

um die klinischen Studien erfolgreich durchzuführen. Sie fanden ihn im Pharmariesen Pfizer, der eine große klinische Studie mit über 44000 Probanden mit Comirnaty auf den Weg brachte. Am 08.11.2020 konnten die Ergebnisse der Phase-II/III-Studie bekanntgegeben werden: Der BioNTech-Impfstoff kann eine Covid-19-Erkrankung zu über 95 Prozent reduzieren. Seit Dezember 2020 ist der BioNTech-Impfstoff erfolgreich im Einsatz und wird es wohl noch länger bleiben.

Es ist jedoch abzusehen, dass es eine Weiterentwicklung der Impfstoffe geben wird, um die inzwischen bekannten Virusmutanten besser angreifen zu können. Schon heute werden eine und weitere Booster-Impfungen drei bis sechs Monate nach der Zweitimpfung empfohlen, da die Menge an Antikörpern im Körper von Geimpften kontinuierlich zurückgeht. Vermutlich wird die Welt mit SARS-CoV-2 leben müssen und sich durch regelmäßige Auffrischungsimpfungen

dagegen schützen müssen, ähnlich wie dies bei der Influenza-Grippe der Fall ist.

„Vaxxers“ und „Projekt Lightspeed“ sind auch für den Laien gut zu lesende Wissenschaftskrimis und Lehrstücke für Biologen und Biotechnologen, wie man Grundlagenforschung und Anwendung erfolgreich vereinen kann.

Michael Wink, Heidelberg

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

NESSI^{Plus} – ein Lehr-Lern-Labor mit bioorganischem Inhalt

Das NESSI-Lab – Nürnberg-Erlangen-Schüler- und Schülerinnen-Labor – ist seit 2007 an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ein fester Bestandteil der Lehramtsausbildung [1]. Dieses Lehr-Lern-Labor fördert die frühkindliche naturwissenschaftliche Bildung bei Schüler/-innen, die sich in der ersten bis zur sechsten Jahrgangsstufe befinden. Zudem profitieren die Studierenden insofern, dass sie erste Erfahrungen bei der Anleitung kleiner Gruppen machen können.

Eigene DNA sichtbar machen – das wäre doch der Hit! So dachten auch wir von der Chemiedidaktik und planten einen interdisziplinären Kurs (Bioorganik) für Schüler/-innen der Jahrgangsstufen 10-12 (Oberstufe/Kollegstufe). Dieser startete im Jahr 2019 als NESSI^{Plus}-Lab [2]. Im Rahmen des Kurses, der ca. sechs Stunden umfasst, wird genomische DNA der Teilnehmenden (Extraktion aus der Mundschleimhaut) isoliert, partiell amplifiziert und mittels Gelelektrophorese im elektrischen Feld aufgetrennt und visualisiert.

Im durchgeführten Kurs wird ein PCR-basierter Screen für eine einzelne Alu-Sequenz innerhalb des PV92-Locus im Chromosom 16 durchgeführt. Der Ursprung und die Funktion solcher zufällig wiederholten Sequenzen ist noch nicht bekannt. Der Name Alu kommt von der Erkennungsstelle des Restrik-

tionsenzym Alu I, das in dieser Sequenz gefunden wurde. Dieses spezielle Alu-Intron ist dimorph; das heißt, das Element ist bei einigen Individuen vorhanden, bei anderen nicht. Einige Menschen tragen das Insert (Alu-Sequenz) im PV92-Locus auf einem ihrer Chromosomen 16, andere auf beiden homologen Chromosomen (zwei Allele), und einige besitzen kein Insert. Das Vorhandensein oder Fehlen dieses Inserts kann durch die Polymerase-Kettenreaktion mit anschließender Agarose-Gelelektrophorese nachgewiesen werden. Die verwendeten Primer, eigenständig designt und bei www.Biomers.com hergestellt, amplifizieren durch PCR den PV92-Locus; dieser hat eine Länge von ca. 600 Basenpaaren. Bei einer Insertion des Alu-Elementes (ca. 300bp) in diesem Locus, wird ein 900 Basenpaarfragment vervielfältigt.

