



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

CHEMIE UND BIOCHEMIE IN DER MODERNEN IMKEREI

Selbstständige projektorientierte Laborarbeiten im Team

ID 1404

DIⁱⁿ Drⁱⁿ. Andrea Pfitzner, DIⁱⁿ Drⁱⁿ. Veronika Ebert, Mag. Dr. Martin Melcher, Mag^a. Christine Raschauer-Andrecs, DIⁱⁿ Maria Weber, Mag^a. Drⁱⁿ. Andrea Pichler-Wallace

HBLVA für chemische Industrie, Rosensteingasse 79, 1170 Wien

Wien, Juni 2015

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Unterricht an der HBLVA für chemische Industrie.....	5
1.1.1 Praktische Laborerfahrungen von Schüler/innen.....	5
1.1.2 Literaturrecherchen von Schüler/innen	6
2 ZIELE	8
2.1 Ziele auf Schüler/innenebene	8
2.1.1 Fachkompetenzen	8
2.1.2 Präsentationskompetenz:	8
2.2 Ziele auf Lehrer/innenebene	8
2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen.....	8
3 DURCHFÜHRUNG	9
3.1 Projektorganisation.....	9
3.1.1 Bildung eines Lehrer/innenkernteams.....	9
3.1.2 Schaffung von Rahmenbedingungen	10
3.1.3 Kontaktaufnahme/Absprache mit Kooperationspartnern.....	10
3.1.4 Sponsorsuche	10
3.1.5 Themenrecherche und Literatursuche.....	10
3.1.6 Erstellung eines Projektmoodlekurses	11
3.1.7 Erstellung eines groben Ablaufplans und Evaluationsplans	11
3.2 Unterrichtsablauf.....	12
3.2.1 Vorinformation der Klasse	12
3.2.2 Einbindung der Projektarbeit in den „BcBa“-Unterricht.....	12
3.2.3 Einbindung der Projektarbeit in den „CtL“-Unterricht	14
3.2.4 Einbindung der Projektarbeit in den „Deutsch“-Unterricht.....	16
3.2.5 Einbindung der Projektarbeit in den „BtFt“-Unterricht	16
3.2.6 Einbindung der Projektarbeit in den „AMGt“-Unterricht	16
3.2.7 Einbindung der Projektarbeit in den „OC“- und „OPL“-Unterricht.....	16
3.3 Verbreitungsaktivitäten	17
4 EVALUATIONSMETHODEN	18
4.1 Evaluation auf Lehrer/innenebene	18
4.1.1 Eingangsbefragung zu den Motiven der Lehrkräfte	18

4.2	Evaluation auf Schüler/innenebene	18
4.2.1	Eingangsbefragung zur Stimmungslage der Schüler/innen	18
4.2.2	Auswertung der Projekthefte der Schüler/innen	18
4.2.3	Auswertung der Powerpoint-Präsentationen der Schüler/innen.....	18
4.2.4	Schüler/innenevaluationsbogen während/am Ende des Projekts.....	18
5	ERGEBNISSE	20
5.1	Ergebnisse auf Schüler/innenebene	20
5.1.1	Ergebnisse der Themenfindung	20
5.1.2	Recherchierkompetenzen.....	20
5.1.3	Präsentationskompetenz:	26
5.1.4	Etablierung einer Arbeitsmethode.....	28
5.1.5	Experimenteller Erfolg.....	30
5.1.6	Weitere Ergebnisse auf Schüler/innenebene	31
5.1.7	Weitere Beobachtungen	37
5.2	Ergebnisse auf Lehrer/innenebene.....	39
5.2.1	Motive der Lehrenden vor Projektbeginn	39
5.2.2	Kooperation zwischen Theorie- und Praxisgegenständen.....	39
5.2.3	Erweiterung des Fachwissens	40
5.2.4	Betreuung von Kleingruppen	40
6	DISKUSSION	41
7	LITERATUR	43
8	ANHANG	44

ABSTRACT

An der HBLVA17 (HTL-Schulform mit Schwerpunkt Chemie) wurde in einem 4. Jahrgang ein fächerübergreifendes Projekt zum Themenkomplex „Bienen und Bienenprodukte“ durchgeführt.

Ein wichtiges Ziel war es, die Fähigkeit der Schüler/innen zu fördern, Fachliteratur zu suchen und für ihre praktische Laborarbeit zu nutzen. Ein weiteres Ziel war die Förderung der Fähigkeit der Schüler/innen ihre praktischen Arbeiten im Labor selbstständig zu planen.

Die Schüler/innen bearbeiteten in kleinen Teams selbstgewählte Aufgabenstellungen: sie recherchierten über die Bedeutung des Themas, suchten geeignete Arbeitsmethoden aus der Literatur und setzten diese teilweise im Labor praktisch um. Abgerundet wurde die Projektarbeit durch Präsentationen der Teilprojekte im Theorieunterricht. Wichtige Ergebnisse waren:

- 1) Die Schüler/innen nutzten von sich aus keine gedruckten Werke, sie suchten alle Informationen im Internet. Die Suchstrategien waren zu Projektbeginn auf Google-Suchen beschränkt, erst im Lauf des Projekts wurden wissenschaftliche Datenbanken und Ähnliches vermehrt genutzt.
- 2) Die Schüler/innen waren sehr überrascht, wie viel Recherchier- und Planungsarbeit erforderlich ist, bevor eine praktische Laborarbeit durchgeführt werden kann.
- 3) Die Schüler/innen empfanden kaum Nachteile in der projektorientierten Arbeit und erkannten, dass sie viele wichtige Kompetenzen für ihr weiteres Berufsleben erwerben konnten.
- 4) Für die Lehrkräfte waren die Koordination der Schüler/innen und die extrem individualisierte Betreuung der Schüler/innen ziemlich aufwändig und anstrengend. Positiv war, dass einige Arbeitsmethoden etabliert werden konnten, die auch in den kommenden Jahren im Regelunterricht eingesetzt werden können.

Schulstufe: 12

Fächer:

Theoriefächer: Biochemie und Bioanalytik (BcBa), Biotechnologie und Fermentationstechnik (BtFt), Angewandte Mikrobiologie und Gentechnik (AMGt), Organische Chemie (OC), Deutsch (D), Englisch (E)

Laboratorien: Chemisch technologisches Laboratorium (CtL), Organisch chemisches Laboratorium (OPL), Angewandte Mikrobiologie und Gentechnik (AMGt)

Kontaktpersonen: DIⁱⁿ Drⁱⁿ. Andrea Pfitzner, DIⁱⁿ Drⁱⁿ. Veronika Ebert, Mag. Dr. Martin Melcher

Kontaktadresse: HBLVA für chemische Industrie, Rosensteingasse 79, 1170 Wien

Zahl der beteiligten Klassen: 1

Zahl der beteiligten Schüler/innen: 28, davon 12 Mädchen und 16 Burschen

Urheberrechtserklärung

Wir erklären, dass wir die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht haben. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Wir sind uns bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge.

1 EINLEITUNG

Schüler/innen der HBLVA für chemische Industrie sollten nach Abschluss ihrer Ausbildung fähig sein, Arbeitsmethoden aus der Literatur zu verstehen, und in konkretes praktisches Tun umzusetzen. In diesem Projekt wurde es Schüler/innen ermöglicht, diese Kompetenzen an Hand eines eigenständig gewählten praktischen Themas aus dem Bereich „Chemie und Biochemie in der modernen Imkerei“ zu erlernen und zu vertiefen

1.1 Unterricht an der HBLVA für chemische Industrie

Die Ausbildung an der Höheren Bundeslehr- und Versuchsanstalt für chemische Industrie (HBLVA17) ist eine HTL-Schulform und umfasst theoretische Fächer und Laborfächer mit dem Schwerpunkt Chemie. Das vorliegende Projekt wurde im Rahmen des Lehrplans gemäß BGBl. II 302/1997 i.d.F. BGBl. II 382/1998 i. V. m. BGBl. II 283/2003 im 4. Jahrgang durchgeführt.

