



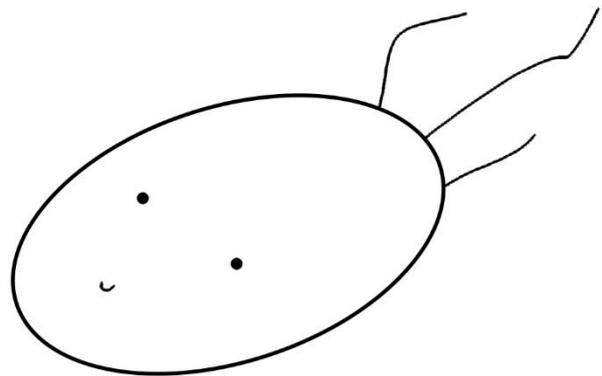
ulm university universität  
uulm

# Online Tool Development

## Produktion von Lernvideos über den Zentralstoffwechsel der prokaryotischen Zelle

Universität Ulm  
WiSe 2018 – SoSe 2019

Alexander Grenzner, Julian Müller und Christian Desiderato  
Betreuerin: Andrea Wirmer



**Online-Tool-Development**  
**The Metabolists**

# Inhaltsverzeichnis

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. Abstract.....            | 1 |
| 2. Einleitung .....         | 2 |
| 3. Projektentwicklung ..... | 4 |
| 3.1. Ideenentwicklung.....  | 4 |
| 3.2. Testläufe .....        | 5 |
| 3.3. Projektaufbau .....    | 6 |
| 3.4. Post Production.....   | 7 |
| 4. Ergebnisse .....         | 8 |

## 1. Abstract

Die Digitalisierung von Lehrinhalten gewinnt immer mehr an Bedeutung im Studium. Dadurch wird die Lehre flexibler und kreativer. Wir haben kurze Lernvideos über die zentralen Stoffwechselwege, wie die Glykolyse oder den Citratzyklus, von dem Modellorganismus *Escherichia coli* gedreht. Die Videos sollen den Studenten helfen sich im vernetzten und komplexen Metabolismus der prokaryotischen Zelle zurechtzufinden. Mit Hilfe der *stop motion* Technik wurden einzelne Stoffwechselwege und ihr Zusammenhang visualisiert und die fertigen Videos im Internet auf YouTube hochgeladen. Somit ist unsere Arbeit im Gegensatz zu den anderen *online tools* auch für Externe (z.B. Schüler/innen) frei zugänglich.

Insgesamt wurden sechs Videos fertig produziert und ein letztes Video ist noch in Bearbeitung. Die Lernvideos wurden mittels einer *online* Umfrage validiert und sind auf positive Resonanz gestoßen. Allerdings konnte laut Umfrage kein weiteres Interesse am Fachgebiet der Mikrobiologie geweckt werden. Dieses Problem könnte durch ansprechendere Animationen, die detailliertes Informatik-Fachwissen erfordern, gelöst werden.

Wir konnten zeigen, dass mit einfachen Mitteln qualitativ hochwertige *stop motion* Videos gedreht werden können. Lediglich eine hochauflösende Kamera ist essentiell, um die Bildqualität zu garantieren. Unsere Erkenntnisse bezüglich Planung, Materialien und Videoproduktion kann der nächsten Generation motivierter Studenten bei dem Lernvideodreh nützlich sein.

## 2. Einleitung

Der Zentralstoffwechsel ist die Grundlage für so ziemlich alle zellulären Prozesse und somit für das Überleben der Zelle. Unter dem Zentralstoffwechsel oder Zentralmetabolismus versteht man die Energiegewinnung und die Bereitstellung von Vorstufen für den Baustoffwechsel der Zelle. Die Energie wird bei aeroben Organismen wie dem Menschen über die Atmungskette gewonnen und in Form von ATP für den Baustoffwechsel gespeichert. Reduktionsäquivalente wie NADPH aus dem Pentosephosphatweg oder Intermediate wie 2-Oxoglutarat aus dem Citratzyklus dienen als Elektronendonoren oder Vorstufen in der Biosynthese von Zellbausteinen. Ein paar wenige Stoffwechselwege wie die Glykolyse und der Citratzyklus liefern dabei Vorstufen für die Aminosäure-, Nukleotid- und Fettsäuresynthese. Störungen im Metabolismus können zu Stoffwechselerkrankungen wie zum Beispiel der Phenylketonurie führen. Diese wenigen Beispiele zeigen schon wie komplex und verzweigt die zellulären Prozesse sind und wie wichtig ein grundlegendes Verständnis des Metabolismus für Biologen, Biochemiker, Mediziner und alle anderen *life science* Studenten und Wissenschaftler ist. Da stellt sich die Frage: Wie kann und wird den Studenten dies beigebracht? Und wie kann die Stoffmenge, die sich aus diesem komplexen System ergibt bewältigt werden?