Chancen des Lehr-Lern-Labors

Der Kurstag läuft folgendermaßen ab (Abbildung 1): Durch Spülen des Mundes mit physiologischer Kochsalzlösung werden die Zellen extrahiert; 1 ml dieser Lösung wird in ein Mikroreaktionsgefäß überführt und bei maximaler Geschwindigkeit der Zentrifuge zentrifugiert, so dass die Zellen sedimentieren (Abbildungen 1b, c). Der Überstand wird abgegossen und das Zellpellet durch Schnipsen in Lösung gebracht. Durch Inkubation bei unterschiedlichen Temperaturen (56°C, 10 min; 100°C, 5 min) mit zwischenzeitlichem Vortexen werden Gewebelyse und Zellyse gefördert. Die abschließende Zentrifugation (bei 6000 g) sedimentiert alles – mit Ausnahme der genomischen DNA, die sich im Überstand befindet. Von diesem Überstand werden 20 µl zum PCR-Ansatz (Mastermix) pipettiert und der Thermocycler gestartet.

In der sich anschließenden Theoriephase erhalten die Schüler/-innen Hintergrundinformationen zu den durchgeführten Arbeiten im Labor. So erfahren sie, wozu die einzelnen Inkubationsschritte bei unterschiedlichen Temperaturen notwendig sind, lernen anhand der Wiederholung der Replikation die Vorgänge der PCR (Polymerase-Chain-Reaction) sowie das Prinzip der Gelelektrophorese zur Auftrennung von DNA-Fragmenten und das Sichtbarmachen

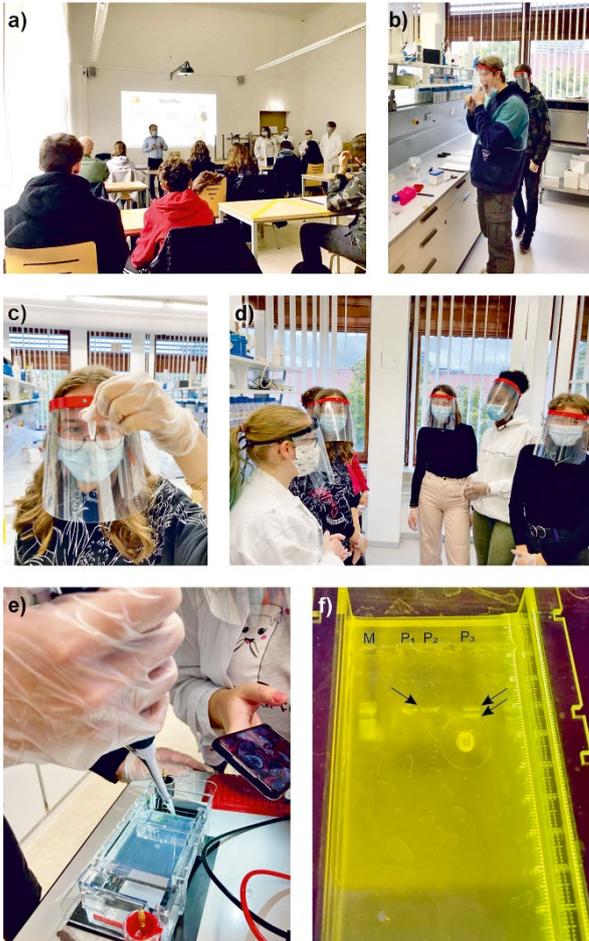


ABB. 1 Darstellung des NESSI^{Plus}-Kurs mit einem Q11-Kurs. **a)** Theorie/Einführung in den Kurs; **b)** Extraktion von Mundschleimhautzellen; **c)** sedimentierte Zellen; **d)** Besprechung der weiteren Vorgehensweise im Kurs; **e)** Beladen eines Agarosegels; **f)** Nachweis der entsprechenden Fragmente (M = Marker, P1, P2 = homozygote Träger (900 bp, Pfeil); P3 = heterozygoter Träger (900 bp, 600 bp, Pfeile).

der DNA mittels interkalierender Farbstoffs kennen.

