tutorials als Prüfungsvorbereitung verwenden oder verwenden würden und 83% waren der Meinung, dass zur Prüfungsvorbereitung mehr mit E-Learning Angeboten gearbeitet werden sollte.

Das Tiermedizinstudierende E-Learning Angebote zur Prüfungsvorbereitung nutzten, zeigt auch der Nutzungsspeak im für diese Studie erstellten YouTube Video „Antikörper Teil 2: Effektorfunktionen“. Das Video wurde für die Lehre in der Immunologie entwickelt und die Studierenden darüber informiert, dass der Inhalt des Videos prüfungsrelevant

ist. In der Woche, in der die Online-Klausur verfügbar war, stiegen die Aufrufe des Videos stark an und flachten dann wieder stark ab.

Das Ergebnis dieser Studie wird durch die Ergebnisse der Studie von Rust und Krüger gestützt, in der 93% von den etwa 500 befragten Studierenden verschiedenster Fachrichtungen Vorlesungsaufzeichnungen zur Prüfungsvorbereitung als nützlich bewerteten [39]. Zusätzlich fand Müller heraus, dass Tiermedizinistudierenden ab dem 6. Semester die von der Tierärztlichen Hochschule Hannover angebotenen YouTube Videos hauptsächlich zur Prüfungsvorbereitung nutzten [81].

Um die Nutzung von E-Learning Angeboten zu steigern, sollte in Anbetracht der Ergebnisse bei der Entwicklung von E-Learning Angeboten darauf geachtet werden, prüfungsrelevante Themen zu behandeln [83].

### **E-Learning Angebote sollten fakultativ sein**

Bei der Online-Umfrage aller Semester gaben 64% der Tiermedizinistudierenden an, dass E-Learning Angebote freiwillig sein sollten. Lediglich 13% waren der Ansicht, sie sollten obligatorisch sein und 23% machten dazu keine Angabe. Da bei den meisten Tiermedizinistudierenden das Bestehen der Prüfungen im Vordergrund steht und die Lernzeit limitiert ist, wird die freiwillige Nutzung von E-Learning Programmen wohl erst dann von einer größeren Anzahl der Studierenden genutzt werden, wenn sie feststellen, dass E-Learning Programme ihnen helfen, Prüfungen zu bestehen [36]. Auch die Tiermedizinistudierenden der LMU München, hatten zum Zeitpunkt dieser Studie einige verpflichtende E-Learning Angebote, die sie bearbeiten mussten; während der Rotation die Virtuelle Vogel- und Exotenklinik, die CASUS Fälle der Rinderklinik und die Videos der Inneren Medizin für die Propädeutik Kurse. Ob diese und weitere verpflichtende Angebote Studierende dazu animieren mehr freiwillige E-Learning Angebote zu nutzen, müsste in einer weiteren Studie ermittelt werden.

### **E-Learning Angebote sollten Fragen zur Selbstkontrolle enthalten**

Bei allen Lernformen und somit auch bei E-Learning Angeboten, sollten Studierende ihren Lernfortschritt in Form von themenrelevanten Fragen beurteilen können [50]. Dies fördert u.a., dass Studierende motiviert bleiben, das gesamte Angebot zu bearbeiten [40]. Dass auch Studierende Fragen zur Selbstkontrolle befürworten, zeigt das Ergebnis dieser Studie. 91% der Tiermedizinistudierenden gaben an, dass E-Learning Angebote wie die Handwritten Tutorials Fragen zur Selbstkontrolle enthalten sollten. In Sötjes Studie sahen lediglich 52% der Studierenden Einbettung von Lernkontrollen als einen Vorteil von E-Learning an [51]. In der vorliegenden Untersuchung wurde den Studierenden ein Handwritten Tutorial gezeigt und sowohl inhaltliche Fragen zu dem Video gestellt, als auch die Frage erhoben, ob Tutorials solche Fragen zur Selbstkontrolle enthalten sollten. Die Studierenden hatten also bei der Beurteilung eine konkrete Vorstellung, wie

die Einbettung von Fragen in E-Learning Angeboten zur Selbstkontrolle aussehen würden. Sötje dagegen fragte mittels Likert-Skala, ob Lernkontrollen ein Vorteil sind. In ihren Ergebnissen wurde nicht aufgeführt, wie viele unentschlossen waren und wie viele nicht oder gar nicht zustimmten. Personen, die keine Erfahrung mit E-Learning oder E-Learning Angeboten mit Lernkontrollen hatten, konnten diesen Vorteil somit nur schwer bewerten.

### **Maximaldauer von Tutorials**

Während eine aufgezeichnete Vorlesung die Gesamtdauer einer regulären Vorlesung in Anspruch nimmt, bleibt die Frage über die Maximallänge von anderen E-Learning Angeboten wie z. B. Lehrvideos. Generell erscheint es, wenn möglich, immer sinnvoll mehrere kürzere Tutorials in einem Themengebiet anzubieten als ein langes [84, 85]. Die meisten Autoren machen die Aussage, Lehrvideos sollten so kurz wie möglich sein und normalerweise eine Länge von drei Minuten nicht überschreiten [86]. Finlay et al. fanden heraus, dass die Maximallänge von 10 Minuten ihrer Lehrvideos zu lang für viele ihrer Studierenden war und kürzere Videos von 4- 5 Minuten die Aufmerksamkeit der Studierenden besser halten konnten [85]. Guo et al. definierten nach ihrer Studie die Maximallänge von Lehrvideos auf 6 Minuten [87]. Umso überraschender ist es, dass in der vorliegenden Studie 90% der Befragten für Tutorials eine Maximaldauer von 10- 30 Min (20% 10 Minuten, 44% 15 Minuten und 26% 30 Minuten) angaben. Es gibt zwei mögliche Erklärungen für die Diskrepanz der Antwort der Studierenden und der in der Literatur beschriebenen Maximallänge der Lehrvideos. Erstens könnten die Studierenden eine unterschiedliche Eigen- und Fremdwahrnehmung haben, wie lange sie sich wirklich aufmerksam Tutorials ansehen können. Zweitens haben die Studierenden in dieser Studie zuerst ein Handwritten Tutorial von einer Länge von etwa zehn Minuten angesehen und danach wurde nach der Maximallänge von Tutorials gefragt. Dadurch kann ihr Antwortverhalten beeinflusst worden sein. Wenn diese Interpretation der Daten stimmt, dann empfanden die Studierenden das Handwritten Tutorial als nicht zu lang und die Maximallänge von 10- 30 Minuten könnte ein guter Richtwert für Handwritten Tutorials sein.

### **Tutorials werden vor allem zu Hause angeschaut**

Sötje fand in ihrer Studie heraus, dass bereits in den Jahren 2007 und 2008 95% der befragten Tiermedizinierenden einen Computer oder ein Notebook und einen Internetzugang zu Hause besitzen und sich 90% zu Hause gut konzentrieren können [51]. Auch Steiner et al. fanden 2014 heraus, dass am häufigsten Laptops von Tiermedizinierenden als Endgerät benutzt werden [2]. Diesen Ergebnissen zu Folge ist es nicht überraschend, dass die Tiermedizinierenden in der vorliegenden Studie zu 93% angaben, sie würden E-Learning Programme wie die Handwritten Tutorials vorwiegend

zu Hause anschauen. Lediglich 28% der Befragten gaben an, sie würden die Tutorials unterwegs anschauen.

Ein ähnliches Resultat zeigte die Studie von Müller, in der festgestellt wurde, dass die Mehrheit der Studierenden der Tierärztlichen Hochschule Hannover die angebotenen Videos auf YouTube zu Hause ansehen. Die Nutzung zu Hause ist sicher zusätzlich dadurch zu erklären, dass die meisten E-Learning Angebote auf Computern oder Laptops besser anzuschauen oder zu bearbeiten sind. Es gibt bisher nur wenige veterinär-spezifische Apps, die eine Nutzung des Handys und dem zu Folge vermutlich auch eine Nutzung unterwegs erhöhen würden [2].

### **5.1.3 Limitationen und methodische Einschränkungen**

Alle Studierende in der Befragung dieser Studie studierten in München. Da die Ansichten und Erfahrungen Studierender in anderen veterinärmedizinischen Fakultäten abweichen können, mindert dies den repräsentativen Charakter der Studie.

Bei Interpretation der Umfrageergebnisse ist darauf zu achten, dass unterschiedliche Antwortmöglichkeiten entwickelt worden sind. Einfachauswahl oder ja/nein Fragen sind anders zu bewerten und einzuschätzen als die Mehrfachantworten dieser Studie. Bei Mehrfachantworten besteht beispielsweise die Gefahr, dass die antwortende Person eine Alternative lediglich nicht aussucht, weil die Antwortmöglichkeit übersehen wurde [88].

Bei der Bewertung der Ergebnisse der Online-Umfrage im Gebiet des E-Learning ist zu beachten, dass Studierende mit einer positiven Einstellung zu E-Learning gegebenenfalls auch eine erhöhte Bereitschaft hatten die Online-Umfrage auszufüllen. Studierende die langes sitzen vor dem Computer stört und somit auch dem digitalen Lernen kritisch gegenüberstehen, tendieren vermutlich dazu, nicht an einer Online-Umfrage teilzunehmen und wurden somit nicht in die Ergebnisse einbezogen. Dadurch ist eine Verzerrung der Ergebnisse möglich.

## **5.2 Handwritten Tutorials**

Die erstellten Handwritten Tutorials, sollten den Studierenden wichtige Themen der Immunologie näherbringen und untersuchen, wie Handwritten Tutorials mit Mnemotechniken von den Studierenden angenommen werden und ob sie den Lernerfolg erhöhen.

### **5.2.1 Themenauswahl für die Handwritten Tutorials**

Das Fach Immunologie wird an der Tierärztlichen Fakultät München nicht als benotetes Einzelfach geprüft. Dadurch wird der Anreiz zum Lernen verringert, denn es gibt zahlreiche andere Fächer die geprüft werden und die Lernzeit und Fokus der Studierenden

beanspruchen. Somit geht die Wichtigkeit des Faches Immunologie gegebenenfalls verloren und wichtige Grundlagen, die sich auch in vielen andern Fächern widerspiegeln, werden nicht erlernt. Der Nachweis für die erfolgreiche Teilnahme an dem Fach Immunologie wird durch eine Online-Klausur absolviert. Die Klausur wird mit „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet und die Studierenden können an dieser Klausur zu Hause teilnehmen, was den Lerndruck erheblich reduziert.

Nicht nur in Deutschland ist die unzureichende Bedeutung der Ausbildung in der Veterinärimmunologie ein Problem. Brunner und Shewen fanden in einer internationalen Studie heraus, dass 40% der Dozenten darüber unzufrieden waren, dass Mittel und Zeit in der Lehre der Veterinärimmunologie fehlen [89].

Um das Angebot zu erweitern, wurde in dieser Arbeit ein neues E-Learning Angebot in Form von Handwritten Tutorials erstellt. Die positive Resonanz der Umfrage nach dem ersten Handwritten Tutorial (Natürliche Schutzbarrieren) der Tiermedizinierenden im 1. Semester der LMU München bestätigte, dass Handwritten Tutorials gut angenommen werden und ein Bedarf solcher Videos besteht. Statt sich im Dschungel der vielfältigen Themen der Immunologie zu verirren, sollten Tiermedizinierende immunologische Grundprinzipien beherrschen [89]. Für die folgenden zwei Handwritten Tutorials wurden wegen ihrer fundamentalen Bedeutung das Themengebiet der Antikörper ausgesucht (siehe Literaturübersicht). Die Videos sollten mitunter den Grundstein für diejenigen Studierenden legen, die bis zu dem Zeitpunkt nur mangelnde Kenntnisse über die Grundlagen der Antikörper verfügten.

### **5.2.2 Soft- und Hardware zum Erstellen der Handwritten Tutorials**

Manche Autoren argumentieren, dass Whiteboard Animationen, wie Handwritten Tutorials, hauptsächlich durch spezialisierte Dritte angefertigt werden müssen [90]. In dieser Studie sollte erprobt werden, ob und wie Handwritten Tutorials effektiv selber erstellt werden können. Traditionelle Handwritten Tutorial werden auf Papier gezeichnet und von einer Kamera mit Fokus auf das Papier gefilmt. Diese traditionelle Methode hat folgende Einschränkungen:

- Für die Erstellung von Handwritten Tutorials mit Stift und Papier ist eine Videoausrüstung sowie eine Videobearbeitungssoftware notwendig.
- Zeichnungen müssen derart selbst gezeichnet werden, dass der Kamerawinkel sie gut erfasst und das Licht so eingestellt sein, dass kein Schatten auf dem Papier entsteht, der die Schrift oder Zeichnungen abdunkelt.
- Der Kamerawinkel muss manuell eingestellt werden, um zu relevanten Szenen zu wechseln oder um das Bild heran zu zoomen.
- Fehler beim Zeichnen oder beim Schreiben müssen kompliziert geschnitten oder erneut gefilmt werden.

Aus diesen Gründen wurde für diese Studie zum Erstellen der Videos eine kostenpflichtige digitale Software genutzt. Alle oben aufgeführten Probleme konnten damit digital gelöst werden. Mehrere digitale Softwareprogramme standen zur Auswahl. VideoScribe von der Firma Sparkol wurde aus eigener Präferenz ausgewählt, ohne dass die Firma darauf Einfluss nahm. Das Einarbeiten in die Software war einfach und die Benutzung der meisten Bedienungselemente intuitiv. Die Firma Sparkol stellt zusätzlich viele hilfreiche Video-Tutorial auf einem eigenen YouTube Kanal zur Verfügung. Einige Hürden traten bei der Entwicklung der Videos auf. VideoScribe beinhaltet eine Datenbank mit Bildern, die für die Videos ausgewählt werden können. Die in dieser Studie benötigten Elemente wie z. B. die Zeichnung eines Antikörpers, waren nicht in der Datenbank verfügbar. Deswegen wurden eigene Bilder gemalt, als JPEG Datei eingescannt und zu einer SVG Datei konvertiert. Das Konvertieren zur SVG Datei war notwendig, damit die Bilder nach und nach wie von einer echten Hand gemalt werden und nicht auf einmal erscheinen. Nach Recherche über geeignete kostenfreie Programme für das Konvertieren zu SVG Dateien, wurde die Software Inkscape gewählt. Ein Problem der kostenfreien Programme ist, dass die damit erstellten SVG Dateien so von der digitalen Hand gemalt werden, dass die schwarze Umrandungslinie nicht als einfache, sondern als doppelte Linie gezeichnet wird. Nur mit einem kostenpflichtigen Programm wie Adobe Illustrator wäre es möglich gewesen dieses Problem zu umgehen. Da bei der angewandten Zeichengeschwindigkeit dieser Fehler dem Zuschauer kaum auffällt, wurde für alle Videos das kostenfreie Inkscape zum Konvertieren beibehalten.

Die Scaneinstellungen so zu wählen, dass die SVG Dateien gut erstellt werden konnten, stellte eine weitere Hürde dar. Die selbst gezeichneten Bilder mussten so eingescannt werden, dass die Umrisse scharf und keine anderen grauen Hintergründe sichtbar waren. Dies wurde vor allem damit erreicht, dass in schwarz-weiß statt in Farbe oder Graustufe eingescannt wurde. Bei korrektem Einscannen konnte nach dem Konvertieren fast kein Unterschied zwischen der JPEG und der SVG Datei erkannt werden. Durch die korrekte Scaneinstellung, konnte auch ein weiteres Problem beseitigt werden: Das komplette digitale Füllen von Flächen mit Farbe mittels Inkscape. Auch wenn darauf geachtet wurde, dass beim Malen der Zeichnungen alle Linien geschlossen wurden, kam es bei einer falschen Scaneinstellung zu Zusammenhangstrennungen im Umriss und die Fläche konnte nicht mit Farbe gefüllt werden oder es entstand ein sichtbarer weißer Rand zwischen dem Umriss und der farbigen Fläche.