Natürlich können die Stoffwechselwege eindimensional auswendig gelernt werden. Dies ist aber anstrengend, zeitaufwendig und nicht abwechslungsreich. Langfristig gesehen bleibt dabei nicht viel von dem Wissen hängen (OECD Studie, 2009). Die bessere Strategie ist es ein grundlegendes Verständnis über biologische Reaktionen zu schaffen, die Prinzipien hinter den verschiedenen Stoffwechselwegen zu verstehen und diese miteinander zu verknüpfen. Gleichzeitig sollte versucht werden, dem Lernenden die Kontrolle über Zeitpunkt und Menge des Stoffs zu geben. Das Positive ist, dass in der Biologie vieles auf wenigen Prinzipien basiert. So können die Reaktionen, die an der Bereitstellung von Vorstufen für die Biosynthese oder der Energiegewinnung beteiligt sind, wenigen Reaktionstypen wie zum Beispiel Redoxreaktionen und Phosphorylierungen zugeordnet werden. Genau dieses grundlegende Verständnis und eine

kleine Übersicht über den Zentralstoffwechsel der Zelle wollten wir mit unserem *online tool* den Studenten vermitteln. Dabei wollten wir vorhandene Vorlesungen nicht ersetzen, sondern unterstützen und den Studenten eine alternative Darstellung der Zusammenhänge zur Verfügung stellen (Willmot *et al.* 2012). Mit unseren Videos wollten wir die Vorgänge auf eine graphische Art und Weise darstellen wie es in Vorlesungen nur schwer geht. Ein wichtiger Faktor dabei ist, dass der Zuschauer vor- und zurückspulen und die Videos auch mehrmals anschauen kann. Durch die Bereitstellung der Videos über die Plattform YouTube können die Videos zudem zu jeder Zeit und überall angeschaut werden, wo es eine Internetverbindung gibt. Das macht das Lernen flexibel und weniger zwanghaft.

Zusammenfassend war es unser Ziel den Studenten eine Übersicht über den Zentralstoffwechsel der Zelle zu geben und ihnen ein grundlegendes Verständnis zu vermitteln. Dieses Wissen soll ihnen das Lernen erleichtern und dafür sorgen, dass sie sich in den Mikrobiologie Vorlesungen besser orientieren können.

## 3. Projektentwicklung

### 3.1. Ideenentwicklung

Die ursprüngliche Idee war es, Interesse an dem Feld der Mikrobiologie zu wecken und Studenten dazu zu motivieren, sich mehr mit den Themen auseinander zu setzen. Wir wollten eine Art Lernhilfe zur Verfügung stellen, die aber nicht die Vorlesung ersetzt. Wir hatten zunächst die Idee mehrere *online* Minispiele zu erstellen, wodurch Nutzern spielerisch Wissen über Teilbereiche der Mikrobiologie vermittelt wird. Beispielsweise die richtigen Nährstoffe für optimales Wachstum aus einem größeren Pool herauszusuchen, oder Zellbestandteile korrekt zuzuordnen. Da ähnliche Applikationen aber schon teilweise existierten und wir uns nicht sicher waren, ob wir ohne Vorwissen in Programmiersprachen und Gestaltung von *online tools*, dazu in der Lage gewesen wären qualitativ anspruchsvolle und interessante Minispiele zu erstellen, entschieden wir uns dafür diese Idee zu verwerfen.