Es waren folgende Fächer beteiligt:

Fach	Fachkürzel	Stundenausmaß	Art
Biochemie und Bioanalytik	BcBa	3	T
Biotechnologie und Fermentationstechnik	BtFt	2	T
Organische Chemie	OC	2	T
Deutsch	D	2	T
Englisch	E	2	T
Chemisch-technologisches Laboratorium	CtL	5	L
Angewandte Mikrobiologie und Gentechnik	AMGt	1 3	T L
Organisch-präparatives Laboratorium	OPL	5	L

T...Theorie, L...Labor

Um einen breit gefächerten Überblick über Arbeitsmethoden in verschiedenen Fachbereichen zu bekommen, rotieren Schüler/innengruppen im Rahmen des chemisch-technologisches Laboratoriums durch mehrere Laboratorien (molekularbiologisches Laboratorium, biochemisches Laboratorium, biotechnologisches Laboratorium und organisch-präparatives Laboratorium). In den verschiedenen Laboratorien sind die Übungen im Stationsbetrieb organisiert.

1.1.1 Praktische Laborerfahrungen von Schüler/innen

In analytischen Laboratorien der ersten beiden Jahrgänge erlernen die Schüler/innen der HBLVA17 nasschemische qualitative und quantitative Arbeitsmethoden, im 3. Jahrgang kommen instrumentelle analytische Methoden, mikrobiologische Methoden und organisch-präparative Methoden dazu. Im Rahmen dieser Laboratorien wird mit kochrezeptartigen Arbeitsanleitungen gearbeitet. Dabei sollen einerseits Basiserfahrungen der Chemie vermittelt werden (z.B. einfache Arbeitstechniken, Aussehen von Niederschlägen etc.), die für das Verständnis der theoretischen Chemie sowie für das Verständnis von Arbeitsmethoden erforderlich sind. Andererseits geht es um den Erwerb konkreter praktischer Fähigkeiten, aber auch um die korrekte Protokollierung von Arbeitsprozessen. In den ersten drei Jahrgängen kommen die Schüler/innen nur sporadisch in die Situation, selbst eine Methode aus der Literatur in die Praxis umsetzen zu müssen.

Um eine Methode in einem Labor etablieren zu können sind in der Regel folgende Schritte erforderlich:

- Suche nach einer geeigneten Arbeitsmethode in der Literatur.
- Konkretisierung der Arbeitsmethode (Validierung):
 - Anpassung der Arbeitsmethode an die eigene Fragestellung
 - Anpassung der Arbeitsmethode an die eigene Laborumgebung
 - Durchführung von Pilotversuchen (Positiv- und Negativkontrollen)
 - Optimierung der Arbeitsmethode

Um später im Berufsleben in Laboratorien mehr zu sein als ein „Pipettierknecht“, ist es notwendig Lernerfahrungen im Bereich der Methodenetablierung und –entwicklung zu ermöglichen.

1.1.2 Literaturrecherchen von Schüler/innen

Die beruflichen Anforderungen an HTL-Absolventen/innen umfassen nicht nur die Fähigkeit, eng angeleitet praktische Arbeiten in Laboratorien durchzuführen, sondern auch Kompetenzen, Arbeitsmethoden aus der Literatur herauszusuchen und in konkretes praktisches Tun umsetzen zu können. Im Regelunterricht der ersten 3 Jahrgänge wird diese Aufgabe meist von den Lehrkräften erledigt.

Nach Abschluss der Ausbildung sollten die Absolventen in der Lage sein, Arbeitsmethoden aus der Literatur zu verstehen und in konkretes praktisches Tun umzusetzen, d.h. zumindest den Methodenteil der Fachpublikationen zu verstehen. Sie sollten in der Lage sein, festzustellen, ob die durchgeführte praktische Methode sowie die im eigenen Experiment erzielten Ergebnisse mit jenen der Autoren/innen der Fachpublikation übereinstimmen.

Weiters ist es wünschenswert, dass die Absolventen bewerten können, welche Adaptionen bzw. Abweichungen von der Originalmethode im Hinblick auf das geplante Experiment erlaubt bzw. angebracht wären und wie die Experimente zu gestalten sind, um diese Aussagen zu verifizieren.

Aus dem Unterricht vergangener Jahre war bekannt, dass die meisten Schüler/innen wenig Bereitschaft zeigen, sich mit längeren Texten auseinander zu setzen. Oft wird nur oberflächlich gelesen, nach der Lektüre ist vieles zwar bekannt (oberflächliches Wissen), aber wenig wurde tatsächlich in der Tiefe durchdacht und damit auch verstanden.

Die meisten Schüler/innen tendieren dazu, für die Durchführung praktischer Arbeiten erforderliche Informationen bevorzugt direkt von den Lehrpersonen zu beziehen oder im Internet zu suchen. Dabei wird weniger Wert auf inhaltliche Tiefe und Richtigkeit als vielmehr auf schnelle Ergebnisse gelegt, Recherchen von Schüler/innen sind daher meist Google-Suchen, Wikipedia wird von den Schüler/innen bevorzugt und ausgiebig als Informationsquelle genutzt. Es gibt weniger Initiativen, ein Lehrbuch als Literaturquelle heranzuziehen oder einen wissenschaftlichen Fachartikel zu lesen.

Im chemischen Bereich zeigt sich, dass die Wahl einer geeigneten Literaturquelle stark vom Ziel der Recherche abhängt:

Google-Suche: Einblick in aktuelle Diskussionen und Problematiken (z.B. Bienensterben durch Neonicotinoide), Umfeldwissen (Bedeutung der Biene für die Bestäubung von Nutzpflanzen). Die fachliche Qualität der Einträge ist oft nicht oder nur teilweise überprüfbar. So lässt das Impressum oft vorsichtige Schlüsse auf die Seriosität der Webseite zu.

Wikipedia-Einträge: Die meisten Wikipedia-Einträge aus dem chemischen Bereich haben ein so hohes fachliches Niveau, dass sie von Schüler/innen nur ansatzweise verstanden werden. Für das volle Verständnis ist Grundwissen aus Lehrbüchern erforderlich. So ist z.B. ein grundlegendes Verständnis der Neurotransmission erforderlich, um die Wirkungsweise von Neonicotinoiden zu verstehen. Die Einträge sind oft fachlich fundiert, doch fehlt der konsequente Peer-Review, wie er bei wissenschaftlichen Originalpublikationen üblich ist.

Lehrbücher: Für den fachtheoretischen und fachpraktischen Unterricht an der HBLVA17 gibt es nur wenige geeignete Schulbücher. Inhaltlich geeignete Lehrbücher haben meist College- oder Universitätsniveau. Während dicke „Handbücher“ meist genügend erklärenden Text für Schüler/innen liefern, sind Kompaktlehrbücher oft so inhaltsdicht, dass die Schüler/innen überfordert sind. Der Vorteil von Lehrbüchern gegenüber beliebigen Internetquellen ist ihre gute fachliche Prüfung durch Gutachter/innen. Die Suche in Google-Books erlaubt es mitunter, fachlich fundierte Quellen in Auszügen zu lesen. Manchmal können auf diesem Weg auch Arbeitsmethoden gefunden werden, konkrete Arbeitsanleitungen sind aber selten.

Wissenschaftliche Publikationen: Wissenschaftliche Publikationen in Fachmagazinen geben nicht nur einen Einblick in den aktuellen Wissensstand, sie sind die wichtigste Quelle für konkrete Arbeitsmethoden. Leider sind sie oft nur kostenpflichtig erhältlich. Sie sind für Schüler/innen schwer lesbar, weil sie a) viele Vorkenntnisse erfordern, b) sehr inhaltsdicht sind und c) meist in englischer Sprache verfasst sind.

Persönliche Mitteilung: Durch direkten Kontakt (E-Mail, Telefonat, Gespräch) mit Personen, die Spezialisten für das jeweilige Fachgebiet sind (Imker, Agentur für Ernährungssicherheit, Veterinärmedizinische Universität) können konkrete praxisorientierte Fragestellungen diskutiert und oft wertvolle Informationen aus erster Hand gewonnen werden. Kostenpflichtige wissenschaftliche Publikationen können üblicherweise durch direktes Kontaktieren des Autors/der Autorin schnell und kostenfrei als Reprint bezogen werden.

Da wissenschaftliche Arbeiten und Methoden überwiegend in englischer Sprache publiziert werden, muss auch in dieser Sprache recherchiert werden. Dies stellt für die meisten Schüler/innen eine große Hürde dar, die erfahrungsgemäß nur bei konkreter Aufforderung durch Lehrkräfte überwunden wird.