Bei der Erstellung des ersten Videos (Angeborene Schutzmechanismen) gestaltete sich die Tonbearbeitung als Herausforderung. Für die Tonaufnahmen wurde ein kabelgebundenes Computer Headset mit Mikrofon benutzt. Bei den Aufnahmen gab es starke Hintergrundgeräusche (Eigenrauschen) und die Lautstärke zwischen den Tonspuren die zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden, schwankte zum Teil stark.

Dies konnte teilweise mit dem Tonbearbeitungsprogramm behoben werden, im Gesamtbild war die Qualität der Tonaufnahme jedoch immer noch mangelhaft. Für die nächsten zwei Videos wurde das Studiomikrofon Rode NT USB mit niedrigem Eigenrauschen, Tischstativ, Poppschutz und einem Mischregler benutzt. Die Aufnahmequalität verbesserte sich dadurch erheblich und es konnte eine Tonspur generiert werden, die nur noch geringe Tonschwankungen aufwies.

Das kostenfreie Audiorecorder- und editor Programm Audacity wurde genutzt, um die Tonspur aufzunehmen und zu bearbeiten. Zum Erlernen des Programms, wurden einige Video-Tutorials auf YouTube angesehen. Die Software ist nach kurzer Eingewöhnungsphase einfach zu bedienen und stellte sich für die Produktion von Handwritten Tutorials als sehr nützlich heraus.

Nach den anfänglichen Hürden stellte sich das Rode NT USB Mikrofon, die Software Sparkol, Inkscape und Audacity als eine gute Kombination dar, um professionell aussehende und kostengünstige Handwritten Tutorials zu erstellen.

### **5.2.3 Feedback zu den Handwritten Tutorials**

Für das erste Video (Natürliche Schutzbarrieren) und das zweite Video (Antikörper Aufbau) wurde ein Feedback mittels vier gleichen Einfachauswahl Multiple Choice Fragen und zwei Fragen mit offener Antwortmöglichkeit von den Studierenden ermittelt. Bei den Fragen mit offener Antwortmöglichkeit wurden die Studierenden dazu aufgefordert, mittels Freitext zu erläutern, was ihnen gefallen hat und welche Verbesserungsvorschläge sie haben.

### **Zeichnungen**

Für die Handwritten Tutorials wurde eine Hand ausgesucht um die Bilder malen und Texte schreiben zu lassen, anstatt diese nur statisch einzublenden, da dieser animierte Entstehungsprozess sowohl kognitive Vorteile im Lernvorgang hat, als auch die Lerneffektivität steigern kann [91-93].

Die Zeichnungen in den erstellten Handwritten Tutorials wurden überwiegend im Comic-Stil gezeichnet. Brecht fand heraus, dass ein Video mit Cartoons und Ton häufiger aufgerufen wurde, das Lernen vereinfachte und bessere Noten begünstigte. Zum Vergleich verwendete er zwei Videos ohne, bzw. mit weniger Cartoons/ Ton [41]. Berk empfiehlt in Lehrvideos Elemente wie z. B. Comedy, Action oder Drama einzubauen, um emotionale Reaktionen hervor zu rufen [86]. Er warnt aber auch davor, dass solche Elemente ablenken und den Lerneffekt verringern können, wenn sie unsachgemäß angewandt werden [86]. Demnach ist es eine Gratwanderung, wann die Zeichnungen oder Cartoons zu kindlich wirken. Den meisten Studierenden schienen jedoch die Zeichnungen und Cartoons zu gefallen. Alle Befragten (100%) gaben an, dass die Zeichnungen

verständlich waren. Bei der Frage (mit offener Antwortmöglichkeit) was den Studierenden am meisten gefallen hat, stand mit 65 Nennungen an erster Stelle die Zeichnungen, Animationen und bildlichen Veranschaulichungen. Lediglich vier Studierende gaben an, dass die Zeichnungen etwas zu kindlich waren.

Seit Veröffentlichung der zwei Antikörper Videos auf YouTube, gibt es auch dort etliche positive Rückmeldungen. Das Video „Antikörper Teil 1 Struktur“ wurde am 12.04.2018 veröffentlicht und hatte am 25.09.2019 5.597 Aufrufe, mit 154 „mag ich“ und Null „mag ich nicht“ Bewertungen. Zusätzlich gibt es 14 Kommentare wie z. B. von megamediker „Toll gemacht, vollständig und leicht verständlich. Ich möchte mehr von der DICKEN BERTA sehen. Wann kommen die nächsten Videos?“ und Candyskull Xoxo schrieb „Super Video! Ich studiere gerade und es hat sehr geholfen bitte mach weiter“. Das Video „Antikörper Teil 2 Effektorfunktionen“ wurde am 21.12.2018 veröffentlicht. Dieses Video hatte am 25.09.2019 2.124 Aufrufe, sowie 94 „mag ich“ und Null „mag ich nicht“ Bewertungen. Auch hier kommentierten 14 Zuschauer. Grit Göckeritz schrieb „Vielen Dank für das super Video. Ich finde es sehr anschaulich und mit tollen Eselsbrücken!!!“, Yenin Hulsmann schrieb „Wahnsinn“ und Tom Verlemann schrieb „Gefällt mir sehr, gerne mehr davon“. Insgesamt haben 117 Zuschauer Stand 25.09.2019 den YouTube Kanal ImmuLearn abonniert.

Diese Rückmeldungen validieren, dass Zeichnungen im Cartoon-Stil in den Handwritten Tutorials bei den Studierenden und anderen Zuschauern generell sehr gut ankommen.

### **Eselsbrücken**

Da in der Immunologie weniger der Abruf von Fachbegriffen, sondern eher das Verständnis von Abläufen und das Abrufen von Fakten gelernt werden muss, wurde bei den erstellten Handwritten Tutorials die Eselsbrücken-Methode angewandt. Eselsbrücken nennt der Gedächtnisweltmeister Karsten auch Expertenbrücken, weil man mit ihnen Informationen sicher abrufen und konkret zuordnen kann [70]. Bewusste Vernunft und kreative und verrückte Eselsbrücken helfen den Abruf aus dem Gedächtnis [70]. Aus diesem Grund und um den Stoff aufzulockern, wurden Eselsbrücken im Comic-Stil kreiert. Ein Beispiel hierfür ist die B-Zelle, die Antikörper produziert. Als Eselsbrücke wurde im Video die „Dicke Berta“ eingebaut, die MEGA jonglieren kann. Die Dicke Berta symbolisiert die B-Zelle und MEGA ist die Eselsbrücke für die Antikörper IgM, IgE, IgG und IgA.

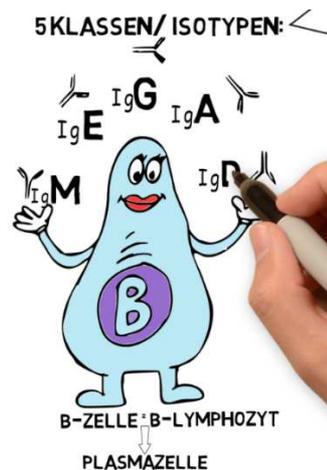


Abbildung 16: Beispiel einer Eselsbrücke: „Die Dicke Berta kann MEGA jonglieren“

Es wurden so viele Eselsbrücken wie möglich eingebaut, um eine Bewertung dieser zu erhalten und die Studierenden anzuregen in der Zukunft selbst Eselsbrücken als Lernstrategie anzuwenden. Fast alle Tiermedizinstudierende (92%) bejahten, dass ihnen die Eselsbrücken als Merkhilfe helfen. Bei der offenen Antwortmöglichkeit, gaben 37 Studierende an, dass ihnen die Eselsbrücken gefallen haben. Dies war nach den Zeichnungen die zweithäufigste Nennung. Jedoch sollte darauf geachtet werden, dass die Nutzung von Eselsbrücken nicht übertrieben wird oder die Eselsbrücken zu abstrakt werden. Dieses wurde von zehn Studierenden als Verbesserungsvorschlag angegeben. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass gezielt eingesetzte und nicht zu abstrakte Eselsbrücken gut bei Studierenden ankommen und eine Einbindung in die Lehre sinnvoll erscheint.

### **Sprache, Verständlichkeit, Tempo**

Die hinterlegte Stimme bei Lehrvideos sollte in alltäglicher Sprache erfolgen und die Intonation so gewählt werden, dass die Zuschauer motiviert zuhören [94]. Zusätzlich ist eine Übereinstimmung zwischen den Bildern und dem Gesprochenen wichtig [94]. Dies wurde in den Handwritten Tutorials erfolgreich umgesetzt, denn fast alle Studierenden (99%) bejahten die Frage, ob die Sprache klar und deutlich war. Zusätzlich nannten 26 Studierende in der offenen Antwortmöglichkeit, dass ihnen die verständlichen Erklärungen gefallen haben. Die Geschwindigkeit empfanden 81% der Befragten als genau richtig. Die Ergebnisse zeigen, dass die gewählte Sprache, Verständlichkeit und das Tempo für die erstellten Handwritten Tutorials richtig gewählt wurden.

### **Ton**

Roshier et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass die Tonqualität für Tiermedizinstudierende ein wichtiges Merkmal von Lehrvideos darstellt [95]. An erster Stelle wurde in dieser Studie bei den Verbesserungsvorschlägen mit 11 Nennungen die Schwankungen in der Lautstärke oder Tonqualität bemängelt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Tonspur nicht an einem Stück aufgenommen wurde, sondern

teilweise an verschiedenen Tagen. Es wurde zwar immer der gleiche Ort für die Tonaufnahmen gewählt; die exakt gleichen Bedingungen wie z. B. der gleiche Abstand zwischen Mund und Mikrofon oder die gleiche Stimmlautstärke konnten aber nicht eingehalten werden. Wie schon oben beschrieben, wurde die Tonqualität nach dem ersten Video durch den Wechsel des Mikrofons zwar verbessert, aber die Schwankungen des Tons zwischen den verschiedenen Aufnahmen konnten nur teilweise durch Audacity ausgebessert werden. Hier wäre für zukünftige Projekte sinnvoll, die Aufnahmen in einer Sitzung aufzunehmen. Alternativ könnte die Nutzung eines Tonstudios oder ein besseres Tonbearbeitungsprogramm in Betracht gezogen werden.

### **Langsamer Aufbau, Übersichtsbild und Zusammenfassung**

Online-Tutorials sollten so gestaltet sein, dass immer nur fünf bis neun Elemente auf einem Bildschirm erscheinen, um von dem Zuschauer besser verarbeitet zu werden [68]. Larsen fand in ihrer Studie heraus, dass bei Handwritten Tutorials der Zuschnitt des Bildrahmens mit der schreibenden Hand, das Lernen zu unterstützen scheint [94]. Wenn mehrere Elemente in Online-Tutorials zusammenkommen, sollten diese so organisiert werden, dass die Zusammenhänge sichtbar sind und eine Übersicht am Ende entsteht [68]. Das Feedback der Handwritten Tutorials bestätigte diese Theorie. 13 Studierende gaben in der offenen Antwortmöglichkeit an, dass ihnen der langsame Aufbau und das Übersichtsbild am Ende gefallen hat. Mehr Platz zwischen den Zeichnungen wünschten sich dagegen fünf Studierende. Dies war aber nicht zu verwirklichen, da sonst das Übersichtsbild am Ende des Videos nicht gut lesbar auf einen Bildschirm gepasst hätte.

Nach dem ersten Video gaben zwei der 15 Studierenden an, dass sie eine kurze Zusammenfassung am Ende des Videos als hilfreich erachten würden. Dies wurde in den folgenden zwei Videos berücksichtigt und 11 Studierende gaben dann in der offenen Antwortmöglichkeit an, dass ihnen die Zusammenfassung am Ende gefallen hat.

Die Ergebnisse zeigen, dass der langsame Aufbau zum Übersichtsbild und eine Zusammenfassung des Stoffs am Ende der Handwritten Tutorials bei den Befragten auf gute Resonanz stieß.

#### **5.2.4 Effektivität der Handwritten Tutorials/ Lernerfolg**

Viele Studien zeigen, dass E-Learning die Motivation zum Lernen erhöht [41, 49], dass die Lernzeit durch E-Learning verkürzt wird [48] und der Lernerfolg höher sein kann [41, 96]. In dieser Studie sollte mitunter der Lernerfolg bzw. die Lerneffektivität der comicstil-artigen Eselsbrücken in den Handwritten Tutorials mit inhaltlichen Fragen zu den Videos untersucht werden. Einige Fragen zielten direkt auf die eingesetzten Eselsbrücken ab. So war beispielsweise die Frage „Welche Typen von leichten Ketten gibt es?“ mit der

Eselsbrücke von einem Lamm und einer Kappe, jeweils mit zwei Federn als Symbol für die leichten Ketten verbunden (siehe Abbildung 16).

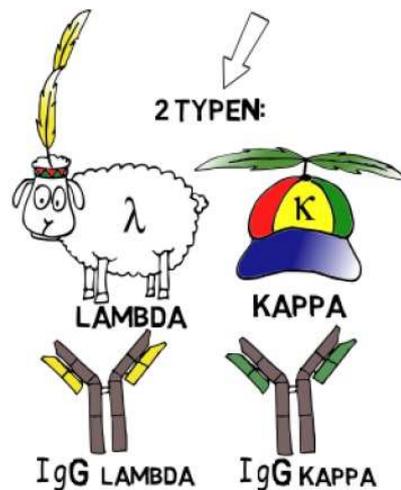


Abbildung 17: Zwei Eselsbrücken, die in den inhaltlichen Fragen verwendet wurden

96% der befragten Studierenden beantworteten die Frage mit Lambda und Kappa richtig, 2% wählten Kappa und Gamma und 2% antworteten nicht. Die Ergebnisse lassen die Spekulationen zu, dass die Studierenden die Eselsbrücken nutzten, um die Fragen richtig zu beantworten. Studien, die die These unterstützen, dass comicstilartige Eselsbrücken in den Handwritten Tutorials den Lernerfolg steigern, konnten nicht gefunden werden. Es gibt jedoch Studien, die die Effektivität von Whiteboard Animationen, comicstilartigen Darstellungen und von Eselsbrücken untersuchten. Turkey und Moulton untersuchten verschiedene Videoformate und fanden heraus, dass Whiteboard Animationen sowohl das Lernen, als auch die Lernmotivation fördern [90]. Mayer und Estrella sowie Plass et al. und Um et al. fanden in ähnliche konfigurierten Studien heraus, dass die Nutzung von sogenannten „emotional designs“, wie das Darstellen von körpereigenen Zellen mit ausdrucksvollen Augen, bei inhaltlichen Fragen bessere Ergebnisse erzielten, als bei der Darstellung der Grafiken ohne emotional designs (wie die Darstellung von körpereigenen Zellen als Kreis) [97-99]. Die Nutzung von Mnemotechniken reicht weit vor den Einsatz von E-Learning zurück. Dass Mnemotechniken wie Eselsbrücken den Lernerfolg steigern, haben beispielsweise Levin, Stalder, Van Voorhis und Carlson et al. in ihren Studien herausgefunden [100-103]. Wenn die einzelnen Elemente (Whiteboard Animationen, comicstilartigen Darstellungen und Eselsbrücken) den Lernerfolg steigern können, kann davon ausgegangen werden, dass die Kombination derer dies auch bewirkt.

### 5.2.5 Limitationen und methodische Einschränkungen

Bei der Beurteilung innovativer Lernmethoden, wie den Handwritten Tutorials in dieser Studie, können die Reaktionen anfangs euphorischer sein, als beim dauerhaften Angebot [90].