Als Alternative entschieden wir uns für eine Form der Wissensvermittlung die uns als simpler erschien: dem Dreh von Videos. Es war jedoch noch unklar, ob wir selbst vor der Kamera stehen und Sachverhalte erklären oder Animationen nutzen um Wissen zu vermitteln und Interesse zu wecken. Zunächst wollten wir die Themen etwas einschränken und sicher gehen, dass die Videos sich mehr mit Themen auseinandersetzen, die gar nicht oder nur zum Teil in den Vorlesungen Mikrobiologie I-III der Uni Ulm besprochen werden. Gleichzeitig wurde uns schnell klar, dass die Videos in ihrer Länge begrenzt sein müssen, da Zuschauer nicht abgeschreckt werden sollen, sondern auch in 5 Minuten ein Thema soweit erklärt wird, dass man sich selbst weiter informieren kann. Lange Videos neigen oft dazu zu sehr auszuholen und nicht auf den Punkt zu kommen, was wir unbedingt vermeiden wollten. Bei der Themenauswahl entschieden wir uns für grundlegende Prinzipien und Zusammenhänge von Stoffwechselwegen, welche wir mit *Escherichia coli* als Modellorganismus anschaulich darstellen wollten. Uns fehlte jedoch immer noch eine genaue Vorstellung, wie wir unsere Themen mit kleinem Budget für unser Projekt darstellen.

Schließlich kamen wir auf die Idee die Stoffwechselwege mithilfe von *stop motion* Technik zu animieren und somit anschaulicher darzustellen als Standbilder. Die Stoffwechselwege sollten auf Papier gezeichnet oder gedruckt werden und flach auf dem Boden aus einer Vogelperspektive fotografiert werden. Die animierten Stoffwechselwege sollten gleichzeitig nochmals erklärt werden. Für die fertigen Videos kamen wir zu dem Schluss, dass es am sinnvollsten sei, diese auf YouTube hochzuladen. YouTubes deutlich bessere Nutzerfreundlichkeit und bessere Verfügbarkeit für Nicht-Studierende gegenüber Moodle war für uns der ausschlaggebende Grund. Wir entschieden uns auch auf interaktive Elemente zu verzichten und konzentrierten uns stattdessen eher darauf unsere Themen kompakt zu halten, um den Zuschauer nicht mit langen Videos abzuschrecken.

### 3.2. Testläufe

Wir starteten erste Testläufe in denen wir versuchten einen simplen Stoffwechselweg darzustellen. Zur Aufnahme benutzten wir eine Logitech HD Webcam C525, zum Schnitt Adobe Premiere Pro CC. Die Qualität der Aufnahmen war wie erwartet nicht besonders gut, jedoch konnten wir einige Faktoren identifizieren, welche uns Probleme bereiten könnten, beziehungsweise was wir noch benötigen würden:

- Eine bessere Qualität der Bilder durch eine bessere Kamera
- Eine gleichmäßige Belichtung der Bilder
- Ein passendes Stativ, das eine Befestigung der Kamera über den Motiven ermöglicht
- Ein weißer Hintergrund
- Eine Möglichkeit, einzelne Papierstückchen temporär zu befestigen um Verrutschen zu vermeiden
- Eine gute Nachbearbeitung der Bilder um mögliche Unterschiede zu verringern
- Einsatz von Farben zur besseren Darstellung und Abgrenzung
- Auswahl von urheberrechtlich unproblematischer Hintergrundmusik

- Handgezeichnete Moleküle und Texte oder Nutzung von Chemdraw Professional

Der erste Test zeigte aber auch, dass eine Umsetzung unter Berücksichtigung der Probleme trotzdem möglich ist. Aus diesem Grund wurde ein zweites Testvideo gedreht, dieses Mal eine deutlich komplexere Reaktion, die Glykolyse und Aldolase Reaktion. Es wurden hier die Belichtung und der Hintergrund bereits verbessert, die Kameraqualität war jedoch immer noch ein großes Problem.

### 3.3. Projektaufbau

Nach dem zweiten Testvideo entschieden wir uns eine Kamera für eine Woche auszulihen und in dieser Zeit all unsere Themen zu drehen. Dies erlaubte uns den recht komplizierten Aufbau nicht mehrmals exakt rekonstruieren zu müssen. Wir entschieden uns nach längerem Überlegen und Bereitstellung von einem kleinen Budget durch die Universität die Moleküle und Schriftzüge der Videos mit Chemdraw Professional zu erstellen und auf festerem Papier auszudrucken. Als Hintergrund nutzten wir eine weiße PVC Platte. Die Kamera sollte an einem selbstgebauten Stativ befestigt werden, welches auf einem Tisch fixiert wurde. Das Stativ bestand aus zwei Holzlatten, in welche wir ein Loch bohrten um die Kamera (eine Canon 60D) mit einer einfachen Stativschraube zu befestigen. Der Kamerabereich wurde markiert und die Kamera selbst mit einem Computer verbunden und über diesen auch ausgelöst. Das Zimmer wurde abgedunkelt um eine Veränderung der Belichtung durch den Sonnenstand zu verhindern, die beiden Softboxen waren somit die einzige Lichtquelle. Der Aufbau ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Dreharbeiten verliefen wie geplant, wir waren bereits einen Tag früher als geplant mit allen Aufnahmen fertig. Insgesamt wurden über 1000 Einzelbilder aufgenommen. Diese wurden danach mit dem Programm Lightroom bearbeitet um etwaige Unterschiede in den Bildern auszugleichen und den entstandenen Blaustich zu entfernen.