2 ZIELE

2.1 Ziele auf Schüler/innenebene

2.1.1 Fachkompetenzen

Die Schüler/innen sollten durch das vorliegende Projekt die Fähigkeit erwerben:

- facheinschlägige **Literaturrecherchen** unter Einbeziehung der wissenschaftlichen Literatur durchzuführen
- **Informationen** aus wissenschaftlichen Artikeln zu entnehmen
- Vorschläge zur konkreten **praktischen Umsetzung** abzuleiten (Erstellung einer Arbeitsanleitung)
- in ihrer experimentellen Arbeit **Ergebnisse** zu erzielen, die die gestellte Frage beantworten
- Ideen für das **weitere experimentelle Vorgehen** zu entwickeln

2.1.2 Präsentationskompetenz:

Die Schüler/innen sollen in der Lage sein, ihr Thema inhaltlich verständlich zu **präsentieren**

2.2 Ziele auf Lehrer/innenebene

- Intensivierung der **Kooperation** zwischen Theoriefächern und Laboratorien
- Erweiterung des **Fachwissens** der beteiligten Lehrkräfte (theoretische Fachinhalte und methodisches Repertoire), das in Zukunft die Gestaltung neuer Aufgabenstellungen ermöglicht
- Verbesserung der Fähigkeit, **Kleingruppenprojekte** coachend zu begleiten

2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

Es sollten diverse Kanäle der Verbreitung des Projekts genutzt werden.

- Präsentation auf der Homepage der Schule
- Poster Präsentation an den Tagen der offenen Tür
- Kooperation mit anderen Schulen
- Artikel im VÖCHICHT-Report der Rosensteingasse
- Teilnahme an der ORF-Aktion „Mutter Erde“ (<http://www.muttererde.at/>): Kurzreportage über das Projekt bei Radio Wien (26.6.2015, 7 Uhr 40)

3 DURCHFÜHRUNG

Die Durchführung des Projektes begann nach ersten individuellen Vorgesprächen, in denen zunächst die Bereitschaft der Kollegen/innen sowie die grundsätzliche Machbarkeit erfragt und diskutiert wurden. Die konkrete Planung begann bereits im Wintersemester des vorangegangenen Schuljahres. In der Folge werden die einzelnen Schritte genauer erläutert.

3.1 Projektorganisation

Überblick über Termine und Aktivitäten der Projektorganisation

Planung	
Zeitraum/Termin	Aktivität
Jan. 2014	Bildung eines Lehrer/innenkernteams (Pfitzner, Ebert, Melcher)
Feb. 2014	Schaffung von Rahmenbedingungen (Auswahl der Klasse und Koordination mit Abteilungsvorständin zwecks Lehrfächerverteilung)
Jan.-Jun. 2014	Kontaktaufnahme/Absprache mit externen Kooperationspartnern Sponsorensuche Themenrecherchen und Literaturbeschaffung in individuellen Gesprächen Projektvorstellung und Einladung aller Klassenlehrer zur Mitgestaltung

Kommunikation:

Im Projekt wurden von den Lehrkräften folgende Kommunikationswege genutzt:

- Kurzbesprechungen in Kleingruppen nach Bedarf (mehrmals pro Monat), vor allem im Projektkernteam
- E-Mail: Diese Form der Kommunikation dominierte, da die Stundenpläne der beteiligten Lehrkräfte keine gemeinsamen Projektbesprechungen erlaubten
- durch Ablage von Materialien im Moodle-Kurs
- Telefonate

Die Kooperation mit dem Institut für Virologie (Veterinärmedizinische Universität) wurde wie folgt organisiert:

- Vorbesprechung im Jun. 2014
- Planungsarbeiten per E-Mail (Lehrer/innen und Schüler/innen)
- direkte Gespräch im Rahmen des Projektbesuchs im Dez. 2014

Kooperation mit Imker/innen, dem Wiener Imkerverband und der Berufsschule für Lebensmittel, Touristik und Zahntechnik erfolgte per E-Mail bzw. durch Telefonate (Lehrer/innen und Schüler/innen).

3.1.1 Bildung eines Lehrer/innenkernteams

Im Februar 2014 wurde ein aus drei Personen bestehendes Lehrer/innenkernteam gebildet, das die Projektorganisation und -koordination übernahm. Es wurde alle Klassenlehrer/innen über das geplante Projekt informiert und nach ihrer Bereitschaft zur Mitarbeit befragt.

3.1.2 Schaffung von Rahmenbedingungen

Im März 2014 wurde das geplante Projekt mit der Schulleitung besprochen und eine Klasse für das Projekt ausgewählt. Die Abteilungsvorständin wurde gebeten, die Lehrkräfte des Kernteams in dieser Klasse für das Schuljahr 2014/15 in bestimmten Unterrichtsgegenständen einzusetzen (Lehrfächerverteilung).

3.1.3 Kontaktaufnahme/Absprache mit Kooperationspartnern

Von Jänner bis Juni 2014 wurden einschlägige Berufsverbände, die Agentur für Ernährungssicherheit (AGES), mögliche Sponsoren und das Institut für Virologie (Veterinärmedizinische Universität Wien) kontaktiert und nach dem Interesse an einer Kooperation gefragt.

Es konnte eine Kooperation mit Dr. Tamas Bakonyi vom Institut für Virologie (Leitung Dr. Norbert Nowotny) zum Thema Identifikation von Bienenviren vereinbart werden.

Dipl.-Tzt. Philipp Maier, Obmann der Wiener Imkerschule im Donaupark, und Imker Gregor Mayer, Obmann des Imkerverbandes Wien West zeigten sich ebenfalls an einer Kooperation interessiert, ein Lehrausgang in die Imkerschule und ein Imkervortrag mit Bienenschaukasten wurden vereinbart.

Mit der Schulleitung und der Schulärztin wurde der Plan diskutiert, einen Bienenstock auf dem Schulgelände aufzustellen. Da einige Schüler/innen eine Bienenstichallergie bei der Schulärztin gemeldet haben, wurde zum Schutz der Schüler/innen von diesem Vorhaben Abstand genommen.

Es wurde der Kontakt zur Berufsschule für Lebensmittel, Touristik und Zahntechnik (BSLTZ, 1120 Wien, Längenfeldgasse) hergestellt. Diese Schule hat im Frühjahr 2015 im Rahmen eines Projekts einen Bienenstock auf dem Schulgelände aufgestellt. Auch hier konnte eine Kooperation vereinbart werden, die Berufsschüler/innen wurden für Ende Mai zu einem Mitmachlabor in die HBLVA17 eingeladen. Organisatorisch war dafür ein komplexer Studentenausch notwendig, weil die Berufsschüler nur an einem Tag pro Woche Unterricht haben. Dieses Mitmachlabor wurde von Schüler/innen organisiert und betreut. Die Berufsschüler/innen brachten ihren selbst erzeugten Honig zur Untersuchung mit.

Die AGES (Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit) wurde über mehrere Ansprechpartner/innen kontaktiert, zeigt sich allerdings an einer Kooperation nicht interessiert.

3.1.4 Sponsorensuche

Um eine finanzielle und materielle Unterstützung wurden folgende Kontakte aufgenommen:

Raiffeisen wurde kontaktiert, das Projekt vorgestellt und um Sponsoring gebeten. Im Gegenzug wurde das Angebot gemacht, das Projekt unter dem Markennamen „Sumsi“ zu bewerben durch Vorstellung des Projekts im Rahmen von Gastauftritten und Präsentationen in Pflichtschulen, also der Zielgruppe der Sumsi-Werbung durch Raiffeisen.

Erfolg: Raiffeisen hat auf 2 E-Mail-Anfragen nicht geantwortet.

Eine Einreichung des Projekts bei jugend-innovativ (www.jugendinnovativ.at) wurde zunächst ins Auge gefasst, dann aber wegen des durch den Projektbeginn zunehmenden Aufwands und der Auslastung aller Kollegen/innen doch nicht durchgeführt.

Sponsoring-Anfragen bei einigen Imkern und Imkereiverbänden brachten Absagen bzw. das Angebot, Honig- oder Wachsproben beizusteuern.

3.1.5 Themenrecherche und Literatursuche

Von Jan.-Jun. 2014 wurden im privaten Kreis Imker kontaktiert, um praxisrelevante Themenstellungen zu finden. Zu diesen Themenstellungen wurden Fachartikel und Bücher beschafft.