Auch bei der Erprobung des Lernerfolgs gibt es mehrere Limitationen und methodische Einschränkungen. Bei der vorliegenden Studie gab es keine Kontrollgruppe für die inhaltlichen Fragen der Videos. Die Antworten zu den Fragen, die inhaltlich auf die benutzten Eselsbrücken zurückgriffen, ergeben lediglich eine Tendenz, dass Handwritten Tutorials mit comicstilartigen Eselsbrücken den Lernerfolg steigern, aber ohne Kontrollgruppe bleibt dies Spekulation. Eine weitere Studie mit Kontrollgruppe, die z. B. den gleichen Lernstoff in einer Vorlesung präsentiert bekommt, könnte aussagekräftige und statistisch relevante Ergebnisse erzielen. Die inhaltlichen Fragen wurden direkt nach der Präsentation der Videos gestellt. Ein Test zu einem späteren Zeitpunkt, würde außerdem die Beurteilung ermöglichen, ob die Inhalte der Handwritten Tutorials und deren Eselsbrücken im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden.

Generell müssen Studien, die den Lernerfolg von E-Learning Programmen beurteilen immer kritisch betrachtet werden. Ein Nachteil von Vergleichsstudien ist, dass E-Learning mit traditionellen Lernformen wie einer Vorlesung verglichen wird [104]. E-Learning präsentiert durch die inkorporierten Eigenschaften, wie z. B. Video und Audio eine neuartige Methode und andere Themeninhalte, die keinen direkten Vergleich zu traditionellen Lernformen zulassen [104, 105]. Ein weiteres Problem sind Studien, die Studierende nicht in zufällige Gruppen einteilen, sondern Studierende frei entscheiden lassen, ob sie das zu erforschende E-Learning Angebot nutzen. In solchen Studien könnten generell mehr zum Lernen motivierte Studierende die extra E-Learning Angebote nutzen [96]. Genau diese Studierenden würden aber auch ohne E-Learning Angebote besser abschneiden.

Bei den Limitationen und Einschränkungen sei auch zu erwähnen, dass Studierende den Lernerfolg zumindest oft subjektiv wahrnehmen, was wiederum zu mehr Selbstsicherheit in Prüfungen und im Resultat zu besseren Prüfungsergebnissen führen kann [77].

### **5.3 Ausblick**

Gutes E-Learning sollte von einer Fakultät so gestaltet werden, dass es langfristig eingesetzt und in die Strukturen des Veterinärstudiums mit eingebunden wird [45]. Obwohl schon viele E-Learning Angebote innerhalb der Tierärztlichen Fakultät München kreiert wurden, sind viele dieser entweder gar nicht mehr für Studierende zugänglich und diejenigen die existieren, waren zum Zeitpunkt der Studie nicht an einer zentralen Stelle in Moodle verfügbar. Seit Mai 2019 gibt es auf Moodle der Tierärztlichen Fakultät München die neue Rubrik „e-Learning@VET. Diese neue Anlaufstelle für E-Learning Angebote hat ein strukturiertes Verzeichnis mit verlinkten E-Learning Angeboten. Dort könnten, die im Zuge von Dissertationen oder anderen Projekten, entwickelten E-Learning Programme wieder angeboten werden.

Diese und andere Umfragen haben bestätigt, dass eine Nachfrage nach E-Learning Angeboten besteht. Weitere Projekte sollten ins Leben gerufen werden, um verschiedene Angebote wie Podcasts, Kurzvideos, Tutorien, Foren und Apps weiter auszubauen, um allen Lerntypen gerecht zu werden [42].

Es sollte zusätzlich darüber entschieden werden, ob wenn möglich, einheitliche Programme gewählt werden, um E-Learning Angebote zu entwickeln. Dies würde den Dozenten die Produktion und den Studierenden die Nutzung vereinfachen. Ein gelungenes Beispiel ist die Plattform CASUS von der Instruct AG in München [106]. Diese Plattform wird bereits von den Tierärztlichen Fakultäten von Hannover und Wien benutzt, um die von ihnen entwickelten CASUS Fälle für die Studierenden bereitzustellen.

Die Kooperation mit anderen Universitäten in einem Hochschulverband um E-Learning Programme auszutauschen oder sie gemeinsam zu produzieren und um sich gegenseitig Lehrveranstaltungen anzuerkennen und zu zertifizieren wäre sinnvoll [20, 107]. Jede der acht deutschsprachigen tiermedizinischen Bildungsstätten kreiert autark E-Learning Programme. Ein Austausch würde jeder Universität Zeit und Ressourcen sparen [36]. So könnten gerade Fächer ohne eigene Prüfung wie die Immunologie, von zusätzlichen Angeboten profitieren. In einem Pilotprojekt wurde 2010 ein Wahlpflichtfach im Themengebiet der Neuroimmunologie mit E-Learning Komponenten in Zusammenarbeit von der Tierärztlichen Hochschule Hannover und der Vetsuisse-Fakultät in Bern erstellt [108]. Im EU-geförderten vetVIP (veterinärmedizinische virtuellen Patienten) – Projekt, an dem drei tiermedizinische Universitäten im Jahre 2012 teilnahmen, wurde ein CASUS Programm in naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern entwickelt und den Studierenden aller drei Universitäten zur Nutzung angeboten [78]. Diese Projekte zeigen, dass die Zusammenarbeit von verschiedenen Universitäten zur Produktion von E-Learning Angeboten möglich ist, alle beteiligten Universitäten davon profitieren und dass Tiermedizinstudierende solche Kurse befürworten [78, 108].

An Universitäten hat die Forschung für viele Dozenten immer noch einen höheren Stellenwert, als die Lehre [107]. Wenn es darum geht, zusätzlich E-Learning Programme zu kreieren, stellt dies eine zusätzliche Herausforderung dar. Um Dozenten zu animieren E-Learning Angebote vermehrt in die Lehre einzubinden, schlagen die Autoren von „The Digital Turn“ vor, eine gewisse Anzahl von Blended-Learning Veranstaltungen zur Voraussetzung zu machen oder Dozenten durch Lehrfreisemester die Möglichkeit zu geben, sich mit der Thematik E-Learning zu beschäftigen [107].

Müller fand heraus, dass viele Dozierende Vorlesungsaufzeichnungen zwar kritisch gegenüberstehen, die meisten jedoch bereit wären, ihre Vorlesung aufzeichnen zu lassen [109]. Vor allem wurde deutlich, dass sich Dozierende Unterstützung wie Anleitungen und Schulungen auf diesem Gebiet wünschen [109]. Dozenten sollten Schulungen und

Unterstützung im Gebiet des E-Learning erhalten [50]. Die LMU bietet bereits Unterstützung durch die eUniversity und die Unterrichtsmittschau an. Referat VI.6 der LMU bietet mit eUniversity allen Mitarbeitern technische und didaktische Beratung und Unterstützung über eine Vielzahl von E-Learning Angeboten und bietet Kamerasetts und Zubehör zum Leihen an [110]. Diese Angebote sind kostenfrei, wenn die Angebote für die Lehre an der LMU genutzt werden. Die Fakultät für Psychologie und Pädagogik bietet mit ihrem Angebot Unterrichtsmittschau Unterstützung für videobasierte E-Learning Angebote an. Vorlesungen werden beispielsweise durch Regisseure aufgezeichnet und diese dann bei VideoOnline eingestellt. Dieser Service ist kostenpflichtig. Die Unterrichtsmittschau bietet auch Unterstützung bei andern Videoproduktionen und E-Tutorials an [111]. Zusätzlich bieten sowohl die eUniversity als auch die Unterrichtsmittschau Trainings- und Schulungsprogramme an. Grundsätzlich wäre auch die Schaffung einer zentralen Arbeitsgruppe für die Tierärztliche Fakultät in München möglich, wie die E-Learning Beratung der Tierärztlichen Hochschule Hannover, die es seit 2005 gibt [112].

Die Umfragen dieser Studie waren eine Momentaufnahme der Tiermedizinierenden der LMU München. In Zukunft könnten standardisierte Fragebögen verwendet werden, die es ermöglichen Veränderungen im zeitlichen Verlauf zu erfassen. Damit könnte beispielsweise ermittelt werden, ob sich die Nutzung von E-Learning Angeboten nach der nun angebotenen Rubrik „e-Learning@VET“ auf Moodle verändert, oder ob die Nutzung von E-Learning Angeboten im Verhältnis zum Angebot steigt, vor allem, wenn diese der Prüfungsvorbereitung dienen.

## 6 Zusammenfassung

### **E-Learning an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München mit Erprobung von Handwritten Tutorials (Whiteboard Animation) im Themengebiet der Immunologie**

Das Studienfach der Immunologie ist ein wichtiger Grundstein für zahlreiche andere Fächer im Tiermedizinstudium, steht aber wegen fehlender Prüfungsvorschrift nicht im Fokus der Tiermedizin Studierenden. Um das Interesse für die Immunologie zu wecken, wurden drei Handwritten Tutorials mit comicstilartigen Eselsbrücken entwickelt und getestet. Die Ermittlung des Status Quo und Bedarfs in punkto E-Learning der Studierenden der Tierärztlichen Fakultät der LMU München war der zweite Bestandteil dieser Studie.

Hierfür wurden die Handwritten Tutorials mittels dem Programm VideoScribe erstellt und von 193 Tiermedizin Studierenden im ersten, vierten und sechsten Fachsemester mittels Umfrage bewertet. Zusätzlich beantworteten 212 Tiermedizin Studierende dieser Semester inhaltliche Testfragen zu den Handwritten Tutorials. Um den Status Quo und den Bedarf von E-Learning zu ermitteln, wurden sowohl die oben aufgeführten 193 Studierenden als auch 538 Studierende in einer Online-Umfrage aller Semester befragt.

Obwohl 94 % der Tiermedizin Studierenden der LMU München den Wunsch nach mehr E-Learning Programmen äußerten und sich ein Spektrum von Angeboten wünschten, lernten sie zum Zeitpunkt der Studie am seltensten damit und 35% hatten noch nie ein E-Learning Angebot genutzt. Die Ergebnisse der Arbeit rechtfertigen die Aussagen, dass E-Learning Angebote veranstaltungsvertiefend, hauptsächlich zur Prüfungsvorbereitung und freiwillig sein sollten. Des Weiteren sollten Tutorials Fragen zur Selbstkontrolle enthalten und Handwritten Tutorials eine Dauer von 10- 30 Minuten nicht überschreiten.

Die Kombination von den Programmen VideoScribe, Audacity und Inkscape bewährte sich, um professionell aussehende und kostengünstige Handwritten Tutorials zu erstellen. Die Zeichnungen, Animationen und bildlichen Veranschaulichungen gefielen den Tiermedizin Studierenden besonders; gefolgt von den in die Videos eingebauten Eselsbrücken. Diese Merkhilfen, wurden von 92% der Studierenden als hilfreich eingestuft. Die Ergebnisse der Testfragen lassen außerdem vermuten, dass die Eselsbrücken zur korrekten Beantwortung der Fragen beigetragen haben.

Diese Studie zeigt, dass Handwritten Tutorials eine kostengünstige Alternative sind, um E-Learning Angebote zu erweitern und gerade Fächer ohne eigene Prüfung, wie die Immunologie, würden von solchen Angeboten profitieren. Um den Wunsch der Studierenden nach mehr E-Learning Angeboten nachzukommen, müssen Universitäten einen zentralen Ort schaffen, der Zugriff auf alle vorhandenen E-Learning Angebote gewährt.

Des Weiteren sollten die Universitäten den Dozenten im Bereich E-Learning Unterstützung anbieten und mit anderen Institutionen zusammenarbeiten, um effektiv und kostengünstig hochwertige E-Learning Angebote zu entwickeln.

## 7 Summary

### **E-learning at the Faculty of Veterinary Medicine of the LMU Munich with testing of handwritten tutorials (whiteboard animation) in the field of immunology**

The study of immunology is an important cornerstone for many other subjects in veterinary medicine but due to the missing requirement of German universities for an exam, it is not in the focus of veterinary medicine students. In order to arouse interest in immunology, three handwritten tutorials with comic style mnemonics were developed and tested. The second part of the study was the determination of the status quo and demand for e-learning of the veterinary students at the LMU Munich.

For this purpose, the handwritten tutorials were created using the program VideoScribe and evaluated by 193 veterinary medicine students in the first, fourth and sixth semester by means of a survey. In addition, 212 veterinary medicine students of these semesters answered test questions covered in the handwritten tutorials. In order to determine the status quo and demand for e-learning, both the 193 students listed above and 538 students of all semesters in an online survey were questioned.

Although 94% of the veterinary students at the LMU Munich expressed a desire for more and a wider range of e-learning programs, they were the least likely to study with e-learning programs at the time of this study and 35% had never used one. The results also justify the statements that e-learning courses should be incorporated as blended learning, should mainly be offered for exam preparation and should be voluntary. Furthermore, tutorials should include questions for a self-check and handwritten tutorials should not exceed a duration of 10-30 minutes.

The combination of the programs VideoScribe, Audacity and Inkscape has proven itself to provide professional-looking and affordable handwritten tutorials. The drawings, animations and pictorial illustrations particularly pleased the veterinary students; followed by the mnemonics built into the videos. These memory aids were rated helpful by 92% of the students. The results of the test questions also suggest that the mnemonics contributed to the students answering the questions correctly.

This study shows that handwritten tutorials are a cost-effective alternative to increase the range of e-learning programs. Especially subjects without their own exams, such as immunology, would benefit from such offers. In order to meet the students' desire for more e-learning programs, universities need to create a central location that provides access to all existing e-learning programs. In addition, universities should offer e-learning support to faculty and cooperate with other institutions to develop high-quality e-learning programs effectively and at lower cost.

## Literaturverzeichnis

1. Tizard, I.R., *Veterinary immunology*. 10th ed. 2018, St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 395.
2. STEINER, K., et al., *Wie suchen und beurteilen Studierende der Veterinärmedizin Informationen im Internet?—Ergebnisse zweier Umfragen*. Wiener Tierärztliche Monatschrift, 2014(101): p. 149-159.
3. *Verordnung zur Approbation von Tierärztinnen und Tierärzten (TAppV)*. 20.12.2016.
4. Day, M.J. and R.D. Schultz, *Veterinary immunology*. 2nd ed. 2014, Boca Raton: CRC Press. p. 266.
5. Moritz, A., W. Kraft, and U. Dürr, *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 7th ed. 2014, Stuttgart: Schattauer. p. 596-600, 641.
6. Kerr, M., *Veterinary laboratory medicine*. 2nd ed. 2002, Malden, MA: Blackwell Science. p. 182-187.
7. *Idexx SNAP-Tests*. Last Update Retrieved 16.01.2019, from <https://www.idexx.de/de/veterinary/snap-tests/snap-tests-technology/>.
8. Coggins, L., N.L. Norcross, and S.R. Nusbaum, *Diagnosis of equine infectious anemia by immunodiffusion test*. Am J Vet Res, 1972. **33**(1): p. 11-8.
9. Callahan, G.N. and R.M. Yates, *Basic veterinary immunology*. 2014, Boulder, Colorado: Univ. Press of Colorado. p. 243-252, 274-179, 283-284.
10. Jungi, T.W., *Klinische Veterinär-Immunologie*. 2000, Stuttgart: Enke. p. 37-42.
11. Michels, G.M., et al., *A blinded, randomized, placebo-controlled, dose determination trial of lokivetmab (ZTS-00103289), a caninized, anti-canine IL-31 monoclonal antibody in client owned dogs with atopic dermatitis*. Veterinary Dermatology, 2016. **27**(6): p. 478-e129.
12. Grolle, J., *Zerfressene Knochen*, in *Der Spiegel*. 2015, Spiegel-Verlag: Hamburg. p. 120.
13. *adivo GmbH*. Last Update Retrieved 18.01.2019, from <https://adivo.vet/>.
14. Arnold, P., et al., *Handbuch E-Learning*. 5th ed. 2018, Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
15. Kerres, M., *Mediendidaktik*. 5th ed. 2018, Berlin ; Boston: De Gruyter.
16. Vardi, M.Y., *Will MOOCs destroy academia?* Communications of the ACM, 2012. **55**(11): p. 5-5.
17. Hollands, F.M. and D. Tirthali, *MOOCs: Expectations and reality*. Center for Benefit-Cost Studies of Education, Teachers College, Columbia University, 2014. **138**.
18. Muuß-Merholz, J. and F. Schaumburg, *Open Educational Resources (OER) für Schulen in Deutschland 2014, Whitepaper zu Grundlagen, Akteuren und Entwicklungen*. Internet & Gesellschaft Collaboratory e.V., 2014.