**Abbildung 1:** Finaler Aufbau für den Lernvideodreh. Links und rechts befinden sich die zwei Softboxes (Lichtquelle). Die Kamera (Canon 60D) wurde mithilfe eines eigens angefertigten Stativs über der weißen PVC Platte (Hintergrund) positioniert.

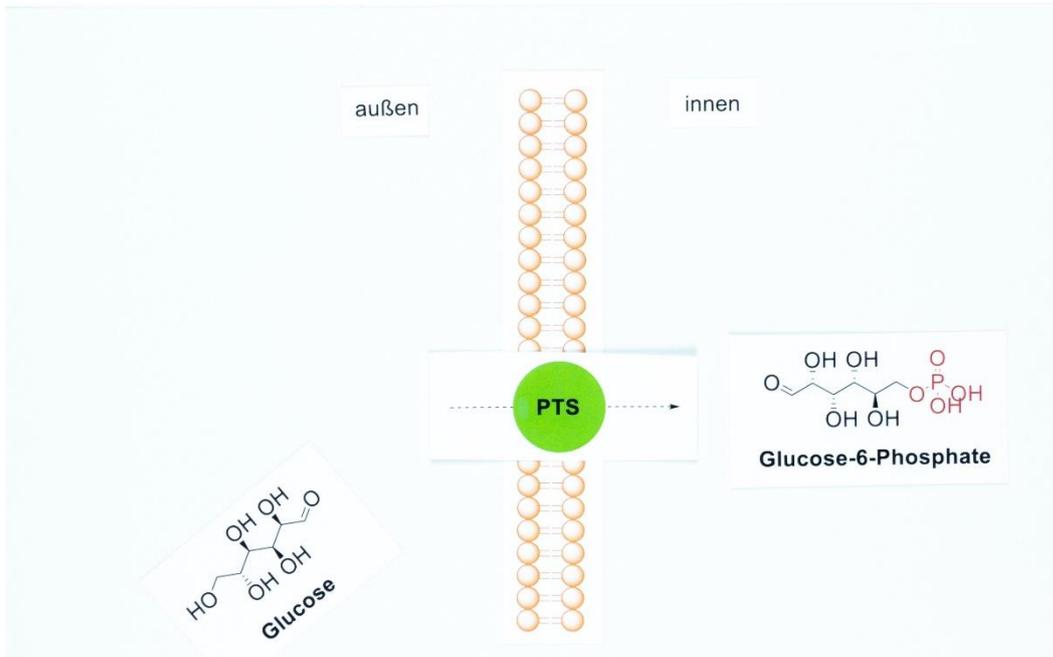
### 3.4. Post Production

Nach den Aufnahmen beschäftigten wir uns mit der Ausarbeitung des Audioskripts. Zu den insgesamt sieben Videos schrieben wir Texte und nahmen diese mithilfe eines Auna MIC-900B Mikrofons und dem Programm Audacity auf. Wie bei den vorherigen Testvideos wurde Premiere Pro CC und Photoshop für den Schnitt verwendet.

Die fertigen Videos wurden auf YouTube mit dem Account „The Metabolists“ hochgeladen und zunächst nicht veröffentlicht. Wir entschieden uns bereits vorher alle Videos auf YouTube zu laden, um sie einer deutlich größeren Menge an Menschen zugänglich zu machen. Eine Veröffentlichung auf einer Uni-internen Seite oder auch einer öffentlichen Seite der Universität Ulm ist weniger leicht zugänglich für externe Personen. Die Möglichkeit von direktem Feedback durch Kommentare ist auf YouTube ebenfalls gegeben.

## 4. Ergebnisse

Insgesamt wurde Bildmaterial zu sieben Videos aufgenommen. Die Videos sind zwischen vier und fünf Minuten lang, ein kleiner Ausschnitt aus dem Video „PTS & Glykolyse | Metabolismus der Zelle“ ist in Abbildung 2 dargestellt.