3.1.6 Erstellung eines Projektmoodlekurses

Für das Projekt wurde ein Moodlekurs erstellt. Er diene folgenden Zwecken:

- Bereitstellung von möglichen Themen und Literatur dazu seitens der Lehrkräfte
- Forum zur Kommunikation zwischen Lehrkräften und Schüler/innen
- Information von Lehrkräften und Schüler/innen über besondere Aktivitäten (z.B. Lehrausgänge)
- Austausch von Informationen zwischen den Lehrkräften (z.B. Evaluationsdaten)

3.1.7 Erstellung eines groben Ablaufplans und Evaluationsplans

Im Jul. 2014 wurde ein grober Projekt- und Evaluationsplan erstellt. Er enthielt Ideen zur Einbindung des Projekts in den Regelunterricht (siehe Anhang 1.2).

Dabei wurde auch festgelegt, dass die Schüler/innen ein Projekttagebuch mit folgenden Inhalten erstellen sollen (siehe auch Anhang 1.4):

- Aktivitäten
- Planungsarbeiten
- Überlegungen
- Persönliche Eindrücke, Befindlichkeiten
- Informationen zur Nutzung von Informationsquellen (Fachliteratur, Internet)

Leitfrage: „Was wurde während des Projekts gemacht?“

3.2 Unterrichtsablauf

Die nachfolgende Tabelle zeigt für das Projekt wesentliche Aktivitäten in den einzelnen Fächern. Die Fächer werden im nachfolgenden Text wie folgt abgekürzt:

BcBa	Biochemie und Bioanalytik
BtFt	Biotechnologie und Fermentationstechnik
CtL	Chemisch technologisches Laboratorium
AMGt	Angewandte Mikrobiologie und Gentechnik
OC	Organische Chemie
E	Englisch
D	Deutsch

Zeitraum/Termin	Aktivität	Fach
Jun. 2014	Vorinformation der Klasse über das Projektvorhaben mit Arbeitsauftrag Eingangsbefragung zur Erhebung der Motivation	AMGt
	Film „More than honey“ (17.4.14)	D
Sept. 2014	Detailinformation über den Projektablauf	BcBa
	Vortrag eines Imkers (Maier)	D
	Diskussion über Bienen, Übung: Erstellung eines Mindmaps zum Thema Bienen	E
Okt. 2014	Fragestunde mit Imker (Maier)	D
	Lehrausgang Institut für Virologie	CtL
Sept.-Nov 2014	Themensuche und –Präsentation Besuch der IMST-Betreuerin DI ⁱⁿ Mag ^a . Brigitte Koliander (21.10.14)	BcBa
Okt. 2014	Lehrausgang Wiener Imkerschule	CtL
Feb.-Mär. 2015	Referate zu Arbeitsmethoden	BcBa
Mär.-Jun. 2015	praktische Arbeit in den Laboratorien	CtL AMG OPL
	Evaluierung (Fragebogen)	BcBa
Mai 2015	Referate und Präsentation der Ergebnisse	OC
Mai 2015	Mitmachlabor für Berufsschüler/innen (28.5.15)	CtL

Die Betreuung der Schüler/innen erfolgte laufend während des Unterrichts bzw. in „Ganggesprächen“ außerhalb der Unterrichtszeit bzw. per E-Mail.

3.2.1 Vorinformation der Klasse

Im Juni 2014 wurde die Klasse vom Lehrer/innenkernteam über das Projekt informiert. Die Schüler/innen wurden aufgefordert, sich in den Ferien zu überlegen, ob sie ein bestimmtes Thema interessieren würde und eventuell bereits Probenmaterial (Bienen, Honig, Wachs etc.) zu sammeln.

3.2.2 Einbindung der Projektarbeit in den „BcBa“-Unterricht

Zu Jahresbeginn wurden die Schüler/innen über den groben Projektablauf in diesem Unterrichtsfach informiert (siehe Anhang). Es wurde festgelegt, dass die Schüler/innen ein Projekttagbuch für das gesamte Bienenprojekt führen sollen. Zudem wurde die Art und Weise der Einbindung des Projekts in den Unterrichtsgegenstand besprochen.

Projektphase I mit Präsentation:

Die Schüler/innen bekamen den Auftrag, sich ein Thema auszusuchen. Es bestand die Möglichkeit, aus vorgegebenen Themenstellungen zu wählen, oder ein eigenes Thema einzubringen. Das gewählte Thema sollte im Moodleforum kommuniziert werden, damit Absprachen unter den Schüler/innen möglich sind. Für die Art der Literaturrecherche gab es keine Vorgaben.

In einer etwa halbstündigen Einheit wurden Recherchiermöglichkeiten aufgezeigt:

- **Google-Suche** als a) Möglichkeit, einen Überblick über einen Themenbereich zu gewinnen, und b) lexikalisches Wissen nachzuschlagen (Formeln, Vokabel, ...)
- **Lehrbücher** als gut strukturierte fachlich fundierte Quelle
- **Google Scholar** oder die NCBI (National Center of Biotechnology Information)-Seite als Quelle für (natur-)wissenschaftliche Literatur. Es erfolgte der Hinweis, dass die Arbeiten gut geeignet sind, um Arbeitsmethoden zu finden, aber in der Regel in Englisch abgefasst sind.

Die Schüler/innen bekamen 6 Wochen Zeit, sich Informationen zu beschaffen und ein kurzes Referat zu ihrem Thema vorzubereiten. Für die Länge des Referats gab es keine Vorgaben, inhaltlich sollte es in das gewählte Thema einführen und die allgemeine Bedeutung beleuchten. Es wurden keine Quellen vorgeschrieben.

Die Referate wurden als Unterrichtsblock über 8 Wochen in den Regelunterricht eingebunden. Die Reihenfolge der Referate wurde spontan festgelegt, d. h. dass alle Schüler/innen ab einem bestimmten Termin ihre Referate parat halten sollten.

Da aufgefallen war, dass viele Schüler/innen zwar viele Informationen aus dem Internet gewinnen konnten, aber in den meisten Referaten vorwiegend lexikalisches Wissen präsentiert worden war, wurden die Schüler/innen am Ende der Referatsphase I aufgefordert, zu überlegen, was sich die anderen Schüler/innen von ihren Referaten wirklich merken sollen. Die Gruppen wurden aufgefordert, Fragen zu formulieren, die den Stoff umfassen sollten, der von den anderen Schüler/innen gelernt werden sollte.

Projektphase II:

Die Schüler/innen bekamen den Auftrag, Arbeitsmethoden zu finden, die sich eignen, Fragestellungen ihres Themas zu bearbeiten. Diese Arbeitsmethoden sollten mit den schulischen Möglichkeiten abgeglichen werden, d.h. die Schüler/innen sollten – nach Wahl einer Arbeitsmethode - mit den Laborlehrer/innen Kontakt aufnehmen, um die Realisierbarkeit der Methode zu prüfen. In den Laboratorien wurde begonnen, die Arbeitsmethoden praktisch umzusetzen.

Ab März 2015 fand im BcBa-Unterricht eine 2. Referatsserie aller Projektgruppen statt.

Die Aufgabenstellungen dafür waren:

- das Ziel der experimentellen Arbeiten zu erklären
- die methodische Umsetzung erklären (inklusive der Schwierigkeiten bei der methodischen Umsetzung)
- Abweichungen von in der Literatur gefundenen Arbeitsanleitungen zu beschreiben
- Aktuelle Probleme aufzuzeigen
- Angaben zur verwendeten Literatur zu machen
- Erfahrungen mit dem Lesen englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur zu kommunizieren

3.2.3 Einbindung der Projektarbeit in den „CtL“-Unterricht

Das Chemisch technologische Laboratorium (CtL) wird mit einer Parallelklasse als klassenübergreifender Stationsbetrieb geführt. Da am gegenständlichen Projekt nur eine Klasse beteiligt war, während sich die gleichzeitig im CtL-Unterricht befindliche Parallelklasse mit einem inhaltlich und organi-

satorisch anderen Projekt befasst hat, war die Organisation des Laborunterrichts sehr aufwändig. Das Lehrer/innenteam entschloss sich deshalb, die zum Schulbeginn gemeinsam getroffene Laboreinteilung als Rahmen vorzulegen, jedoch bei Bedarf individuell einzelne Schülergruppen früher oder später mit ihren projektbezogenen Arbeiten beginnen zu lassen.