19. *e-teaching.org- Learning Analytics*. Last Update Retrieved 20.02.2019, from [https://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/learning\\_analytics](https://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/learning_analytics).
20. Handke, J. and A.M. Schäfer, *E-Learning, E-Teaching und E-Assessment in der Hochschullehre*. 2012, München: Oldenbourg.
21. Mason, R. and F. Rennie, *Elearning: The key concepts*. 2006, New York: Routledge.
22. Gruttmann, S., *Formatives E-Assessment in der Hochschullehre-computerunterstützte Lernfortschrittskontrollen im Informatikstudium*. 2010.
23. Klimsa, P. and L.u.J. Issing, *Online-Lernen: Planung, Realisation, Anwendung und Evaluation von Lehr- und Lernprozessen online*, P. Klimsa and L.J. Issing, Editors. 2011, Oldenbourg: München. p. 13-14.
24. Seidel, N., *E-learning-modul on integrated water resources management: konzepte und werkzeuge für die realisierung einer hypervideo-basierten lernumgebung*. DeLFI 2012: Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik eV, 2012: p. 191-302.
25. Wache, M., *E-Learning–Bildung im digitalen Zeitalter*. Studie der Bundeszentrale für politische Bildung, 2003.
26. Griesehop, H.R. and E. Bauer, *Lehren und Lernen online: Lehr-und Lernerfahrungen im Kontext akademischer Online-Lehre*. 2017: Springer.
27. Schimpf, W., *Digitalisierung der Schulen, Die drei Hauptprobleme der Digitalisierung des Unterrichts*, in *Süddeutsche*. 2018: München.
28. Himmelrath, A., *Bildungsmesse Didacta- So geht das Lernen der Zukunft*, in *Spiegel*. 2018, Spiegel Verlag: Hamburg.
29. Kerres, M., *E-Learning vs. Digitalisierung der Bildung: Neues Label oder neues Paradigma*, in *Handbuch E-Learning*, A. Hohenstein and K. Wilbers, Editors. 2016, Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst: Köln.
30. *moodle.org*. Last Update Retrieved 22.02.2019, from <https://moodle.org/>.
31. Isseks, M., *How PowerPoint is killing education*. *Educational Leadership*, 2011. **68**(5): p. 74-76.
32. James, K.E., L.A. Burke, and H.M. Hutchins, *Powerful or pointless? Faculty versus student perceptions of PowerPoint use in business education*. *Business Communication Quarterly*, 2006. **69**(4): p. 374-396.
33. Tlhoaele, M., et al., *Using clickers to facilitate interactive engagement activities in a lecture room for improved performance by students*. *Innovations in Education and Teaching International*, 2014. **51**(5): p. 497-509.
34. Keough, S.M., *Clickers in the Classroom: A Review and a Replication*. *Journal of Management Education*, 2012. **36**(6): p. 822-847.
35. Holzer, A., et al. *Speakup—a mobile app facilitating audience interaction*. in *International Conference on Web-Based Learning*. 2013. Springer.
36. Fischer, M.G., *E-Learning in der medizinischen Aus-, Fort-und Weiterbildung*. *Medizinische Klinik-Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 2003. **98**(10): p. 594-597.

37. Hildebrandt, N., *Untersuchung zur Vereinbarkeit von Studium und Familie an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover unter Berücksichtigung der Digitalisierung der Lehre*. 2018, Tierärztliche Hochschule Hannover.
38. Foster, R.G. and K. Wulff, *The rhythm of rest and excess*. *Nature Reviews Neuroscience*, 2005. **6**(5): p. 407-414.
39. Rust, I. and M. Krüger, *Der Mehrwert von Vorlesungsaufzeichnungen als Ergänzungsangebot zur Präsenzlehre, in Wissensgemeinschaften. Digitale Medien – Öffnung und Offenheit in Forschung und Lehre*, T. Köhler and J. Neumann, Editors. 2011, Waxmann: Münster ; New York ; München ; Berlin. p. 229-239.
40. Mertens, R., A. Krüger, and O. Vornberger, *Einsatz von Vorlesungsaufzeichnungen*. *Good Practice-Netzbasierendes Lehren und Lernen*. Osnabrücker Beiträge zum medienbasierten Lernen, 2004. **1**: p. 79-92.
41. Brecht, H.D., *Learning from online video lectures*. *Journal of Information Technology Education*, 2012. **11**(1): p. 227-250.
42. Neel, J.A. and C.B. Grindem, *Learning-style profiles of 150 veterinary medical students*. *Journal of Veterinary Medical Education*, 2010. **37**(4): p. 347-352.
43. Schulmeister, R., *Diversität von Studierenden und die Konsequenzen für E-Learning, in Campus 2004. Kommen die digitalen Medien an den Hochschulen in die Jahre? 2004*, Waxmann: Münster u. a. p. 133-144.
44. Dathe, M., *Vermittlung von „Cultural Studies“ als Blended Learning, in E-Learning- Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle*, M.H. Breitner and G. Hoppe, Editors. 2005, Physica-Verlag HD: Heidelberg. p. 129-142.
45. Schaper, E. and A. Tipold, *Erfolgreiche E-Learning-Szenarien in der universitären, veterinärmedizinischen Ausbildung*. *Hamburger eLearning-Magazin*, 2015. **14**: p. 26-27.
46. Sostmann, K., J. Henning, and J.P. Ehlers, *Human-und Tiermedizin-Technologieeinsatz im Gesundheitswesen, in Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, M. Ebner and S. Schön, Editors. 2013, Verlags Books on Demand: Norderstedt. p. 531-538.
47. Kulik, C.-L.C. and J.A. Kulik, *Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis*. *Computers in human behavior*, 1991. **7**(1-2): p. 75-94.
48. Kulik, C.-L.C., J.A. Kulik, and B.J. Shwalb, *The effectiveness of computer-based adult education: A meta-analysis*. *Journal of educational computing research*, 1986. **2**(2): p. 235-252.
49. Harandi, S.R., *Effects of e-learning on Students' Motivation*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015. **181**: p. 423-430.
50. McKimm, J., C. Jollie, and P. Cantillon, *Web based learning*. *BMJ*, 2003. **326**(7394): p. 870-873.

51. Sötje, L., *Lehren und Lernen in der veterinärmedizinischen Ausbildung : Teaching and Learning in Veterinary Education*. 2013, Freie Universität Berlin.
52. Encarnação, J., W. Leidhold, and A. Reuter, *Szenario: Die Universität im Jahre 2005*. Informatik-Spektrum, 2000. **23**(4): p. 264-270.
53. Adamczyk, C., et al., *Student learning preferences and the impact of a multimedia learning tool in the dissection course at the University of Munich*. *Annals of Anatomy*, 2009. **191**: p. 339-348.
54. Bernkopf, M., S. Franz, and W. Baumgartner, *Experiences with a blended learning course for clinical veterinary education at the University of Veterinary Medicine Vienna, Austria*. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere/Nutztiere*, 2010. **38**(02): p. 99-108.
55. Dittler, U., *Ein kurzer historischer Rückblick auf die bisherigen drei Wellen des E-Learning*, in *E-Learning 4.0: Mobile Learning, Lernen mit Smart Devices und Lernen in sozialen Netzwerken*, U. Dittler, Editor. 2017, Walter de Gruyter GmbH & Co KG. p. 5-42.
56. Tamim, R.M., et al., *What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study*. *Review of Educational research*, 2011. **81**(1): p. 4-28.
57. Ollermann, F., et al., *Empirische Untersuchung zur Veränderung des Studienalltags durch Einführung eines Lernmanagementsystems*. *Lecture Notes in Informatics*, 2006. **87**: p. 219-230.
58. *Virtuelle Hochschule Bayern*. Last Update Retrieved 26.02.2019, from <https://www.vhb.org/>.
59. *how2*. Last Update Retrieved 21.02.2019, from <https://how2.expert/video-content-marketing/infotainment-mit-dem-munchner-kindl.html>.
60. *SPARKOL VideoScribe*. Last Update Retrieved 01.01.2019, from <https://www.videoscribe.co/en/>.
61. *Doodly*. Last Update Retrieved 21.02.2019, from <https://www.doodly.com/>.
62. *EasySketchPro 3.0*. Last Update Retrieved 21.02.2019, from <http://easysketchpro.com/>.
63. *YouTube- Armando Hasudugan*. Last Update Retrieved 21.02.2019, from <https://www.youtube.com/user/armandohasudungan/featured>.
64. *Handwrittentutorials.com*. Last Update Retrieved 21.02.2019, from <http://www.handwrittentutorials.com/>.
65. *Sketchymedical*. Last Update Retrieved 21.02.2019, from <https://www.sketchymedical.com/>.
66. Weidenmann, B., *Lernen mit Bildmedien*. 1994, Weinheim [u.a.]: Beltz.
67. Standing, L., *Learning 10000 pictures*. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 1973. **25**(2): p. 207-222.

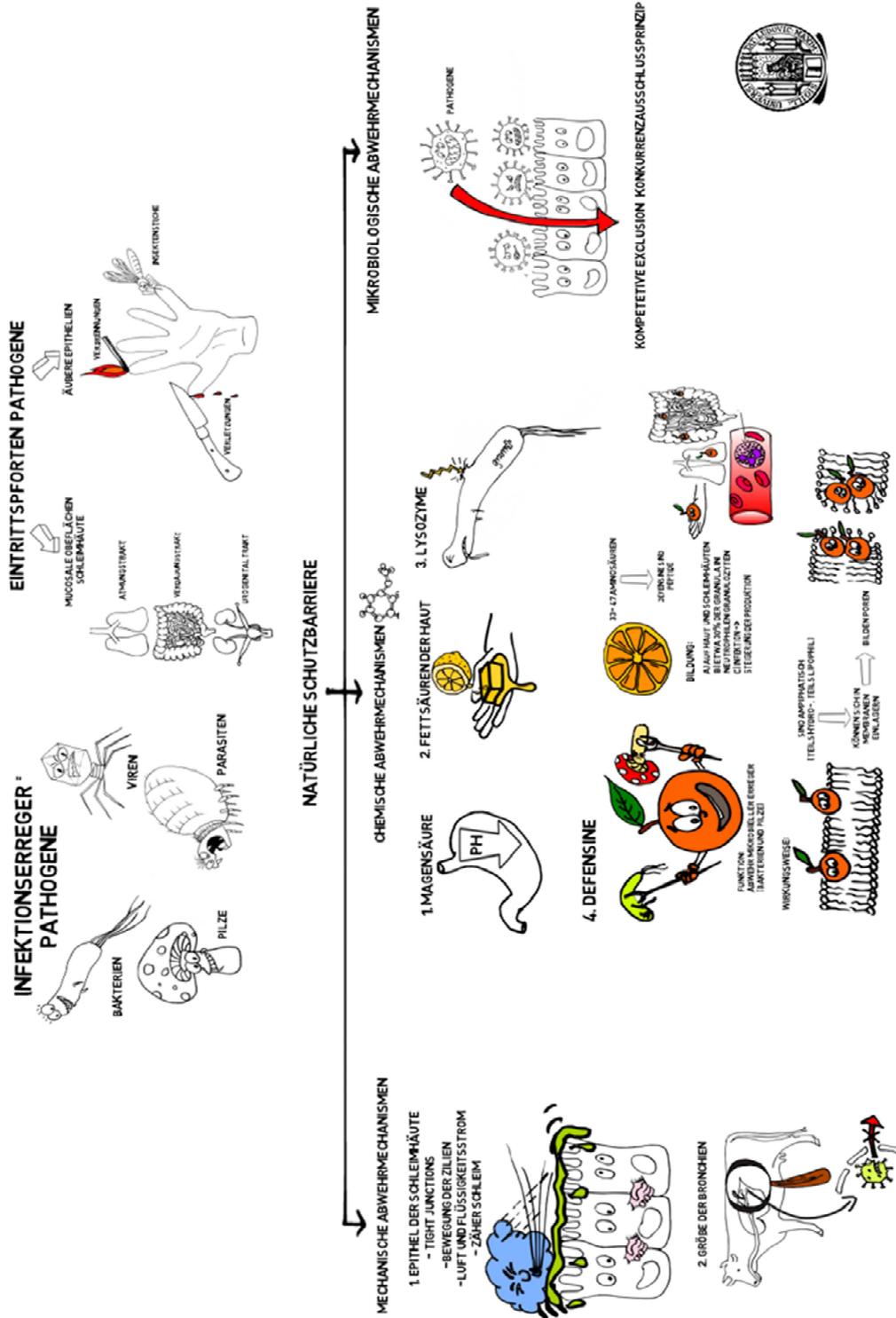
68. Ally, M., *Foundations for educational theory for online learning*, in *The theory and practice of online learning*, T. Anderson and F. Elloumi, Editors. 2008, Athabasca University Press. p. 3-31.
69. Konrad, B.N., *Alles nur in meinem Kopf*. 2016, München: Ariston Verlag.
70. Karsten, G., *So lernen Sieger*. 2012, München: Mosaik Verlag.
71. Carney, R.N. and J.R. Levin, *Conquering mnemonophobia, with help from three practical measures of memory and application*. *Teaching of Psychology*, 2008. **35**(3): p. 176-183.
72. *Happy Hippocampus - Medizin leichter lernen als je zuvor*. Last Update Retrieved 24.03.2019, from <https://happyhippocampus.com/>.
73. Lawson, M. and D. Hogben, *Learning and recall of foreign-language vocabulary: Effects of a keyword strategy for immediate and delayed recall*. *Learning and Instruction*, 1998. **8**(2): p. 179-194.
74. *Inkscape Draw Freely*. Last Update Retrieved 01.01.2019, from <https://inkscape.org/>.
75. Wagner-Schelewsky, P. and L. Hering, *Online-Befragung*, in *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, N. Baur and J. Blasius, Editors. 2019, Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden. p. 787-800.
76. *VETSkillsLab*. Last Update Retrieved 20.09.2019, from [https://www.vetmed.uni-muenchen.de/lehre\\_vet/vet-skills-lab/index.html](https://www.vetmed.uni-muenchen.de/lehre_vet/vet-skills-lab/index.html).
77. Börchers, M., et al., *Akzeptanz von fallbasiertem, interaktivem eLearning in der Tiermedizin am Beispiel des CASUS-Systems*. *Tierärztl Prax Ausg K*, 2010. **38**(06): p. 379-388.
78. Kleinsorgen, C., et al., *Nutzung und akzeptanz von virtuellen patienten in den tiermedizinischen grundlagenfächern—Das vetVIP-projekt*. *GMS Journal for Medical Education*, 2017. **34**(2).
79. Koch, M., et al., *Erfahrungen aus Entwicklung und Einsatz eines interdisziplinären Blended-Learning-Wahlpflichtfachs an zwei tiermedizinischen Hochschulen*. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 2010.
80. *vet-Anatomy*. Last Update Retrieved 11.08.2019, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.imaios.vetanatomy&hl=de>.
81. Müller, L.R., *Der Einsatz von Videomaterial in der veterinärmedizinischen Lehre*. 2018, Tierärztliche Hochschule Hannover.
82. Williams, A., E. Birch, and P. Hancock, *The impact of online lecture recordings on student performance*. *Australasian Journal of Educational Technology*, 2012. **28**(2).
83. Frey, P., *Papier oder PC? Die neuen Medien auf dem Prüfstand*. *Use of Computers in Medical Education (Part II)*. *Z Hochschuldidaktik*, 2000. **1**: p. 99-108.
84. Hibbert, M.C., *What makes an online instructional video compelling?* *EDUCAUS Review Online*, 2014: p. 9.