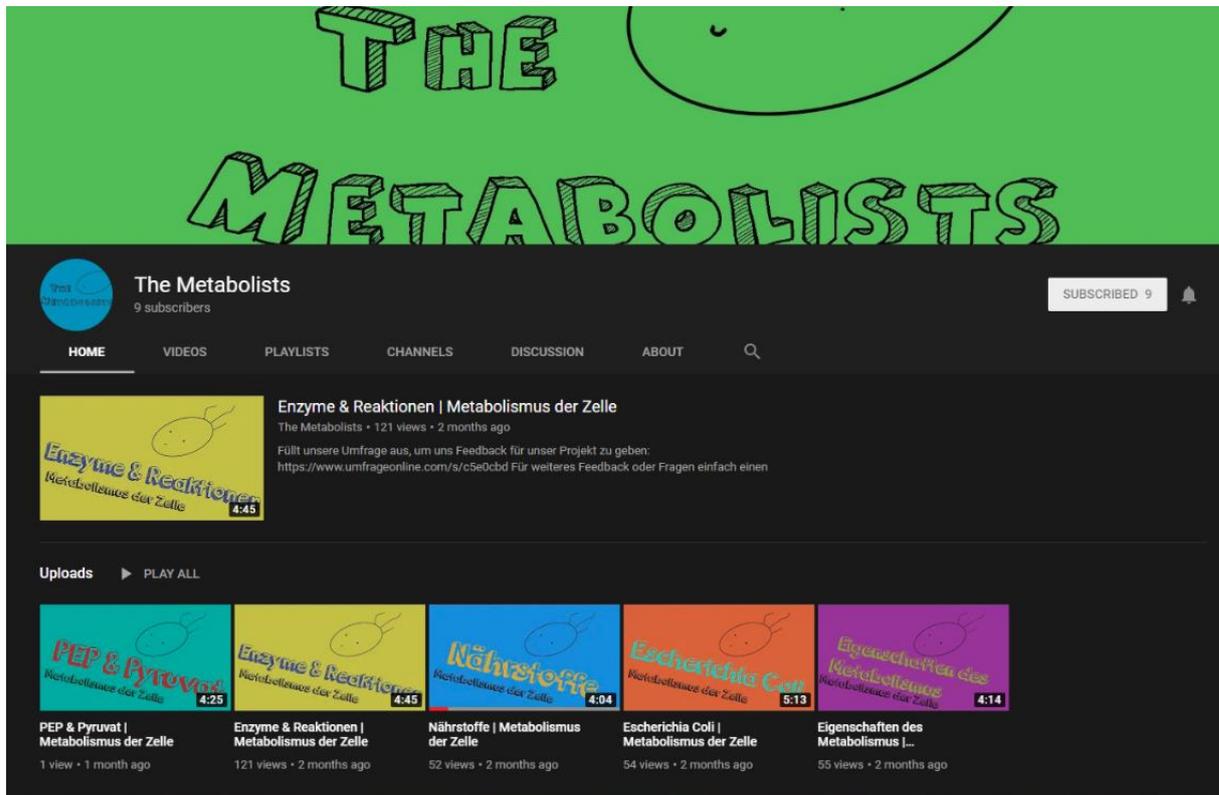
**Abbildung 2:** Bildbeispiel aus dem Video: „PTS & Glykolyse | Metabolismus der Zelle“

Es wurden Videos zu den folgenden Themenbereichen produziert:

- Enzyme und Reaktionen im Zentralmetabolismus
- Nährstoffen im Zentralmetabolismus
- Modellorganismus: *Escherichia coli*
- Besondere Eigenschaften des Zentralmetabolismus
- Die Rolle von PEP & Pyruvat im Zentralmetabolismus
- Das PTS und die Glykolyse

Des Weiteren ist ein Video zu den Themen Pyruvat Oxidation und Citrat Zyklus noch in Arbeit. Damit decken die Videos die wichtigsten Stoffwechselwege und Zusammenhänge im Zentralmetabolismus von Prokaryoten ab. Die Prinzipien lassen sich auch zum Großteil auf Eukaryoten übertragen (z.B. Zellatmung).