Zu Schulbeginn starteten alle Schüler/innen mit dem vorgegebenen Standard-CtL-Programm, ab Okt. 2015 wurde der reguläre Stationsbetrieb teilweise aufgelöst, ein Teil der Schüler/innengruppen begann mit den praktischen Projektarbeiten. Die Schüler/innen wechselten vom normalen Rotationsbetrieb durch die drei am chemisch-technologischen Laborunterricht beteiligten Laboratorien zu einem themenzentrierten Arbeiten im jeweils ausrüstungstechnisch am besten geeigneten Laboratorium. Es wurde auch berücksichtigt, welche Lehrkraft das jeweilige Thema am besten betreuen kann. Dazu mussten die gerätetechnischen Notwendigkeiten aller Projektthemen erhoben werden, und die Schüler/innen neu aufgeteilt werden. Manche Themen erforderten ein Arbeiten in mehreren Laboratorien, die teilweise gar nicht für den Unterricht im CtL vorgesehen waren.

Die Tätigkeit im CtL bot Schüler/innen und Lehrer/innen die Gelegenheit, direkt den Projektfortschritt zu diskutieren, während des Laborunterrichts wurden Schüler/innen bei folgenden Tätigkeiten direkt gecoacht:

- Suche im Internet: Wahl von englischen Suchbegriffen
- Versenden englischsprachiger E-Mails an Autoren mit der Bitte um Zusendung kostenloser Reprints der gefundenen wissenschaftlichen Literatur
- Bewerten der gefundenen Literatur (brauchbar, seriös, umsetzbar)
- Erstellen von Laborvorschriften aus der Originalliteratur
- Überprüfung, ob benötigte Chemikalien und Geräte vorhanden sind, gegebenenfalls Organisation in anderen Laboratorien des Hauses
- Suche, Preisvergleich und gegebenenfalls Einkauf benötigter Chemikalien bzw. Geräte
- Organisation der Außenkontakte (Mitmachlabor Berufsschule, Kontakte mit Imkern)

Anfang Dezember erfolgte die endgültige Festlegung der Themen und Zuordnung der Schüler/innen und betreuenden Lehrer/innen (siehe Anhang), danach begannen individuell unterschiedlich die praktischen Arbeiten. Ab Mär. 2015 befassten sich alle Schüler/innen mit dem laborpraktischen Teil ihres Projekts.

Parallel zu den Laborübungen der 4. Klasse haben die unterrichtenden Lehrer/innen einige der anspruchsvollen Übungen auch von Schüler/innen der 5. Klasse bearbeiten lassen, es kam teilweise zu regem Informationsaustausch und Diskussionen zwischen Schüler/innen der 4. und der 5. Klasse.

3.2.4 Einbindung der Projektarbeit in den „Deutsch“-Unterricht

Im Deutschunterricht wurde unmittelbar nach der Vorstellung des Projekts im Juni 2014 der Film „More than honey“ gezeigt und mit den Schüler/innen diskutiert. In der ersten Schulwoche hielt Imker Gregor Mayer (Obmann Bienenzuchtverein Wien-West) mit einem Bienen-Schaukasten einen Vortrag über die Aufgaben und Tätigkeiten eines Imkers. Gregor Mayer wurde von den Schüler/innen auch am Tag der offenen Tür empfangen und ausführlich über das Projekt informiert, er zeigte sich sehr interessiert und bot an, Probenmaterial für die Experimente zur Verfügung zu stellen.

3.2.5 Einbindung der Projektarbeit in den „BtFt“-Unterricht

Im BtFt-Unterricht wurde die Planung und Organisation des Mitmachlabors für die Schüler/innen der Berufsschule Längenfeldgasse begleitet. Es wurden die theoretischen Hintergründe und praktischen Abläufe der Stationen des Mitmachlabors von den jeweils verantwortlichen Gruppen erarbeitet. Die geplanten Stationen mussten einerseits inhaltlich redigiert werden, andererseits war es erforderlich, für alle Schüler/innen der Klasse ihre jeweiligen Aufgaben zu definieren und den reibungslosen Ablauf am Aktionstag sicherzustellen.

3.2.6 Einbindung der Projektarbeit in den „AMGt“-Unterricht

Der AMGt-Unterricht umfasst sowohl Theorie-Unterricht als auch Labor-Unterricht. Im AMGt-Unterricht wurden folgende Themen behandelt:

Theorie-Unterricht:

- Literatursuche allgemein
- Anfrage um Zusendung der Primärliteratur von den korrespondierenden Autoren: Jedes Schülerteam hatte die Aufgabe, sich eine Primärliteratur von den Autoren als PDF zuschicken zu lassen.
- Besprechung und Hilfestellung bei der Virus-PCR, detaillierte Besprechung der Kontrollansätze, Rückfrage beim Kooperationspartner
- Gemeinsam mit den Schülern wurden gute Kontrollen ausgearbeitet. Die Notwendigkeit von Kontrollansätzen für die PCR wurde verstanden.

Labor-Unterricht:

Es wurde die antibakterielle Wirkung von Propolis getestet.

3.2.7 Einbindung der Projektarbeit in den „OC“- und „OPL“-Unterricht

Nach Rücksprache mit der Laborlehrerin erfolgte eine Literaturrecherche (Google-Recherche bzw. TU-Bibliothek) um einen Überblick über die gängigen Synthesemethoden zu erhalten. Die Schüler/innen hatten die Aufgabe, Arbeitsmethoden zu finden, die im Rahmen des Organisch-präparativen Labors praktisch umsetzbar waren.

In Februar 2015 begann die praktische Arbeit, wobei ein Teil aus logistischen Gründen im CtL durchgeführt wurde. In Mai 2015 wurde die Arbeit in Form eines Referats im OC-Unterricht präsentiert. Darin wurden ausführlich die methodische Umsetzung, die bei der praktischen Durchführung aufgetretenen Probleme sowie die Ergebnisse der Arbeit diskutiert.

3.3 Verbreitungsaktivitäten

Zeitraum/Termin	Aktivität
Okt. 2014	Vorstellung des Projekts in der Fachzeitschrift (Artikel im Anhang) Vorstellung des Projekts am Tag der offenen Tür (7.1.2014, Posterwand, siehe Anhang) Beitrag über den Lehrausgang zur Imkerschule auf der Schulhomepage www.hblva17.ac.at
Jan. 2015	Beitrag über den Lehrausgang zum Kooperationspartner (Institut für Virologie) auf der Schulhomepage www.hblva17.ac.at
Mai 2015	Mitmachlabor Berufsschule Längenfeldgasse (29.5.2014)
Jun. 2015	Kurzeinblick in das Projekt bei Radio Wien ((26.6.2015, 7:40 Uhr)ORF - „Mutter Erde“

4 EVALUATIONSMETHODEN

4.1 Evaluation auf Lehrer/innenebene

Um zu erfahren, welche Form der Mitarbeit von einzelnen Lehrkräften zu erwarten ist, wurde eine Eingangsbefragung zur Motivation, am Projekt mitzuarbeiten durchgeführt (formative Evaluation). Die Befragung sollte auch dazu dienen, festzustellen, welche Fragestellungen den mitarbeitenden Lehrenden wichtig sind, um Schüler/innenevaluationen an die Wünsche anpassen zu können.

4.1.1 Eingangsbefragung zu den Motiven der Lehrkräfte

Die beteiligten Lehrkräfte wurden per E-Mail gebeten, ihre Motive, am Projekt mitzuarbeiten, zusammenzufassen.

4.2 Evaluation auf Schüler/innenebene

4.2.1 Eingangsbefragung zur Stimmungslage der Schüler/innen

Im Jun. 2014 wurde das Projekt den Schüler/innen kurz vorgestellt. Am Ende wurden sie gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Mit dem Fragebogen wurden die Einstellung der Schüler/innen zum Projekt und die Stimmungslage abgefragt (siehe Anhang).

4.2.2 Auswertung der Projekthefte der Schüler/innen

Die Schüler/innen hatten den Auftrag, Projekthefte zu führen.

Die Projekthefte der Schüler/innen erlaubten es, Ergebnisse zu folgenden Aspekten zu erhalten:

- Arbeitsfortschritt
- persönliche Eindrücke
- Nutzung von Literaturquellen
- Verständlichkeit bei Referaten (die Schüler/innen wurden aufgefordert, selbst mitzuschreiben)

4.2.3 Auswertung der PowerPoint-Präsentationen der Schüler/innen

Im Rahmen der 1. Projektphase präsentierten die Schüler/innenteams im Theorieunterricht ihre Themenbereiche. Dabei wurden auch Quellenangaben erfragt. Diese Quellenangaben sollten zeigen, wie Schüler/innen zu Informationen kommen, wenn ihnen keine Recherchemethode vorgeschrieben wird.