85. Finlay, J., et al. *Video-based learning objects for teaching human-computer interaction at different levels*. in *Proceedings of the 9th Annual Conference of the HEA Information and Computer Sciences Subject Centre*, ed. H. White. 2008.
86. Berk, R.A., *Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom*. *International Journal of Technology in Teaching & Learning*, 2009. **5**(1).
87. Guo, P.J., J. Kim, and R. Rubin. *How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos*. in *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*. 2014. ACM.
88. Scholl, A., *Die Befragung*. 4th ed. 2018, Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
89. Brunner, C.J., *Workshop: Veterinary immunology teaching*. *Veterinary immunology and immunopathology*, 1996. **54**(1-4): p. 385-387.
90. Türkay, S. and S.T. Moulton. *The educational impact of whiteboard animations: An experiment using popular social science lessons*. in *Proceedings of the 7th International Conference of Learning International Networks Consortium (LINC)*. Cambridge, MA, USA. 2016.
91. Fiorella, L. and R.E. Mayer, *Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages*. *Journal of Educational Psychology*, 2016. **108**(4): p. 528-546.
92. Brockmole, J.R., et al., *The World Within Reach: Effects of Hand Posture and Tool Use on Visual Cognition*. *Current Directions in Psychological Science*, 2013. **22**(1): p. 38-44.
93. Höffler, T.N. and D. Leutner, *Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis*. *Learning and instruction*, 2007. **17**(6): p. 722-738.
94. Larsen, E., *Design of handwritten tutorials for science education*. 2017.
95. Roshier, A.L., N. Foster, and M.A. Jones, *Veterinary students' usage and perception of video teaching resources*. *BMC Medical Education*, 2011. **11**(1): p. 1.
96. Romanov, K. and A. Nevgi, *Do medical students watch video clips in eLearning and do these facilitate learning?* *Medical teacher*, 2007. **29**(5): p. 490-494.
97. Mayer, R.E. and G. Estrella, *Benefits of emotional design in multimedia instruction*. *Learning and Instruction*, 2014. **33**: p. 12-18.
98. Plass, J.L., et al., *Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning*. *Learning and Instruction*, 2014. **29**: p. 128-140.
99. Um, E.R., et al., *Emotional design in multimedia learning*. *Journal of Educational Psychology*, 2012. **104**(2): p. 485-498.
100. Levin, M.E. and J.R. Levin, *Scientific mnemonics: Methods for maximizing more than memory*. *American Educational Research Journal*, 1990. **27**(2): p. 301-321.

101. Stalder, D.R., *Learning and Motivational Benefits of Acronym Use in Introductory Psychology*. *Teaching of Psychology*, 2005. **32**(4): p. 222-228.
102. VanVoorhis, C.R.W., *Stat jingles: To sing or not to sing*. *Teaching of Psychology*, 2002. **29**(3): p. 249-250.
103. Carlson, R.F., et al., *Spontaneous Use of Mnemonics and Grade Point Average*. *The Journal of Psychology*, 1976. **92**(1): p. 117-122.
104. Adler, M.D. and K.B. Johnson, *Quantifying the Literature of Computer-aided Instruction in Medical Education*. *Academic Medicine*, 2000. **75**(10): p. 1025-1028.
105. Friedman, C.P., *The research we should be doing*. *Academic Medicine*, 1994. **69**(6): p. 455-7.
106. *CASUS in.struct*. Last Update Retrieved 19.02.2019, from <https://www.instruct.eu/>.
107. *The Digital Turn - Auf dem Weg zur Hochschulbildung im digitalen Zeitalter*, in *Hochschulforum Digitalisierung*. 2016, Edition Stifterverband: Berlin.
108. Koch, M., et al., *Erfahrungen aus Entwicklung und Einsatz eines interdisziplinären Blended-Learning-Wahlpflichtfachs an zwei tiermedizinischen Hochschulen*. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 2010: p. 88-107.
109. Müller, L., et al., *Digitalisierung der Lehre?—Begleitende Bedarfsanalyse zur Implementierung von Vorlesungsaufzeichnungen in der tiermedizinischen Ausbildung*. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere*, 2019. **47**(03): p. 164-174.
110. *LMU- Ludwig Maximilian Universität München- eUniversity*. Last Update Retrieved 19.02.2019, from [https://www.uni-muenchen.de/studium/studienangebot/studium\\_online/services/euniversity/index.html](https://www.uni-muenchen.de/studium/studienangebot/studium_online/services/euniversity/index.html).
111. *LMU- Ludwig Maximilian Universität München- UnterrichtsMitschau-Medien für Lehre und Forschung*. Last Update Retrieved 19.02.2019, from <http://mitschau.edu.lmu.de/angebot/index.html>.
112. *Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover- Studium & Lehre- E-Learning Beratung*. Last Update Retrieved 19.02.2019, from <https://www.tiho-hannover.de/studium-lehre/el/>.

# Anhänge

## Anhang 1: Video 1, Angeborene Schutzmechanismen, Übersicht und Skript



## ANGEBORENE SCHUTZMECHANISMEN SKRIPT

LMU Immunologie

Heute erzähle ich euch über Infektionserreger, wie diese Infektionserreger in den Körper gelangen- also Eintrittspforten und welche natürlichen Schutzbarrieren der Körper besitzt.

Es gibt 4 Hauptgruppen von Infektionserregern. Infektionserreger werden auch Pathogene genannt.

Als erstes haben wir die Bakterien. Dann gibt es die Viren, die Pilze und die Parasiten. Wichtig für die Immunabwehr ist der Ort der Vermehrung. Denn die Immunabwehr gegen intrazellulären Erreger, wie z.B. Viren, ist völlig verschieden von der Abwehr gegenüber extrazellulären Erregern.

Um von der Außenwelt in den Körper zu gelangen, müssen Pathogene Epithelien überqueren. Zum einen kann dies über mukosale Oberflächen passieren, also Schleimhäute. Wo haben wir nun überall Schleimhäute? Zum einen im Atmungstrakt. Dann auch im Verdauungstrakt und im Urogenitaltrakt. Aber auch über äußere Epithelien, also die Haut, können Pathogene in den Körper gelangen. Da die Epidermis den Körper aber durch ihre vielen Schichten sehr gut schützt, muss es erst zu einer Zusammenhangstrennung der Epidermis kommen. Wie kann das passieren? Zum einen kann es zu Verletzungen kommen. Zum anderen können Verbrennungen die Ursache sein. Und dann können auch Insektenstiche dafür sorgen, dass Pathogene durch die Epidermis in den Körper gelangen.

Der Körper besitzt eine natürliche Schutzbarriere gegen Pathogene. Es gibt mechanische Abwehrmechanismen, chemische Abwehrmechanismen und mikrobiologische Abwehrmechanismen.

Als erstes haben wir das Epithel der Schleimhäute, dass solche mechanischen Abwehrmechanismen besitzt. Nun male ich euch hier ein paar Epithelzellen. Und jetzt stellt euch vor die Epithelzellen geben sich die Hand und drücken sie sich ganz fest. Das nennt man dann die tight junctions. Diese tight junctions sorgen dafür, dass zwischen den Zellen kein Platz mehr ist und keine Infektionserreger zwischen den Zellen hindurch gelangen können.

Die Bewegung der Zilien, aber auch der Luft- und Flüssigkeitsstrom sorgen dafür, dass die Pathogene weitergeleitet werden. Zu guter Letzt gibt es noch den zähen Schleim. Dieser umgibt die Epithelzellen und bietet ihnen Schutz.

Als zweiten mechanischen Abwehrmechanismus gibt es die Größe der Bronchien. Wenn wir uns jetzt mal eine Lunge von einer Kuh vorstellen, dann nimmt die Größe der Luftwege immer mehr ab. Wenn wir uns also jetzt vorstellen, dass wir in die Tiefe des Lungensystems hineinblicken, dann können wir sehen, dass Partikel aber eben auch Krankheitserreger einfach nicht durchpassen und zurückgehalten werden.

Nun kommen wir zu den chemischen Abwehrmechanismen des Körpers. Der erste Abwehrmechanismus ist die Magensäure. Sie senkt den PH im Magen. Dieses saure Milieu sorgt dafür, dass viele Pathogene absterben.

Der zweite Abwehrmechanismus sind die Fettsäuren der Haut. Als kleine Eselsbrücke könnt ihr euch eine Hand vorstellen, auf der Butter zerschmilzt, dass ist das Fett, darüber wird die Säure der Zitrone geträufelt- also Fettsäuren der Haut.

Als dritte gibt es Lysozyme. Diese kommen in allen Körperflüssigkeiten vor. Lysozyme haben antibakterielle Eigenschaften. Also malen wir hier wieder unser Bakterium und lassen dieses Bakterium von einem Blitz treffen. Dieser Blitz hilft euch vielleicht als Eselsbrücke für Lysozyme. Und zwar können wir uns vorstellen, dass der Blitz aus Ls besteht und diese Ls jeweils für Lysozym stehen. Wie der Name schon sagt, sind

Lysozyme Enzyme die etwas lysieren, also auflösen. Sie lysieren Peptidoglycan, was ein Bestandteil der Zellwand von Gram positiven Bakterien ist- und somit sterben diese ab.

Als vierten chemischen Abwehrmechanismus gibt es die Defensine. Als Eselsbrücke können wir uns einfach eine Apfelsine vorstellen. Die Funktion von Defensinen ist die Abwehr mikrobieller Erreger. Dies sind zum einen Bakterien. Also stellen wir uns vor wie unsere Defensine mit einer Gabel die Bakterien aufspießt. Zum anderen sind es Pilze. Also spießt sie mit der anderen Hand einen Pilz auf.

Aus was bestehen nun Defensine? Stellen wir uns vor wir scheiden unsere Apfelsine...äh ich meine natürlich Defensine auf und wir merken, dass die ziemlich sauer ist. Das ist unsere Eselsbrücke, dass die Defensine aus Aminosäuren bestehen und zwar aus 33-47. Alles über 50 Aminosäuren sind Proteine, alles darunter Peptide. Also sind Defensine Peptide.

Bildung von Defensinen. Sie werden auf der Haut gebildet. Wir können uns also eine Hand vorstellen auf der unsere Defensine liegt und sie werden auf Schleimhäuten gebildet. Also stellen wir uns wieder vor wie die Defensine in einer Lunge sitzt und wie ein paar Defensinen im Magendarmtrakt sitzen. Defensine werden auch von neutrophilen Granulozyten gebildet und machen etwa 30% der Granula aus. Hier seht ihr eine Blutbahn mit Erythrozyten und einen neutrophilen Granulozyten in dem man die Defensine als Granula sehen kann. Dann sollte man noch wissen, dass bei einer Infektion die Produktion der Defensine gesteigert wird.

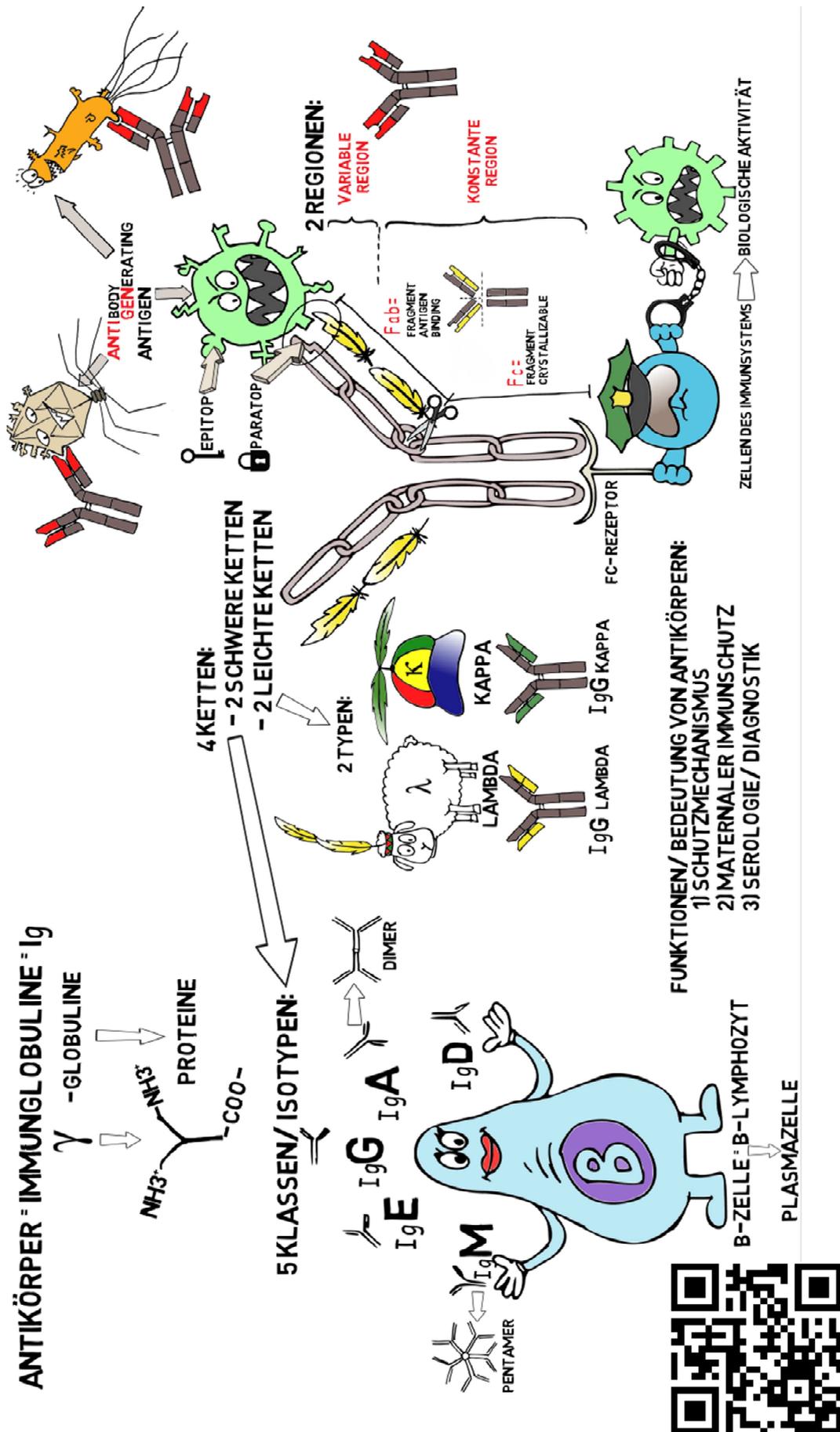
Die Wirkungsweise von Defensinen. Defensine sind amphipatisch. Das bedeutet sie sind teil hydrophil und teils lipophil. Da Membranen auch einen hydro- und lipophilen Teil besitzen, ist es ihnen möglich sich in die Membran einzulagern. Also stellen wir uns wieder unsere Defensine vor, die sich in die Membran einlagern und dadurch Poren bilden. Ultimatativ führen diese Poren dazu, dass unsere Bakterien und Pilze lysieren.

Es ist außerdem erwähnenswert, dass Defensine sehr, sehr alt sind und sowohl in der Tier- als auch Pflanzenwelt weit verbreitet sind.