Anschließend bereiten die Schüler/-innen im Labor die Gelelektrophorese vor. Das gegossene und festgewordene Agarose-Gel wird mit den Produkten der PCR beladen und eine Gleichspannung (100V) angelegt. Das Gel läuft ca. 30 Minu-

ten; die amplifizierte DNA-Fragmente werden durch UV-Strahlung sichtbar gemacht (Abbildung 1f). Die Analyse des Bandenmusters (Banden bei ~900 bp = homozygoter Träger oder bei ~600 bp = homozygoter nicht-Träger oder zwei Banden bei ~900 bp und ~600 bp = heterozygoter Träger) offenbart den entsprechenden Genotyp des Spenders.

Warum dieses Lehr-Lern-Labor in der Chemiedidaktik?

Zur Durchführung der geplanten Experimente wird eine bestimmte Ausstattung an Gerätschaften (Mikropipetten, Zentrifugen, Thermocycler sowie Gelelektrophorese-Apparatur) benötigt, die den finanziellen Rahmen von Schulen sprengen würde. Zudem ist an den Schulen das nötige Knowhow normalerweise nicht vorhanden [3]. Der Besuch eines Lehr-Lern-Labors an einer Universität bietet Schulen hier eine attraktive Alternative.

Bei der Konzeption von NESSI^{Plus} fragten wir uns, ob der Besuch der Schüler/-innen nachhaltig ihre Einstellung zu MINT-Themen und -Berufen sowie das Interesse an MINT-Inhalten verändern kann. Führt eine intensive Beschäftigung mit bioorganischen Inhalten in einem sechsständigen Zeitfenster zu einem vertieften Wissen bei den Teilnehmer/-innen?

Dies versuchen wir mit einem quantitativen Studiendesign (Follow-up-Design; Pre-Test sowie Post-Test, entsprechenden Skalen [4, 5]) herauszufinden. Vor dem Besuch des Lehr-Lern-Labors wird dafür der Wissensstand der Schüler/-innen per Online-Fragebogen abgefragt (Status quo). Am jeweiligen Kurstag führen die Teilnehmer/-innen einen um die Laborarbeiten ergänzten Online-Fragebogen aus, den sie nach einer Zeit von ungefähr zwei Wochen

nochmals bearbeiten. Dadurch lassen sich die zu Beginn adressierten Fragen empirisch darstellen und auswerten (Unipark Software [6]). Die Datenätze (drei Sets pro Teilnehmer/-in) werden in Unipark ausgelesen und mittels des Programms SPSS sortiert und gruppiert; die anschließende Analyse der Skalen „Berufsorientierung, Interesse und Motivation“ ist gerade im Prozess. Erste Ergebnisse deuten auf eine Zunahme an Interesse sowie Motivation durch den Besuch im Schülerlabor hin. Aufgrund der geringen Fragenanzahl im Wissensteil (Grundwissen, Kurswissen) kann dahingehend noch keine Signifikanz festgestellt werden. Nach Abschluss der Vorstudie ist die Hauptstudie bereits gestartet, die Ergebnisse der Auswertung der Vorstudie sind in die Überarbeitung des Evaluationsbogen eingeflossen, und dieser ist entsprechend angepasst worden.

Danksgiving:

Das Projekt wurde von GDCh und FCI finanziell unterstützt. Auswertung der Datensätze durch I. Müller.

Literatur

- [1] A. Kometz, M. Urbanger (2008). Mittelfränkischer Schulanzeiger 76, 2–3.
- [2] D. Müller (2021). 37. Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht DiCE meets FGCU: Analog und digital: Chemieunterricht mit Potenzial.
- [3] J. Kreuz, B. Durst (2000). Praxis der Naturwissenschaften Biologie 49, 18–21.
- [4] K. Röhlke (2019). Promotionsschrift, Bielefeld, <https://doi.org/10.4119/unibi/2935577>.
- [5] R. M. Ryan, E. L. Deci (2000). Contemp Educ Psychol 25, 54–67.
- [6] B. M. Blanz (2017). Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden. S. 85–122.

Dominik Müller & Sebastian Habig
Chemiedidaktik der
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen,
dominik.d.mueller@fau.de