Im Rahmen der 2. Projektphase wurde im Theorieunterricht die praktische Umsetzung ihres Themas in den Laboratorien präsentiert. Im Rahmen dieser Präsentation wurde erneut nach verwendeten Quellen gefragt. Im Rahmen dieser Präsentationen wurden auch die Erfahrungen mit englischsprachigen Literaturquellen und die Schwierigkeiten bei der praktischen Umsetzung einer Arbeitsanleitung aus der Literatur erfragt.

4.2.4 Schüler/innenevaluationsbogen während/am Ende des Projekts

Während der PowerPoint Präsentationen (siehe 4.2.3) wurde bereits nach der Literaturnutzung und nach Hürden und Überraschungen bei der Projektarbeit gefragt. Um nicht nur die Meinungen der einzelnen Teams, sondern auch die Erfahrungen jedes einzelnen Schülers/jeder einzelnen Schülerin abzufragen, wurde nach Ende der 2. Präsentationsphase eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Für die Erstellung der Fragen wurden die Berichte aus der PowerPoint Präsentation genutzt – so wurde

z.B. durch die Präsentation klar, welche Literaturquellen genutzt worden sind, deren Nutzung anschließend im Fragebogen detailliert abgefragt werden konnte.

Vor der Ausgabe des Fragebogens wurden die Schüler/innen über die Kategorisierung der Literaturquellen mündlich informiert, um den Bogen korrekt ausfüllen zu können. Die Schüler/innen wurden explizit ersucht, den Fragebogen gewissenhaft und ehrlich auszufüllen, damit die Ergebnisse einen Erkenntnisgewinn ermöglichen. Das Ausfüllen des Fragebogens erfolgte in der Unterrichtszeit, um ausführliche Rückmeldungen garantieren zu können.

Der Hauptteil des Fragebogens beschäftigte sich mit dem Kernthema dieser Studie: der Nutzung von Literaturquellen durch die Schüler/innen. So wurde erfragt, welche Literaturgattung vom Einzelnen/der Einzelnen überhaupt genutzt worden ist, wozu die jeweiligen Quellen nützlich waren, und wie schwer es war, sie zu lesen.

Zusätzlich wurden offene Fragen ergänzt. Diese umfassten folgende Evaluationsaspekte:

- Überraschungen in der Projektarbeit
- Einschätzung der Schüler/innen, welche Nachteile die Projektarbeit gegenüber dem „Normalunterricht“ hatte
- Einschätzung der Schüler/innen, welche berufsrelevante Erfahrungen die Projektarbeit ermöglichte
- weitere Kommentare

Zudem wurde eine kurze Frage nach der Qualität der Teamarbeit gestellt – da es im Vorfeld kaum Hinweise auf Probleme bei der Teamarbeit gab, wurde dieser Aspekt nur kurz behandelt.

Auch der Motivationsverlauf während des Projekts wurde erhoben. Um die Entwicklung der Motivation bis zum Ende des Projekts verfolgen zu können, wurde der nicht anonymisierte Fragebogen am Semesterende nochmals zur Ergänzung an die Schüler/innen ausgeteilt.

Der genaue Text des Fragebogens befindet sich im Anhang.

Der Fragebogen wurden quantitativ (bei geschlossenen) Fragen und qualitativ (bei offenen Fragen) ausgewertet. Für die qualitative Auswertung wurden ähnliche/gleichlautende Antworten sinngemäß zusammengefasst (geclustert).

5 ERGEBNISSE

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse sind im Wesentlichen analog zu den Zielen in Kapitel 2 gegliedert.

5.1 Ergebnisse auf Schüler/innenebene

Auf Ebene der Schüler/innen wurden einerseits das Erreichen fachlicher Ziele, andererseits auch Recherchier- und Präsentationskompetenz sowie weitere Effekte des Bienenprojekts evaluiert.

5.1.1 Ergebnisse der Themenfindung

Die Wahl der Themen, die in den Kleingruppen bearbeitet werden sollten, wurde den Schüler/innen grundsätzlich freigestellt, um individuelle Interessen berücksichtigen zu können. Die Lehrkräfte leisteten Hilfestellung bei der Frage, ob ein Thema überhaupt zur Bearbeitung geeignet ist.

Obwohl das Projekt den Schüler/innen bereits vor den Sommerferien vorgestellt worden ist, und vier (von 28) Schüler/innen Imker/innen in ihrem persönlichen Bereich hatten, wurden von Schüler/innenseite nur wenige Themen vorgeschlagen. Die meisten griffen auf Themenvorschläge zurück, die von den Lehrenden via Moodlekurs zur Verfügung gestellt worden sind.

Themenwahl:

Gruppe 1	Nachweis von Bienenviren (3 Burschen)
Gruppe 2	Analyse von Gelee Royal (2 Mädchen)
Gruppe 3	Propolis und Propolisprodukte (3 Burschen)
Gruppe 4	Epigenetik und Virologie (2 Mädchen, später Wechsel zu Gruppe 1)
Gruppe 5	Bienengift, Rekombinante Expression von Melittin (1 Mädchen, 1 Bursche)
Gruppe 6	Metherstellung – Fermentationsverlauf (2 Burschen)
Gruppe 7	Künstlicher Honig, Pollen, Nektar (2 Burschen)
Gruppe 8	Synthese von Pheromonen (1 Mädchen, 1 Bursche)
Gruppe 9	Pestizide und Varroa (1 Mädchen, 2 Burschen)
Gruppe 10	Kosmetika aus Bienenprodukten (1 Mädchen, 1 Bursche)
Gruppe 11	Analyse und Vergleich verschiedener Honigsorten (2 Mädchen, 1 Bursche)
Gruppe 12	Gestaltung einer Präsentation zur Honiguntersuchung für Berufsschüler/innen (2 Mädchen)

Bei der Themenwahl fiel auf, dass Geschlechterstereotypen durchbrochen worden sind: So arbeitete am Thema „Kosmetika“ nicht nur ein Mädchen, sondern auch ein Bursche, der in einer Schülerbefragung angab: „Freue mich schon, die Versuche durchzuführen“.

5.1.2 Recherchierkompetenzen

Das Projekt hatte sich zum Ziel gesetzt, dass die Schüler/innen die Fähigkeit erwerben, fach einschlägige **Literaturrecherchen** unter Einbeziehung der wissenschaftlichen Literatur durchzuführen und Arbeitsanleitungen aus wissenschaftlichen Artikeln zu extrahieren.

Zu Beginn des Schuljahres erhielten die Schüler/innen allgemeine Informationen über unterschiedliche Literaturquelle und deren Eignung für verschiedene Rechercieraufgaben.

Projektphase 1:

In der 1. Phase des Projekts erhielten die Schüler/innen folgende Aufgaben:

- Bildung von Gruppen von 2-3 Personen nach freier Wahl
- Wahl eines Themas
- Kurzreferat über die Bedeutung ihres Themengebiets.

Für das Referat wurde den Schüler/innen freigestellt, woher sie ihre Informationen beziehen.

Dabei zeigte sich, dass der Großteil der Schüler/innen die **klassische Google-Suche** wählte. Kein einziger Schüler/keine einzige Schülerin suchte eine Bibliothek auf. Auch die von den Lehrkräften angebotenen Bücher zu bestimmten Themen wurden nicht ausgeborgt. Es wurde für diese Projektphase auch auf keine wissenschaftlichen Quellen zurückgegriffen.

Da bei den ersten Referaten zu erkennen war, dass die Schüler/innen nicht zwischen Informationen aus **seriösen** und **weniger seriösen Quellen** differenzierten, wurde sie von der unterrichtenden Lehrkräfte auf diesen wichtigen Unterschied hingewiesen. So sollte z. B. ist die Seriosität einer Webseite in Frage gestellt werden, wenn wirtschaftliche Interessen zu vermuten sind (z.B. der Verkauf von Bienenprodukten).

In nachfolgenden Referaten zeigte sich, dass die Schüler/innen begannen, die Seriosität der verwendeten Quellen zu hinterfragen: So meinten einige, dass die Quellen, die für medizinische Anwendungen von Honigprodukten werben, wohl eher mit Vorsicht zu genießen sind.