Als drittes haben wir die mikrobiologischen Abwehrmechanismen. Hier gibt es die kompetitive Exklusion oder auch Konkurrenzausschlussprinzip genannt. Dieses Prinzip beruht darauf, dass 2 Arten nicht gleichzeitig die identische Nische besetzen können, ohne in Konkurrenz zu treten. Und schließlich kann sich nur noch der Konkurrenzstärkere behaupten. In unserem Fall besetzt die physiologische Keimflora diese Nischen und somit haben die Pathogenen Keime Wachstumsnachteile. Therapeutisch wird dies z.B. bei der Salmonellenprophylaxe beim Geflügel genutzt. Und zwar wird den Küken ein Gemisch aus normaler Keimflora oral gefüttert und somit kann die Besiedlung Pathogener Keime verhindert werden. Antibiotikatherapien haben oft schädliche Wirkung auf die physiologische Keimflora. Wenn die Pathogene nun keine Konkurrenz mehr durch die physiologische Keimflora haben, besteht die Gefahr einer Infektion nach der Antibiotikagabe.

Das war's für heute in der Welt der Immunologie. Bis zum nächsten Mal.

# Anhang 2: Video 2, Antikörper Aufbau, Übersicht und Skript



## ANTIKÖRPER TEIL I SKRIPT ANTIKÖRPER AUFBAU

Immulearn präsentiert  
Antikörper Teil 1, Aufbau

Erstmal allgemein:

Antikörper haben wie ihr wisst ja mit dem Immunsystem zu tun. Sie werden also auch Immun-globuline genannt. Die Abkürzung dafür ist Ig für ImmunGlobuline.

Man nennt sie auch gamma globuline. Eine Eselsbrücke ist, dass Gamma so aussieht wie ein Y, also so wie ein Antikörper.

Und was sind nun Globuline? Globuline sind Proteine. Somit sind Antikörper wie alle Proteine aus Aminosäure- Ketten aufgebaut. Jede Kette besitzt einen Amino- bzw. N-terminus und einen Carboxy- bzw. C-terminus. Hier ist es vereinfacht dargestellt. Wir kommen gleich auf die 4 Ketten zu sprechen die dann jeweils über beide Termini verfügen.

Wo kommen nun AK überhaupt her? B-Zellen, auch B-Lymphozyten genannt differenzieren sich zu Plasmazellen. Diese bilden die AK. Als Eselsbrücke stellen wir uns die B-Zelle als die dicke Berta vor. Die Dicke Berta bastelt gerne AK. Und was macht sie nun damit. Naja jonglieren.

Die AK bestehen wie vorher schon einmal erwähnt aus Aminosäure-Ketten, also Polypeptide.

Es gibt 4 Ketten. 2 Schwere Ketten- die bildlich schwer wie Eisenketten sind und es gibt 2 leichte Ketten- hier bildlich als Federkette gezeichnet. Also gibt es 2 schwere Ketten die identisch sind und 2 leichte Ketten die identisch sind. Diese Ketten sind, wie es bei Proteinen so üblich ist, mit Disulfidbrücken verbunden. So werden die beiden schweren Ketten und jeweils eine schwere Kette mit einer leichten Kette verbunden.

Es gibt verschiedene Regionen und Fragmente die sich teilweise auch überschneiden was etwas verwirrend ist aber u.a. damit zu tun hat wann sie entdeckt worden sind.

Also nicht verwirren lassen. Wir gehen sie Schritt für Schritt durch.

Um 1960 haben die Wissenschaftler Porter und Nisonoff mit Enzymen experimentiert und herausgefunden, dass Papain, wird gewonnen aus dem Papaya Baum, deswegen heißt es Papain, Antikörper in 3 Teile teilt. AK werden an dieser Stelle durch Papain geschnitten. Hier habe ich den AK jetzt etwas anders dargestellt und man sieht die Schnittstellen. Dadurch entstehen

2 sogenannte Fab- Fragmente hier oben und 1 Fc-Fragment hier unten.

Fab steht für Fragment Antigen Binding und heißt so, weil diese Fragmente die Eigenschaft besitzen an Antigene zu binden. Fragment Antigen Binding.

Fc steht für Fragment crystallizable, weil die Möglichkeit besteht es auszukristallisieren

Jetzt kommen wir zu den eigentlichen Regionen der AK.

Es gibt 2 Regionen: die variable Region und die konstante Region. Hier zeichne ich noch einmal einen AK. Die variable Region ist rot gefärbt und die konstante Region ist grau gefärbt. Wenn ihr genau hinseht, erkennt ihr, dass die variable Region aus einer Domäne der schweren Kette und aus einer Domäne der leichten Kette besteht. Die konstante Region besteht aus mehreren Domänen der schweren Kette und aus einer Domäne der leichten Kette.

Schauen wir uns nun die variable Region in mehr Detail an.

Die Fab-also Fragment antigen binding Region ist auch Teil der variablen Region und wie der Name schon sagt, bindet diese Region am Antigen. Das ist ein sehr wichtiger Punkt!

Was ist nun ein Antigen? Antigen kommt von Antibody generating. Antigene sind also Stoffe die Antikörper Produktion hervorrufen. Antigene sind Fremdkörper wie Viren oder Bakterien. Es können aber auch Pollenkörner sein. Sie werden nach dem Eindringen von körpereigenen Zellen erkannt und bewirken schlussendlich, dass AK produziert werden. Und wer produziert nochmal die AK? Genau, die dicke Berta, die differenzierten B-Zelle, die Plasmazelle.

Wie binden sich nun Antigene und die gebildeten Antikörper? Mit dem sogenannten Schlüssel-Schloss Prinzip.

Auf der Oberfläche der Fremdkörper, der Antigene, befinden sich sogenannte Epitope. Ein Epitop ist wie ein ganz bestimmter Schlüssel. Und jeder Schlüssel hat ein ganz bestimmtes Schloss. Das Schloss ist die variable Region des AK und heißt Paratop. Also Epitop auf dem Antigen Schlüssel und Paratop auf dem AK Schloss.

Jedes Antigen trägt viele, viele verschiedene Epitope auf der Oberfläche. So wie ihr hier seht. So wie wenn es viele, viele Schlüssel auf der Oberfläche hat. Und ein anderes Antigen, wie z.B. hier ein Bakterium oder ein Virus hat wieder ganz andere Epitope auf der Oberfläche die wieder von ganz anderen Antikörpern erkannt werden. Es gibt Millionen von Schlüssel-Schloss Kombinationen! Und das Resultat ist: für ein spezifisches Antigen mit dem spezifischen Epitop (dem Schlüssel) wird ein ganz bestimmter AK, mit der spezifischen variablen Region, also einen spezifischen Paratop (dem Schloss) produziert.

Das war also die variable Region.

Bei konstanten Region sind die schweren Ketten wichtig und es sind 2 Dinge essentiell.

1. Konstant ist die Region insofern, dass es nur 5 verschiedene Typen davon gibt die die Klassen von AK bestimmen. Mehr darüber gleich.
2. Wir haben gerade besprochen, dass die variable Region die Antigene bindet. Um eine Immunantwort auszulösen, müssen ja nun irgendwie körpereigene Zellen ins Spiel kommen. Die Zellen des Immunsystems binden mittels Fc-Rezeptor an die Fc-Region und die ist ja auch Teil der Konstanten Region. Nach der Bindung der Zellen des Immunsystems mittels Fc-Rezeptor, werden verschiedene Biologische Aktivitäten ausgelöst die sich dann um die Fremdkörper kümmern und ihn unschädlich machen. Hier ist es bildlich dargestellt, dass die körpereigene Zelle den Übeltäter verhaftet. Z.B. binden sich Makrophagen mit ihrem Fc-Rezeptor an die Antikörper, die Phagozytose wird gefördert und die Bakterien werden vertilgt. Aber mehr dazu im nächsten Video.

Jetzt kommen wir zu den Klassen von AK, den sogenannten Isotypen. Wie gerade schon erwähnt werden diese durch die konstante Region der schweren Ketten bestimmt. Wir erinnern uns, die Ketten sind Polypeptide also Proteine, und jeder Isotyp wird von einem eigenen Gen kodiert.

Wir gehen zurück zu unserer Dicken Berta, die die AK bastelt und damit jongliert. Als kleine Eselsbrücke merken wir uns, dass die dicke Berta MEGA jonglieren kann. Also heißen die die Klassen ImmunglobulinM, IgE, IgG, IgA. Dann gibt es noch IgD. Die Funktion von IgD ist aber weitgehend unbekannt und nicht alle Tiere produzieren IgD. So wie ich die Immunglobuline, also die Antikörper, bis jetzt gezeichnet habe sind sie sogenannte Monomere. IgG und IgE kommen als Monomere im Serum vor. IgM kommt aber v.a. als sogenanntes Pentamer vor. Dabei werden 5 Monomere miteinander verbunden. Pentamere sehen so aus.

IgA kommt auf mukosalen Oberflächen v.a. als sogenannter Dimer vor. Dimere sind 2 verbundene Monomere.

Jede Klasse dieser AK hat eine ganz bestimmte Funktion oder Funktionen und löst eine ganz bestimmte Immunantwort bzw. Immunantworten aus. Die Immunantwort wird durch die Bindung von körpereigenen Zellen an die Fc-Region ausgelöst. Also haben wir jetzt besprochen warum die konstante Region der schweren Kette so wichtig ist.

Jetzt kommen wir zu den Typen von leichten Ketten. Auch hier bestimmt wieder die konstante Region der Leichten Kette welcher Typ vorliegt.

Es gibt 2 Typen.

1. Lambda. Als Eselsbrücke stellen wir uns ein Lamm vor. Lamm für Lambda. Da die Federn unsere leichten Ketten symbolisieren, stellen wir uns vor, dass dieses Lamm gerne Indianer spielt und hat sich 2 Federn aufs Kopfband gesteckt.  
1. Typ leichte Kette...Lambda
2. Typ leichte Kette Kappa. Eselsbrücke für Kappa. Eine Kappe. Kappe, Kappa. Dann wieder für leichte Kette 2 Federn, dieses Mal als Propeller auf der Kappe.  
2. Typ leichte Kette...Kappa

Jede Klasse von AK, also wie wir gerade besprochen haben eine bestimmte konstante Region der schweren Kette kann entweder mit einer Lambda leichten Kette oder einer Kappa leichten Ketten verbunden sein. Also gibt es z.B. IgG-Lambda oder IgG-Kappa.

Sprechen wir jetzt noch ein bisschen mehr über die Funktionen von Antikörpern. Und für was müssen wir eigentlich Klassen von AK und Typen von leichten Ketten kennen?

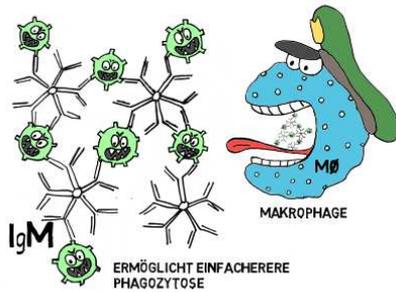
1. Sind AK wichtig um den Körper vor Fremdkörpern zu schützen. Sie lösen eine Immunantwort aus.
2. Sorgen bestimmte AK für Maternalen Immunschutz. Aber mehr über die Funktionen im nächsten Video.
3. Serologie und Diagnostik. Serologie ist die Wissenschaft von Antigen-AK-Reaktionen die in vitro ablaufen (in vitro ist auf lateinisch „im Glas“ also außerhalb des Körpers-im Labor). Da die Antigen-AK Bindung wie wir gelernt haben sehr spezifisch ist, kann die Serologie genutzt werden um Antigenträger, wie Viren und Bakterien, zu identifizieren. Aber es können auch AK im Blut bestimmt werden, was wiederum Aufschluss auf eine bestimmte Krankheit geben kann. Und hier kommen auch die leichten Ketten ins Spiel. Es gibt beispielsweise eine Art von Tumor, bei dem IgG erhöht ist aber auch eine bestimmte Anzahl von freien Lambda und Kappa leichten Ketten. Wenn man nun so einen Laborbericht auswerten will, ist es sinnvoll zu wissen was sie Klassen von AK sind und welche verschiedenen Typen von leichten Ketten es gibt.

Zusammenfassung:

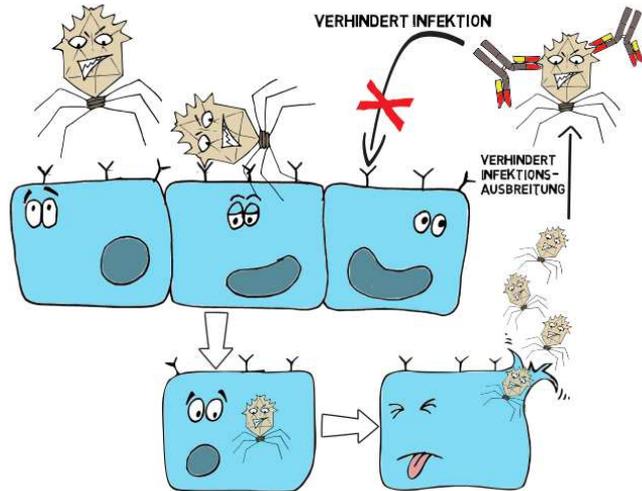
- Antikörper= Immunglobuline= Gammaglobuline= Proteine
- Antikörper werden von B-Zellen (der dicken Berta) produziert
- Es gibt 5 Klassen die durch die schweren Ketten bestimmt sind: MEGA D
- Es gibt 2 Typen von leichten Ketten: Lambda und Kappa
- Es gibt 2 Regionen die variable und konstante Region. Das wichtigste hier ist, dass die variable Region des AK mit seinem Paratop im Schlüssel-Schloss Prinzip an das Epitop des Antigens, also des Fremdkörper bindet und dass die Zellen des Immunsystems mittels Fc-Rezeptor an die konstante Region binden und somit die Immunreaktion ausgelöst wird.