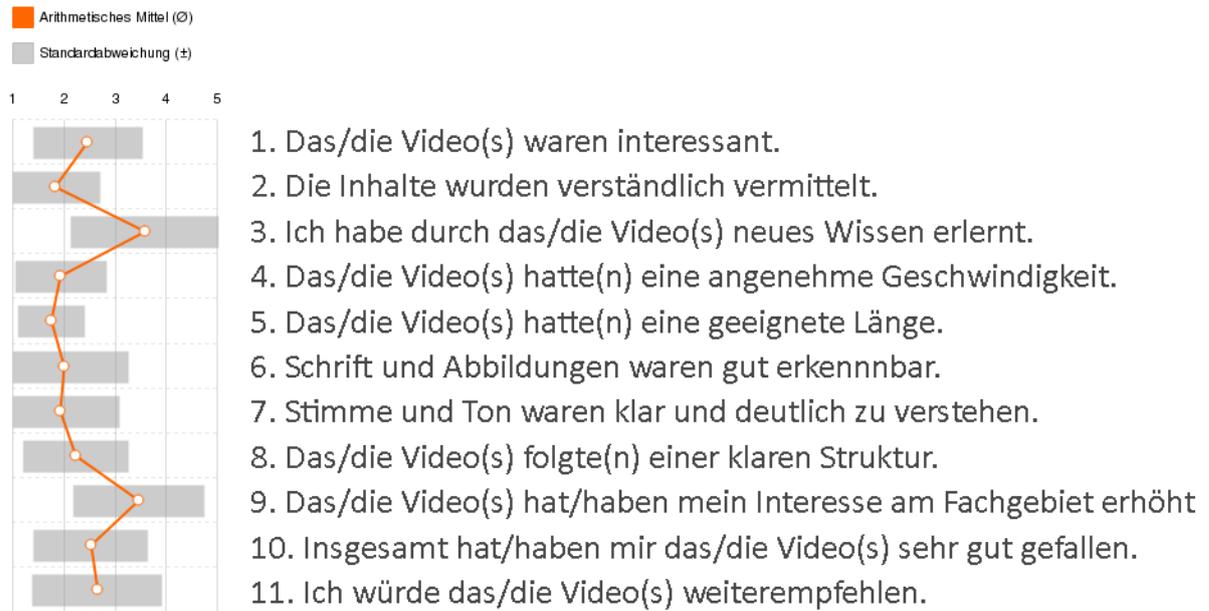
Bisher wurden sechs Videos mit Audiokommentar geschnitten und auf dem YouTube Kanal „The Metabolists“ (Abbildung 3) veröffentlicht.



**Abbildung 3:** Der auf YouTube.com erstellte Channel zur öffentlichen Bereitstellung der Videos. Gesamtaufrufe: 283 (Stand: 14.04.19).

Für den Kanal auf YouTube sowie die einzelnen Videos wurde ein uniformes Design gewählt, das sich hauptsächlich durch unterschiedliche Farbgebung voneinander abhebt. Dadurch lassen sich der Channel sowie die einzelnen Videos leicht wiedererkennen und zuordnen. Der Wiedererkennungswert von *thumbnails* auf Plattformen wie YouTube spielt eine tragende Rolle, da Zuschauer sofort alle Videos des Kanals entdecken können und nicht erst in der Videobeschreibung die Autoren identifizieren müssen.

Um zu validieren, wie die Lernvideos von Studenten der Universität Ulm wahrgenommen wurden, wurde eine *online*-Umfrage ([www.umfrageonline.com](http://www.umfrageonline.com)) erstellt. Die Umfrage bestand aus 11 Fragen, die sich auf die zuvor gesehenen Videos beziehen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 abgebildet.



**Abbildung 4:** Umfrageergebnisse der Video-Online-Umfrage. Insgesamt haben 17 Personen teilgenommen. 1: trifft zu; 2: trifft eher zu; 3: weder noch; 4: trifft weniger zu; 5 trifft nicht zu.

Zum Zeitpunkt der Umfrage waren vier Videos bereits *online* verfügbar. Insgesamt gab es 17 Teilnehmer, die vor allem aus den Bereichen Biologie und Biochemie stammten, aber auch Nicht-Studenten haben teilgenommen.

Aus den Mittelwerten der beantworteten Fragen lässt sich erkennen, dass die Meisten die Videos allgemein gut verständlich und gut nachvollziehbar fanden. Signifikant positive Bewertungen ließen sich für die Fragen 2, 4, 5, 6, 7 und 8 feststellen. Zur Berechnung wurden der Mann-Whitney U-Test und der t-Test verwendet (siehe Statistik-Anhang). Für die restlichen Fragen ließ sich kein signifikanter Unterschied zum Mittel feststellen.