Die Schüler/innen wurden über den Ablauf empirischer medizinischer Studien informiert, und dass Einzelstudien nur eine begrenzte Aussagekraft haben. Es wurde auch erklärt, dass aus empirischen Studien keine Ursache-Wirkungsbeziehungen abgeleitet werden können, sondern dass damit nur statistische Korrelationen hergestellt werden können.

Projektphase 2:

Für die 2. Projektphase bekamen die Schüler/innen den Auftrag, Methoden aus der Literatur zu extrahieren, die an der Schule in praktische Arbeit umgesetzt werden können. Dafür erhielten einige Gruppen von Laborlehrkräften Methodenliteratur, andere recherchierten im Internet.

Ausgewählte Beobachtungen:

Bei einer Arbeitsgruppe, die in eine Kooperation mit der Veterinärmedizinischen Universität eingebunden war, zeigte sich, dass selbst die wissenschaftliche Publikation des Kooperationspartners, in der die durchzuführenden Arbeiten beschrieben waren erst dann gelesen wurde, als die Lehrkraft die Schüler/innen dezidiert darauf hingewiesen hat, dort nachzulesen.

Eine andere Arbeitsgruppe hat im Internet recherchiert, dass Bienenzellen gezüchtet werden können, und wollte die Autoren/innen kontaktieren, um diese Zellen zu bekommen. Sie mussten von den Lehrkräften darauf hingewiesen werden, dass es üblich ist, zuerst die fachwissenschaftliche Publikation der Arbeitsgruppe zu lesen, um prüfen zu können, ob die Haltung der Zellen vor Ort überhaupt möglich ist, und dann erst dann nach den Zellen zu fragen.

Da die Lehrkräfte in der Zwischenzeit erkannt hatten, dass die Bereitschaft der Schüler/innen in wissenschaftlicher Literatur nachzusehen, nur wenig ausgeprägt war, wurde für das 2. Referat festgelegt, dass englischsprachige wissenschaftliche Literatur verwendet werden muss: entweder, um eine geeignete Arbeitsmethode zu finden, oder um eine Arbeitsmethode mit in der wissenschaftlichen Literatur beschriebenen Methode zu vergleichen.

Englischsprachige wissenschaftliche Literatur

Bei dieser Referatsserie zeigte sich, dass die meisten Schüler/innenteams der Aufforderung gefolgt waren und englischsprachige wissenschaftliche Literaturquelle genutzt hatten. Für manche Themen haben die Lehrenden geeignete Literaturstellen zur Verfügung gestellt, für andere Themen mussten

die Schüler/innen erst selbst danach suchen. Mit der Suchfunktion von Google Scholar kamen die meisten Schüler/innen gut zurecht. Manche Gruppen hatten hier Schwierigkeiten, weil sie keine geeigneten Suchbegriffe wussten.

Quellen für experimentelle Methoden waren:

- Englischsprachige Fachpublikationen
- Methodensammlung zur Lebensmitteluntersuchung (z.B. Schweizerisches Lebensmittelbuch)
- Arbeitsanleitungen von Geräteherstellern (z.B. für die Elektroporation)
- Arbeitsanleitungen von Kits (z.B. für die reverse Transkription oder RNA-Isolierung)
- Ideen/Experimentalanleitungen von Lehrkräften

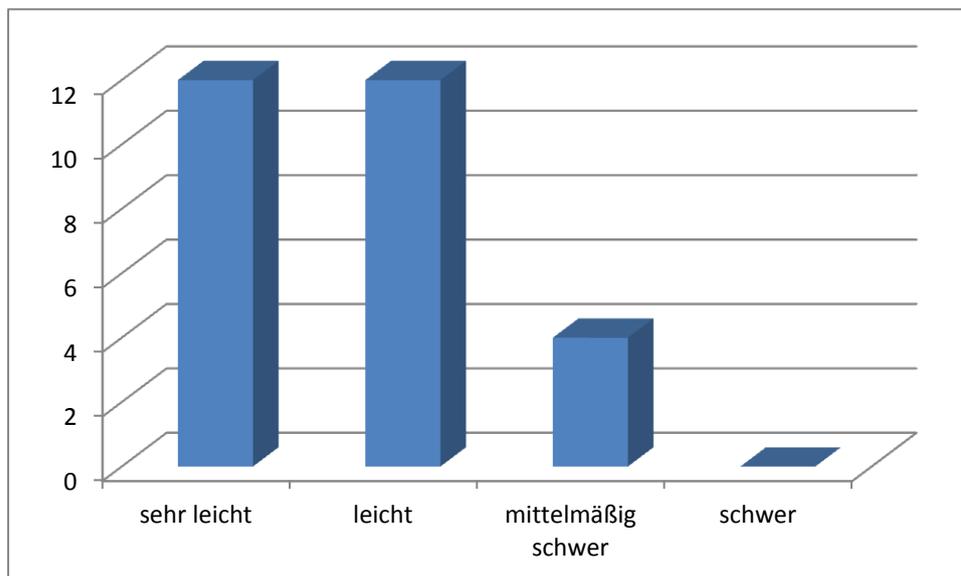
Für die Untersuchung verschiedener Honigsorten und für die Untersuchung von Propolis(produkten) reichte es, praxisrelevante Sammlungen von Untersuchungsverfahren (Schweizerisches Lebensmittelbuch und Ähnliches) zu Rate zu ziehen.

Die Schüler/innen wurden ersucht, im Rahmen des Referats zur Schwierigkeit des Recherchierens, und des Lesens der Fachpublikationen Stellung zu beziehen.

Dabei zeigte sich, dass das Lesen der englischsprachigen Arbeiten keine großen Probleme verursacht hat.

Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass im Rahmen des Referats die Arbeitsgruppen als Ganzes befragt worden sind, und nicht jede/r einzelne Schüler/jede einzelne Schülerin. Um die Literaturnutzung einzelner Schüler/innen zu erheben, wurden sie im Rahmen einer Schüler/innenbefragung zu ihren Erfahrungen mit der Lektüre englischsprachiger Publikationen befragt.

Das Lesen englischsprachiger Texte fällt mir...



sehr leicht	leicht	mittelmäßig schwer	schwer
12	12	4	-

n=28

Die Tabelle bestätigt das Gruppenergebnis: Auch in der Einzelbefragung gaben nur wenige Schüler/innen an, Probleme mit dem Lesen englischer Texte gehabt zu haben.

Bei Themen, die eine für die Schüler/innen gänzlich unbekannte Arbeitsmethodik erforderten, zeigte sich, dass das methodische Prinzip weniger gut erfasst werden konnte als bei Methoden, die grundsätzlich bereits bekannt waren. Solche Verständnisprobleme zeigten sich z.B. bei der rekombinanten Expression von Melittin.

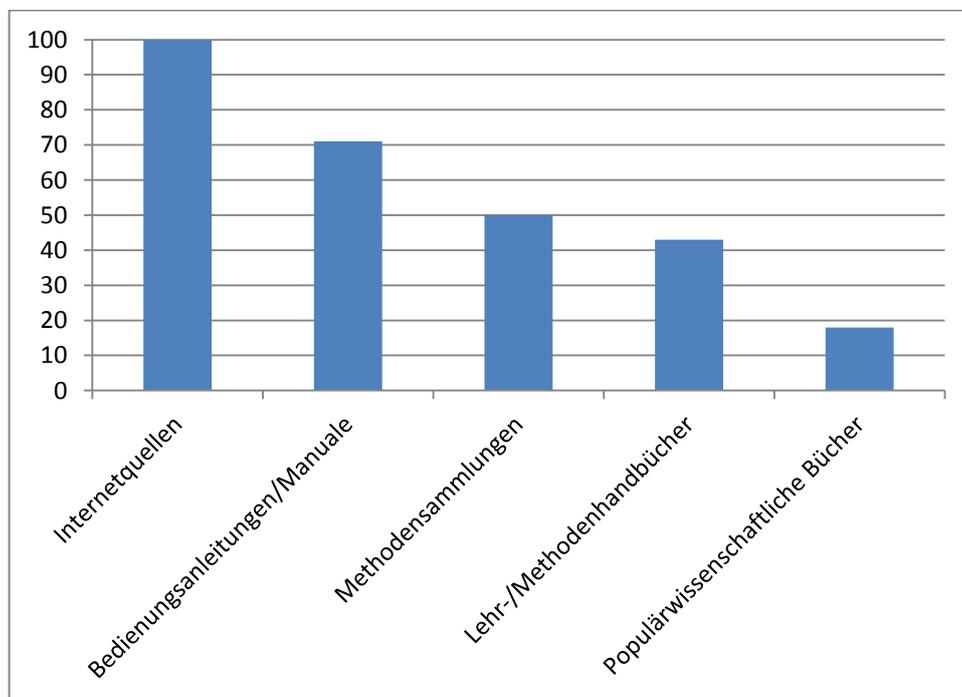
Manche Schüler/innen gaben an, dass es notwendig gewesen sei, nicht nur die Textpassage, die die Arbeitsmethoden beschreibt, sondern die gesamte Publikation zu lesen.