# Anhang 3: Video 3, Effektorfunktionen von Antikörpern, Übersicht und Skript

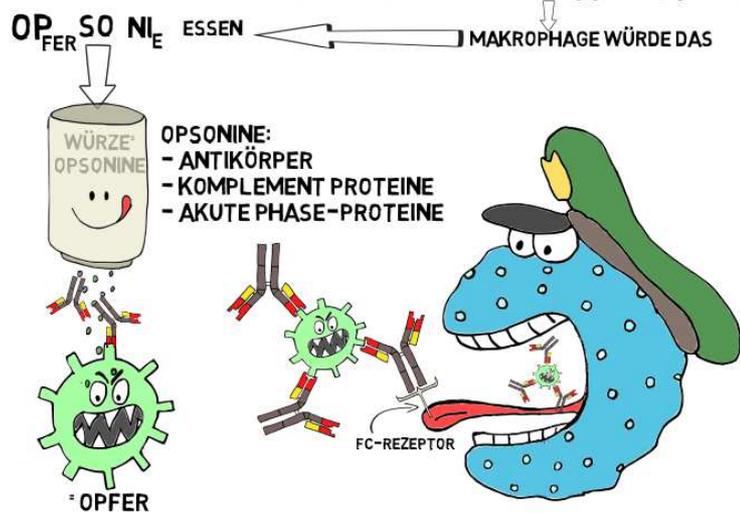
## 1. AGGLUTINATION



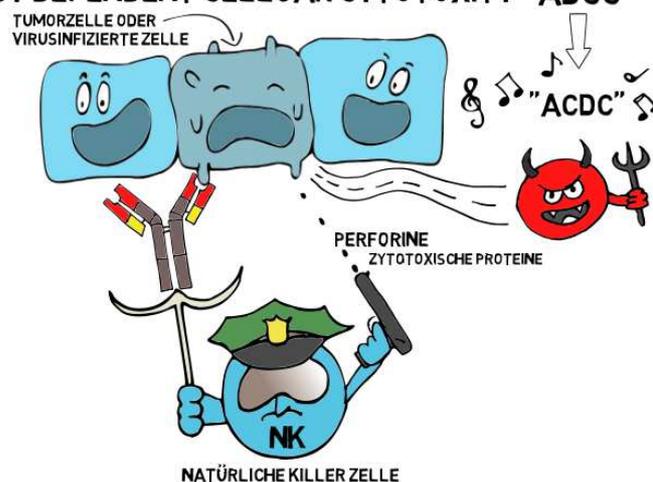
## 2. NEUTRALISATION



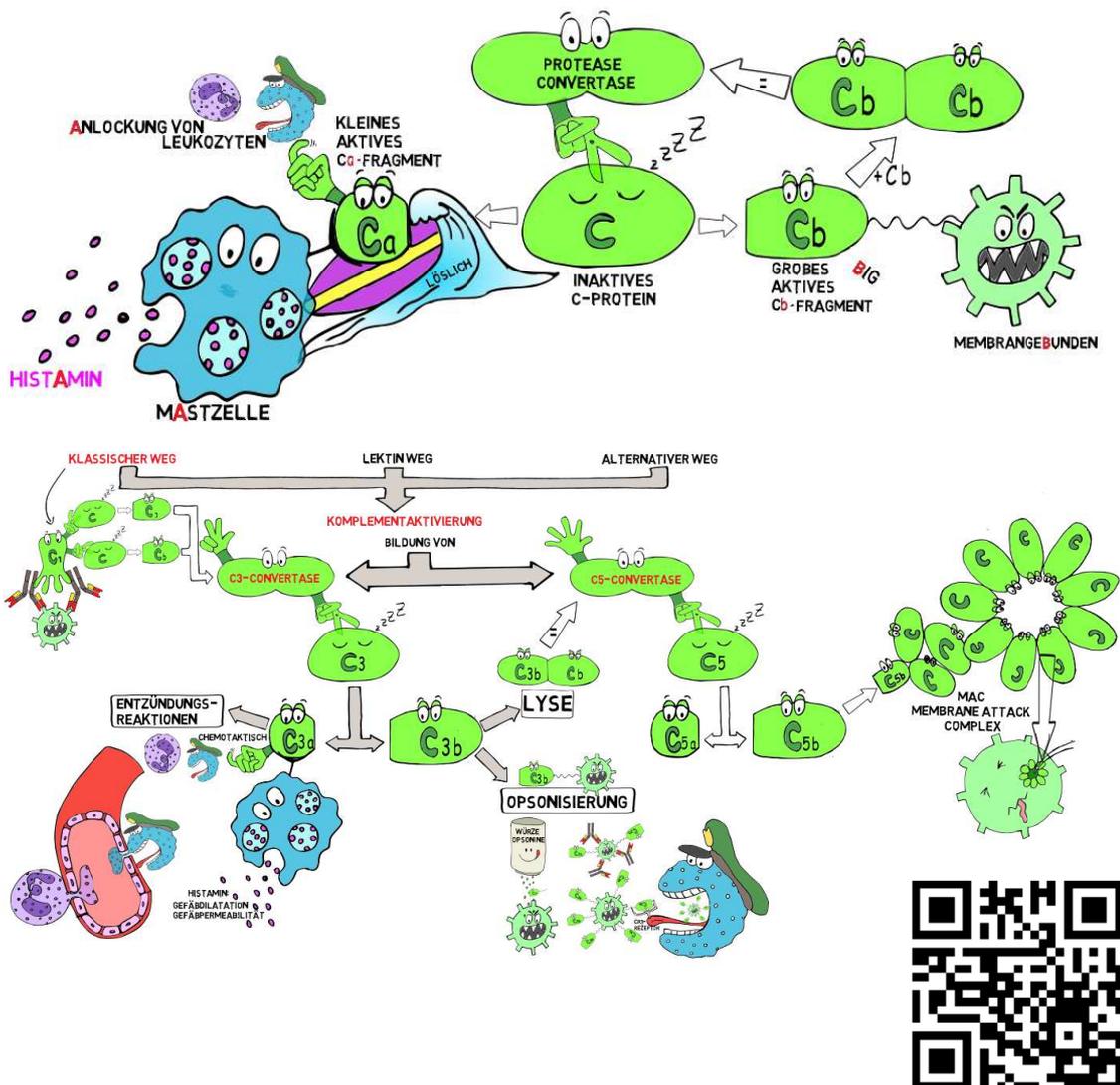
## 3. OPSONISIERUNG = FÖRDERUNG VON PHAGOZYTOSE



## 4. ANTIBODY DEPENDENT CELLULAR CYTOTOXICITY = ADCC



## 5. AKTIVIERUNG DES KOMPLEMENTSYSTEMS



## ANTIKÖRPER TEIL II SKRIPT EFFEKTORFUNKTION von ANTIKÖRPERN

### AK Teil II

Effektorfunktionen von AK.

Effektorfunktionen sind Wege wie es AK schaffen den Körper gegen Pathogene, wie z.B. Viren oder Bakterien zu schützen aber auch wie AK dafür sorgen, dass Tumorzellen oder Zellen die von Viren befallen worden sind abzubauen.

Es gibt 5 Effektorfunktionen über die ich sprechen werde.

1. Agglutination
2. Neutralisation
3. Opsonisierung
4. Antibody dependent cellular cytotoxicity
5. Aktivierung des Komplementsystems

Die 1. Effektorfunktion der AK ist die Agglutination. Wie ihr im letzten Video gelernt habt, binden Antikörper via Schlüssel Schloss Prinzip an die Pathogene, die auch Antigene genannt werden. Der Schlüssel ist das Epitop auf der Oberfläche der Antigene. Das Schloss ist die variable Region der AK. Da IgM mit seiner Pentamer Struktur 10 Pathogene gleichzeitig binden kann, ist es in der Lage ist es in der Lage Pathogene

zu vernetzen. Somit kommt es zu einer Agglutination, also eine Verklumpung. Diese Agglutination ermöglicht eine einfachere Phagozytose. Andere Klassen von Antikörpern wie z.B. IgG können auch eine Agglutination hervorrufen, sind aber nicht so effektiv darin, weil sich nicht so viele Bindungsstellen wie IgM haben. Als Eselsbrücke: Brötchen kann man einfacher essen als einen Krümel, deswegen werden verklumpte Pathogene einfacher von den Makrophagen vertilgt als einzelne Pathogene.

Die 2. Effektorfunktion der AK ist die Neutralisation.

Einige Epitope von Viren sind dafür verantwortlich, dass die Viren an einen Rezeptor der Zielzelle binden und dadurch in die Zielzelle gelangen. In der Zielzelle vermehren sie sich, zerstören die Zelle und setzen sich danach frei.

Binden nun AK an die Epitope, werden die Viren in ihrer Wirkungsweise behindert und somit neutralisiert. Durch die Bindung der AK an die Epitope kann verhindert werden:

1. dass Zellen überhaupt erst infiziert werden, weil die Pathogene nicht mehr an die Zielzelle binden und somit nicht mehr eindringen können.
2. wird auch verhindert, dass sich eine Infektion ausbreitet. Von Viren befallene Zellen gehen zugrunde, aber die freigesetzten neuen Viren werden von AK gebunden und damit wird eine Infektion weiterer Zellen verhindert.

Die 3. Effektorfunktion der AK ist die Opsonisierung. Opsonisierung ist die Anlagerung von Stoffen, sogenannte Opsonine, die die Phagozytose fördern. Hier kommt die Eselsbrücke für Opsonisierung. Wir haben hier z.B. ein Bakterium...das Opfer. Diese Makrophage hier will das Opfer essen. Die aber ist ein etwas pingeliger Esser und würde das Opfer so ni essen. Opsonisierung. Opon ist das griechische Wort für Würze. Deswegen stellen wir uns vor, dass unser Opfer, das Bakterium, hier mit Opsoninen bestreut wird um es schmackhaft für die Makrophage zu machen. Opsonine können u.a. AK sein. AK (unsere Würze) binden, wie im letzten Video besprochen, immer an die Epitope der Pathogene (unser Opfer). Die Makrophagen besitzen Fc-Rezeptoren die an die Fc-Region des AK binden können. Somit wird die Phagozytose eingeleitet und unser Opfer von der Makrophage vertilgt und vernichtet.

Opsonine können aber auch andere Proteine sein, beispielsweise Komplement Proteine oder sogenannte akute Phaseproteine. Mehr dazu später.

Die 4. Effektorfunktion ist die Antibody dependent cellular cytotoxicity. Kurz ADCC.

Wenn wir mal übersetzen bedeutet es also das vom Antikörper abhängige zelluläres Zellgift. Also bewirken AK irgendwie das Zellen vergiftet werden. Und weil ADCC die gleichen Buchstaben wie die Band ACDC hat ist das hier unsere Eselsbrücke. Wer kennt nicht das Lied „Highway to Hell“?! Und somit stellen wir uns vor, dass z.B eine Tumorzelle, es kann aber auch eine virusinfizierte Zelle sein, auf dem highway to hell ist. Die Tumorzelle bildet an der Oberfläche Proteine, die auf normalen Zellen nicht vorkommen. An diese sogenannten Tumorantigene binden nun die AK wie gewohnt mit ihrer variablen Region. Als Eselsbrücke hat die kranke Zelle Pocken auf der Oberfläche, die von AK erkannt werden. Und dieses Mal sind es natürlichen Killerzellen, auch NK-Zellen genannt, die an die Fc-Region der AK binden. Die natürlichen Killerzellen schütten dann zytotoxische Proteine, sogenannte Perforine aus. Perforine sind wie die Kugeln einer Pistole und verursachen Poren in der Zellmembran der Zielzelle. Perforine perforieren die Membran und somit wird die Zielzelle zerstört.

Die 5. Effektorfunktion der AK ist die Aktivierung des Komplementsystems.

Was war nochmal dieses Komplementsystem? Es heißt Komplement, weil es die Wirkung der Antikörper in ihrem Kampf gegen Mikroorganismen komplementiert, also ergänzt. Das Komplementsystem hilft somit im Kampf gegen Eindringlinge. Wegen ihrer zellzerstörerischen Eigenschaften unterliegen sie strikter Regulation. Komplementproteine sind mehr als 20 im Blutplasma gelöste Proteine. Wichtig hierbei ist, dass sie meist in ihrer inaktiven Form vorliegen. Ihr seht hier wie das Komplementprotein tief

und fest schläft. Erst durch die proteolytische Spaltung von sogenannten Proteasen oder auch Convertasen genannt, werden sie in die aktive Form konvertiert. Dadurch ergeben sich 2 aktive Fragmente. Ein kleines Fragment „a“ und ein großes Fragment „b“. Das a Fragment ist löslich also stellen wir uns vor wie es surft und von einer Welle mitgerissen wird. Manche a Fragmente besitzen die Eigenschaft sich an Mastzellen zu binden und veranlassen so die Freisetzung von Histamin. Außerdem locken sie bestimmte Leukozyten, also weiße Blutkörperchen an. Mehr dazu später. Also hier wichtig zu merken: A für a Fragment, Mastzelle und Histamin und Anlockung von Leukozyten.

Das andere Fragment das entsteht ist das b-Fragment. Es ist das große Fragment und ist membrangebunden. Eselsbrücke: b für big und membrangebunden, b für binden. Das b-Fragment bindet via Thioesterbindung an die Oberfläche von Pathogenen. Oft gibt es Kaskaden wo ein durch Spaltung entstandenes b-Fragment wiederum ein anderes Komplementprotein spaltet. Und dies passiert indem sich verschiedenen b-Fragment verbinden und so eine Convertase bilden die wieder andere Komplementproteine spaltet.

Das ist alles ziemlich verwirrend, aber merkt euch erst einmal einfach, dass Komplementproteine vor der Spaltung inaktiv sind, die Fragmente nach der Spaltung aktiv und b-Fragmente wiederum andere Komplementproteine durch Spaltung aktivieren können, so wie Dominos, wenn sie umgeschubst worden sind, andere umschubsen können.

Es gibt 3 Möglichkeiten wie das Komplement System aktiviert wird. Der Klassische Weg, der Lektin Weg und der Alternative Weg.

AK Aktivieren das Komplementsystem durch den Klassischen Weg. Der heißt so weil er als erstes gefunden worden ist. Den Lektin und den alternativen Weg werde ich hier nicht besprechen, weil es heute um die Effektorfunktionen der AK geht. Aber alle 3 Weg haben gemeinsam, dass C3-Convertase und die C5- Convertase gebildet werden. Also jene Stoffe die das inaktive C3 in das aktive C3a und C3b teilen und das inaktive C5 in das aktive C5a und C5b teilen. Und diese Fragmente bewirken dann Dinge, die Antikörper in ihrem Kampf gegen Mikroorganismen komplementieren.

Erst einmal bespreche ich wie im klassischen Weg durch AK C3- Convertase gebildet wird.

Die AK binden sich an die Antigene z.B. wie hier eine Bakterienmembran. Dann bindet sich ein Komplementprotein an die AK (es heißt C1 ist aber nicht so wichtig). Das Komplementprotein wird somit aktiviert und eine Kaskade kommt in Gang. Es werden in dieser Kaskade 2 Komplementproteine durch das an die AK gebundene Komplementprotein gespalten. Die resultierenden b Fragmente schließen sich zusammen. Und wie ihr vorhin gelernt habt, können zusammengeschlössenen b-Fragmente Convertasen bilden. In diesen Fall bilden sie die C3-Convertase.

Die C3-Convertase spaltet das schlafende Komplementprotein C3 in die aktiven Fragmente C3a und C3b. Dadurch kommt es zu den 3 wichtigen Funktionen der Komplementaktivierung:

1. C3a bewirkt Entzündungsreaktionen
2. Bewirkt C3b Lyse von Pathogenen und
3. Bewirkt C3b Opsonisierung

All diese unterstützen/ komplementieren die AK im Kampf gegen die Infektion.

Wie vorhin besprochen bindet das C3a Fragment an Mastzellen und veranlasst eine Ausschüttung von Histamin. Histamin wiederum bewirkte eine Gefäßdilatation und die Gefäßpermeabilität wird gesteigert. C3a ist auch chemotaktisch und lockt Leukozyten an. Leukozyten sind, wie ihr bestimmt schon wisst, Teil des Immunsystems und helfen

in der Abwehr von Krankheitserregern und körperfremden Strukturen. Durch die gesteigerte Gefäßpermeabilität können nun Leukozyten, so wie hier ein angelockter neutrophiler Granulozyt und eine Makrophage, aus benachbarten Blutbahnen eintreten. a-Fragmente bewirken also Entzündungsreaktionen.

Wie vorhin besprochen binden sich b-Fragmente an die Oberfläche von Pathogenen, beispielsweise Bakterien. Dadurch kommt es zur Opsonisierung. erinnert euch, vor dieser Würzung war das Opfer so nicht schmackhaft für die Phagozyten. Nachdem das C3b Fragment (unser Gewürz, das Opsonin) an das Bakterium (das Opfer) gebunden hat, ist es schmackhaft für die Phagozyten. Vorhin hatten wir den Fc-Rezeptor der den AK (unsere Würze) gebunden hat. Diese Mal wird das C3b Fragment mittels eines Komplementrezeptor, einen sogenannten CR1-Rezeptor, an die Makrophage gebunden und die Phagozytose wird ausgelöst. Das Bakterium wird phagozytiert und vernichtet. Also haben wir gelernt, dass die Opsonisierung durch AK und durch die C3b Fragmente ausgelöst werden kann. Wenn das Opfer nun aber sowohl mit Antikörpern als auch mit C3b Fragmenten gewürzt ist, ist das Bakterium noch schmackhafter für die Makrophagen. Also wenn AK binden und dann AK auch noch das Komplementsystem zusätzlich aktivieren, können die AK und die C3b-Fragmente zusammen die Phagozytose effizienter ankurbeln.

Das C3b Fragment bewirkt aber auch eine Lyse der Pathogene. Und hier kommt die C5-Konvertase ins Spiel. Es ist ziemlich komplex, aber die wichtigsten Dinge erkläre ich euch jetzt hier.

Das C3b Fragment verbindet sich mit anderen b-Fragmenten und bildet so wieder eine..... Convertase. In diesem Fall ist es die C5- Convertase. Das ist die zweite wichtige Convertase im Komplementsystem. Die C5-Convertase spaltet, wie soll es anders sein, das inaktive C5 in die aktiven C5a und C5b Fragmente. C5a löst, genau wie C3a..... die Entzündungsreaktionen aus. Also Ausschüttung von Histamin aus den Mastzellen und Anlockung von Leukozyten. C5b macht jetzt noch etwas ganz Besonderes. Und zwar verbindet es sich mit anderen Komplementproteinen. Die heißen C5-C8, ist aber nicht so wichtig. Was wichtig ist, dass sie zusammen den sogenannten MAC bilden, den Membrane Attack Complex. Dieser bildet in der Membran des Pathogens eine Pore. Es kommt zu einer gestörten Zellhomöostase und die Zelle geht zugrunde.

Hier nochmal eine Zusammenfassung der Effektorfunktionen der AK, also wie AK vor Fremdkörpern schützen.

1. Bei der Agglutination binden die AK an die Pathogene und sorgen so für eine Verklumpung. Diese Agglutination ermöglicht eine einfachere Phagozytose durch Makrophagen. Größeres isst sich leichter.
2. Bei der Neutralisation blockieren die AK die Epitope der Viren und verhindern so, dass die Viren in die Zielzelle gelangen und verhindern eine Infektion weiterer Zellen.
3. Bei der Opsonisierung binden AK als Würze an die Pathogene und fördern so eine Phagozytose. Gewürzte Opfer schmecken besser.
4. Bei der Antibody dependent cellular cytotoxicity binden AK an die Tumorzellen. Das ermöglicht natürlichen Killerzellen an die AK zu binden und die Tumorzelle durch die Ausschüttung von Perforinen zu zerstören. ADCC und der highway to hell.
5. AK können durch den klassischen Weg das Komplementsystem aktivieren. Wichtig ist die Bildung von C3- und C5-Convertase. Dadurch entstehen
  - a. die C3a und C5a Fragmente die Entzündungsreaktionen verursachen
  - b. das C3b Fragment, das Opsonisierung bewirkt, also die Phagozytose fördert
  - c. und C5b zusammen mit anderen Komplementproteinen die Lyse von Pathogenen durch die Bildung des Membran Attack Complex verursacht

## Anhang 4: Online Umfrage zur Lehre – E-Learning

### Allgemeines

Ich bin im Wintersemester 2018/19 in folgendem Semester:

- 1
- 3
- 5
- 7
- 9
- 11 oder höher
- Anderes

### E-Learning

1. Ich lerne mit folgenden Materialien:

	Immer 1	2	3	4	Nie 5
Vorlesungsunterlagen	<input type="checkbox"/>				
Bücher	<input type="checkbox"/>				
E-Books/ Zeitschriften über die Uni-Bibliothek	<input type="checkbox"/>				
E-Learning im Internet	<input type="checkbox"/>				
Entsprechende Internetseiten	<input type="checkbox"/>				
Altfragen	<input type="checkbox"/>				
Zusammenfassungen anderer Studierender	<input type="checkbox"/>				
Skripte aus dem Skriptenverein	<input type="checkbox"/>				
Karteikarten	<input type="checkbox"/>				

Sonstiges: \_\_\_\_\_

2. Ich habe schon einmal ein E-Learning Angebot der Tierärztlichen Fakultät genutzt?

- Ja
- Nein

Wenn ja, welche(s)? / wenn nein warum nicht? \_\_\_\_\_

3. Ich wünsche mir mehr E-Learning Angebote.

- Ja
- Nein

Wenn ja, welche E-Learning Angebote wünschen Sie sich?

- Videos von aufgezeichneten Vorlesungen
- Kurze Themenvideos
- Online-Quiz/ Probeklausuren
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

4. Wie sollen E-Learning Angebote Ihrer Meinung nach eingebunden sein (Mehrfachnennung möglich)?

- Veranstaltungsbegleitend/-vertiefend
- Zum Selbststudium ganzer Veranstaltungen (inkl. Prüfung)
- Teils/ Teils (ein Teil der Veranstaltung mit Präsenzterminen, der Andere online)
- Freiwillig
- Verpflichtend

5. In welchen Veranstaltungen sollte mit mehr E-Learning Angeboten und Methoden gearbeitet werden?

- Vorlesungen
- Kursen und Übungen
- Wahlpflichtfächern
- Zur Prüfungsvorbereitung

6. Anmerkungen, Ideen, Wünsche, Kritik zu E-Learning Angeboten und Einbindung von E-Learning: \_\_\_\_\_

## Anhang 5: Moodle Umfrage zum Video 1

### Fragebogen

Um die Fragebögen und Testfragen zuordnen zu können benötigen wir einen anonymisierten Code:

Dazu bitte einfach folgende Kombination generieren:

- Die ersten 2 Buchstaben des Vornamens der Mutter
- Der erste Buchstabe des Geburtsortes
- Die letzten zwei Ziffern der Handynummer

Beispiel:

Name der Mutter: **Marie**, Geburtsort des Studierenden: **Hamburg**, HandyNr. **0170543321**  
**MAHA21**

### E-Learning

1. Wünschen Sie sich mehr E-Learning Ressourcen als Ergänzung zur Vorlesung?

- Ja  
 Nein

2. Für welchen Zweck verwenden Sie diese Tutorials hauptsächlich?

- Zur Vorbereitung der Vorlesung  
 Zur Nachbereitung der Vorlesung  
 Zur Prüfungsvorbereitung  
 Als Ersatz für die Vorlesung

3. Wo würden Sie die Tutorials vorwiegend anschauen?

- Universität  
 Unterwegs (mobiles Endgerät)  
 Zuhause  
 Sonstiges

### Feedback zum Video

4. Konnten Sie das Tutorial anschauen?

- Ja  
 Nein

5. Waren alle Zeichnungen und Texte verständlich?

- Ja  
 Nein

6. War die Sprache verständlich?

- Ja  
 Nein

7. Helfen die Zeichnungen als Eselsbrücken?

- Ja  
 Nein

8. Wie empfanden Sie die Geschwindigkeit?

- zu schnell  
 genau richtig  
 zu langsam

9. Waren die Informationen verständlich dargestellt?

- Ja  
 Nein

10. Was hat Ihnen gefallen? \_\_\_\_\_

11. Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie? \_\_\_\_\_

**Testfragen**

1. Um die Fragebögen und Testfragen zuordnen zu können benötigen wir einen anonymisierten Code:

Dazu bitte einfach folgende Kombination generieren:

- Die ersten 2 Buchstaben des Vornamens der Mutter
- Der erste Buchstabe des Geburtsortes
- Die letzten zwei Ziffern der Handynummer

Beispiel:

Name der Mutter: **Marie**, Geburtsort des Studierenden: **Hamburg**, HandyNr. 0170543321

**MAHA21**

2. Was sind tight Junctions?

- a. Verbindung zwischen Epiphyse und Metaphyse
- b. Abzweigungen in den Kapillaren
- c. Verbindungen zwischen Epithelzellen
- d. Der Kontakt zwischen Leukozyten

3. Defensine gehören zu folgender Gruppe an Immunmediatoren

- a. antimikrobielle Peptide
- b. Komplementfaktoren
- c. Zytokine
- d. Antibiotika
- e. Antikörper

4. Welche Substanz wird durch Lysozym angegriffen?

- a. virale DNA
- b. Proteine
- c. Peptidoglykan
- d. Muramyl-dipeptid
- e. Defensin

5. Aus welcher Substanz bestehen Defensine?

- a. Nukleotide
- b. Aminosäuren
- c. Lysozym
- d. Zucker
- e. Fettsäuren

6. Wie wirken Defensine?

- a. Lyse bakterieller Zellwände
- b. Abtöten von Viren
- c. Anlocken von Entzündungszellen
- d. Komplementaktivierung
- e. Opsonisierung

7. Welche unerwünschte Nebenwirkung können Antibiotika hinsichtlich der natürlichen Schutzbarrieren haben?

- a. Verminderung der Defensinproduktion
- b. Erhöhte Antikörperproduktion
- c. Zerstörung natürliche Keimflora
- d. Zerstörung der Tight Junctions
- e. Verminderte Schleimproduktion

8. Welche der folgenden Substanzen wird nicht zum angeborenen Immunsystem gerechnet?

- a. Interferon
- b. Defensin
- c. Antikörper
- d. Komplementfaktoren
- e. Lysozym

## Anhang 6: Papierbasierte Umfragen zum Video 2

### E-Learning

1. Wünschen Sie sich mehr E-Learning Ressourcen als Ergänzung zu Vorlesungen?
  - Ja
  - Nein
  
2. Für welchen Zweck würden Sie solche Tutorials hauptsächlich verwenden?
  - Zur Vorbereitung der Vorlesung
  - Zur Nachbereitung der Vorlesung
  - Zur Prüfungsvorbereitung
  - Als Vorlesungsersatz
  
3. Wo würden Sie die Tutorials vorwiegend anschauen?
  - Zuhause
  - Unterwegs (mobiles Endgerät: Smartphone, Tablet, etc.)
  - An der Univesität
  - Sonstiges
  
4. Sollen die Tutorials
  - Aufzeichnungen der Vorlesungen sein
  - Andere Formen beinhalten (z.B. Animationen, etc.)
  
5. Sollen die Tutorials auf Fragen zur Selbstkontrolle enthalten?
  - Ja
  - Nein
  
6. Die Maximaldauer einzelner Tutorials soll folgende Länge nicht überschreiten:
  - 5 Minuten
  - 10 Minuten
  - 15 Minuten
  - 30 Minuten
  - 45 Minuten
  
7. Die Tutorials sollten auf folgenden Plattformen eingestellt werden:
  - Moodle
  - YouTube
  - Egal
  
8. Ein Tutorial sollte auch die Möglichkeit zur Interaktion mit anderen Studierenden bzw. dem Dozenten geben (z.B. Forum zum Fragen stellen)
  - Ja
  - Nein

### Feedback zum Video

9. Waren die Zeichnungen verständlich?
  - Ja
  - Nein
  
10. War die Sprache klar und deutlich?
  - Ja
  - Nein
  
11. Helfen die Eselsbrücken als Merkhilfen?
  - Ja
  - Nein
  
12. Wie empfanden Sie die Geschwindigkeit?
  - Zu schnell
  - Zu langsam
  - Genau richtig

13. Was hat Ihnen gefallen? \_\_\_\_\_
14. Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie? \_\_\_\_\_

**Testfragen**

1. Welche der folgenden Antikörper gibt es nicht?
  - a. IgD
  - b. IgM
  - c. IgG
  - d. IgE
  - e. IgS
  
2. Wie viele Antigen Bindungsstellen hat lösliches IgM?
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 5
  - d. 10
  - e. 12
  
3. Welche Aussage zu Antikörpern ist falsch?
  - a. Antikörper haben mehrere identische Bindungsstellen
  - b. Antikörper bestehen aus der gleichen Anzahl an schweren und leichten Ketten
  - c. Die Antikörperklasse wird nur durch die schwere Kette bestimmt
  - d. Immunglobuline und Antikörper sind Synonyme
  - e. Antikörper kommen nur löslich vor
  
4. Das Enzym Papain spaltet Antikörper
  - a. in je zwei schwere und zwei leichte Ketten
  - b. in zwei Fab Fragmente und ein Fc Fragment
  - c. in variable und konstante Regionen
  - d. in eine schwere und eine leichte Kette
  - e. in kleine Fragmente ohne biologische Funktion
  
5. Die Substanz Mercaptoethanol spaltet Disulfidbrückenbindungen. Die Inkubation von Antikörpern mit Mercaptoethanol bewirkt
  - a. die Freisetzung sowohl von intakten schweren als auch intakten leichten Ketten
  - b. nur die Freisetzung von intakten leichten Ketten
  - c. nur die Freisetzung von intakten schweren Ketten
  - d. eine Spaltung der leichten Ketten
  - e. eine Spaltung der schweren Ketten
  
6. Die Behandlung von Antikörpern mit Papain und nachfolgend mit Mercaptoethanol bewirkt
  - a. die Freisetzung sowohl von intakten schweren als auch intakten leichten Ketten
  - b. die Freisetzung intakter Fab und Fc Fragmente
  - c. die Freisetzung intakter leichter Ketten und in der Mitte gespaltener schwerer Ketten
  - d. die Freisetzung der variablen Regionen der leichten und schweren Ketten
  - e. die Freisetzung der Fc Fragmente
  
7. Pathogenspezifische Antikörper der IgG-Klasse tragen zum Schutz vor Infektionskrankheiten bei. Welche Oberflächenstrukturen müssen Phagozyten exprimieren, damit diese Antikörper die Phagozytose von Erregern erleichtern?
  - a. Toll-like-Rezeptoren
  - b. Adhäsionsmoleküle
  - c. Fc Rezeptoren
  - d. C-Typ-Lektin-Rezeptoren
  - e. alle der genannten Rezeptoren
  
8. Welche Zellen produzieren Antikörper?
  - a. Makrophagen
  - b. Granulozyten
  - c. B- Lymphozyten
  - d. T- Lymphozyten
  - e. Dendritische Zellen

9. Welche Typen von leichten Ketten gibt es?
- Alpha und Gamma
  - Lambda und Omega
  - Lambda und Kappa
  - Kappa und Gamma
  - Alpha, Gamma, Epsilon

10. In der Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 1
- Paratop
  - Leichte Kette
  - Schwere Kette
  - Fab Fragment
  - Fc Fragment

11. In der Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 2
- Paratop
  - Leichte Kette
  - Schwere Kette
  - Fab Fragment
  - Fc Fragment

12. In Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 3
- Paratop
  - Leichte Kette
  - Schwere Kette
  - Fab Fragment
  - Fc Fragment

13. In Abbildung 1 bezeichnet die Nummer 4
- Paratop
  - Leichte Kette
  - Schwere Kette
  - Fab Fragment
  - Fc Fragment

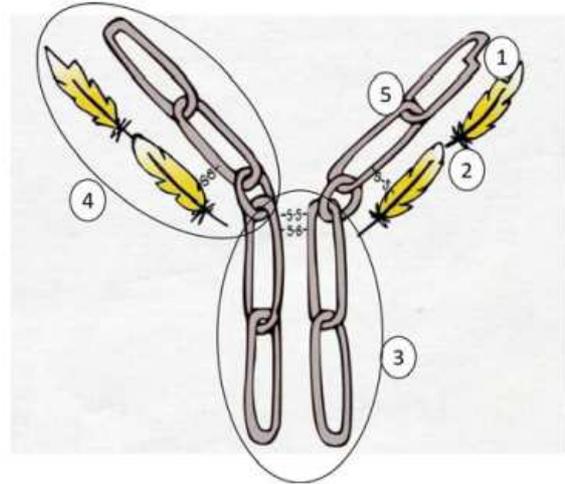


Abbildung 1

## **Danksagung**

Allen voraus möchte ich Professor Dr. Thomas Göbel für seine ausgezeichnete Betreuung herzlichst danken. Seine unermüdliche Unterstützung mit Rat und Tat, die Geduld und permanente Ansprechbarkeit waren für das Gelingen dieser Arbeit unerlässlich.

Von ganzen Herzen möchte ich meinen Eltern für die uneingeschränkte und liebevolle Unterstützung in all den Jahren danken.

Meinen Freundinnen Helene Endres und Jessica Klemmer danke ich fürs Korrekturlesen und für die vielen Tipps zum Vollenden dieser Arbeit.

Zuletzt geht ein großer Dank an meinen Herzensmenschen Petra, die mich getragen und motiviert hat. Ohne sie wäre der Weg doppelt so schwer gewesen.