Recherchiermethodik

Im Zuge der Fragebogenerhebung wurde auch erfragt, welche Literaturquellen tatsächlich von einzelnen Schüler/innen genutzt worden sind und wofür sie genutzt worden sind. Gefragt wurde auch, wie groß die Schwierigkeiten waren, aus den jeweiligen Quellen Informationen zu gewinnen.

Auffällig war, dass die Schüler/innen **vor allem elektronische Quellen** für ihre Recherchen genutzt hatten – gedruckte Informationen wurden nur in Ausnahmefällen herangezogen. Das Diagramm unten zeigt den Prozentsatz der Schüler/innen, die bestimmte Literaturquellen für Ihre Recherchen genutzt hatten.

Nutzung gedruckter Informationen (in % der Schüler/innen)



n= 28

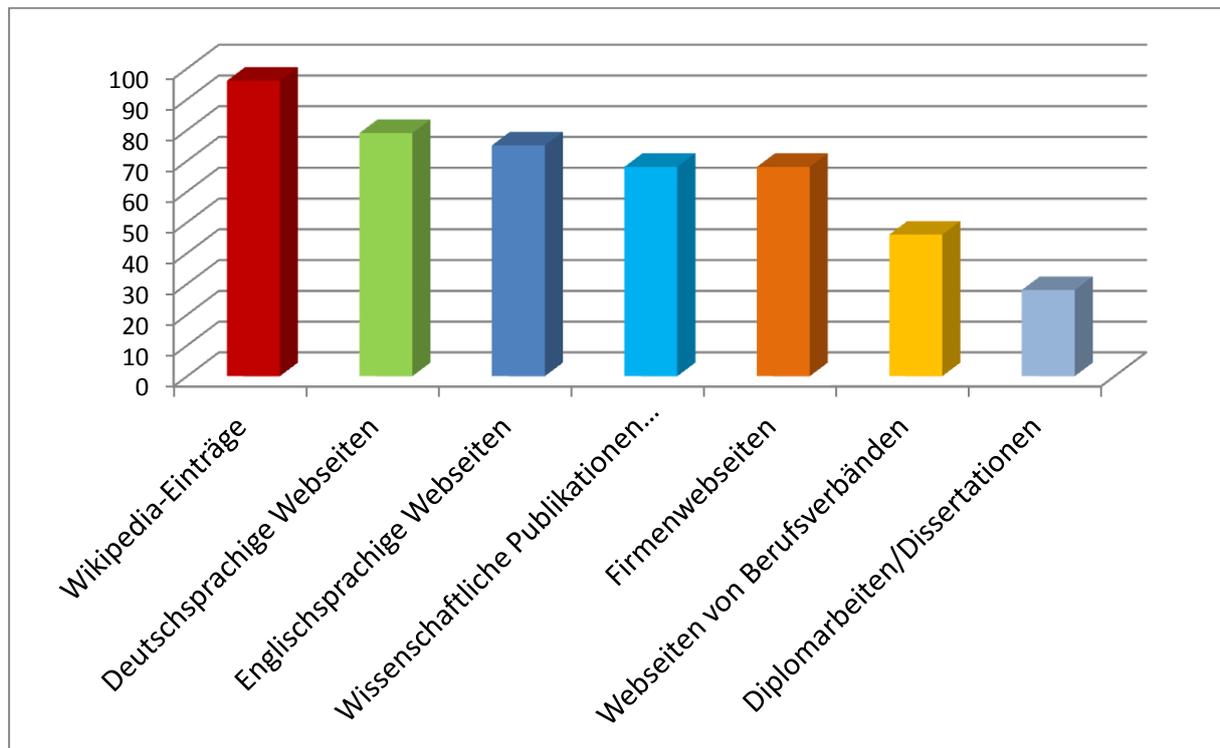
Populärwissenschaftliche Bücher wurden nur von 18% der befragten Schüler/innen (n=28) als Informationsquellen genutzt, Lehr-/Methodenhandbücher kamen bei 43% der befragten Schüler/innen zum Einsatz. Methodische Literatur in Form des Schweizerischen Lebensmittelbuchs bzw. der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren wurden von 50% der Schüler/innen genutzt. Bedienungsanleitungen von Geräten oder Test Kits („Manuals“) wurden von 71% der Schüler/innen verwendet.

Dabei fiel auf, dass gedruckte Informationen nur dann verwendet worden sind, wenn sie direkt von den Lehrkräften zur Verfügung gestellt worden sind.

Fazit: Von sich aus nutzen Schüler/innen gedruckte Werke kaum als Informationsquelle.

Das nachfolgende Diagramm schlüsselt die Internetquellen weiter auf.

Nutzung von Internetquellen (in % der Schüler/innen)



n= 28

Die Prozentsätze: Wikipedia-Einträge: 96%, Deutschsprachige Webseiten: 79%, Englischsprachige Webseiten: 75%, Wissenschaftliche Publikationen in englischer Sprache: 68%, Firmenwebseiten: 68%, Webseiten von Berufsverbänden: 46%, Diplomarbeiten/Dissertationen: 28%

Als weitere Quellen für Informationen wurden genannt: externer Kooperationspartner (18%), Lehrkräfte (14%), Vorträge (7%), Imker* (7%), ein Schüler/eine Schülerin nutzte „Arbeitsprotokolle anderer Schüler/innen“.

*..es gab nur Kontakt zu männlichen Imkern

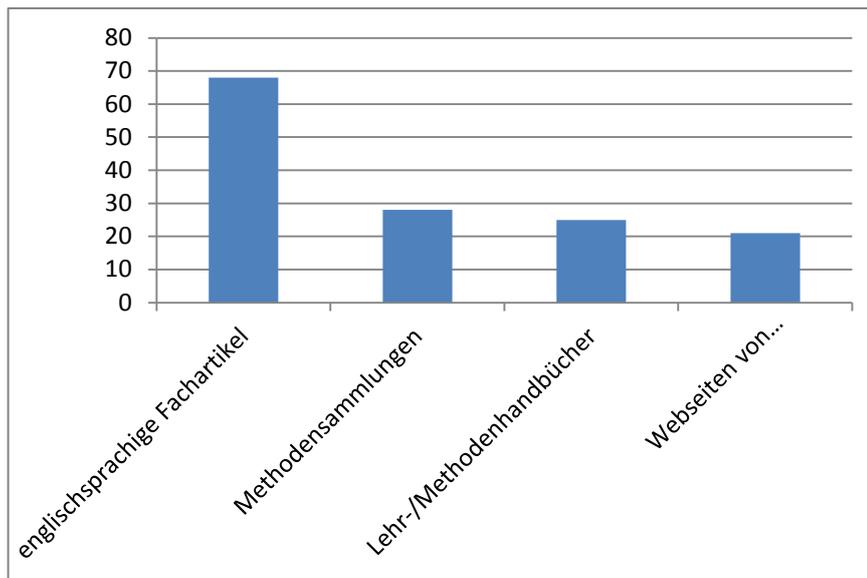
Suche nach **allgemeinen Informationen:**

Das obige Diagramm zeigt, dass **Wikipedia** von fast allen Schüler/innen genutzt worden ist. 71% dieser Wikipedia-Nutzer/innen gaben an, Wikipedia zu verwenden, um **allgemeine Informationen** zu einem Thema einzuholen.

82% der befragten Schüler/innen (n= 28) nutzten **englischsprachige Webseiten**, um allgemeine Informationen zu einem Thema zu recherchieren. Dieser hohe Prozentsatz zeigt die **große Bedeutung der Beherrschung der englischen Sprache** für Chemiker/innen.

32% verwendeten **deutschsprachige Webseiten**, alle anderen Quellen wurden von deutlich weniger Schüler/innen für diesen Zweck verwendet.

Zur Erarbeitung einer **Arbeitsmethode** lautete die Quellenwahl wie folgt (in % der Schüler/innen):



n=28

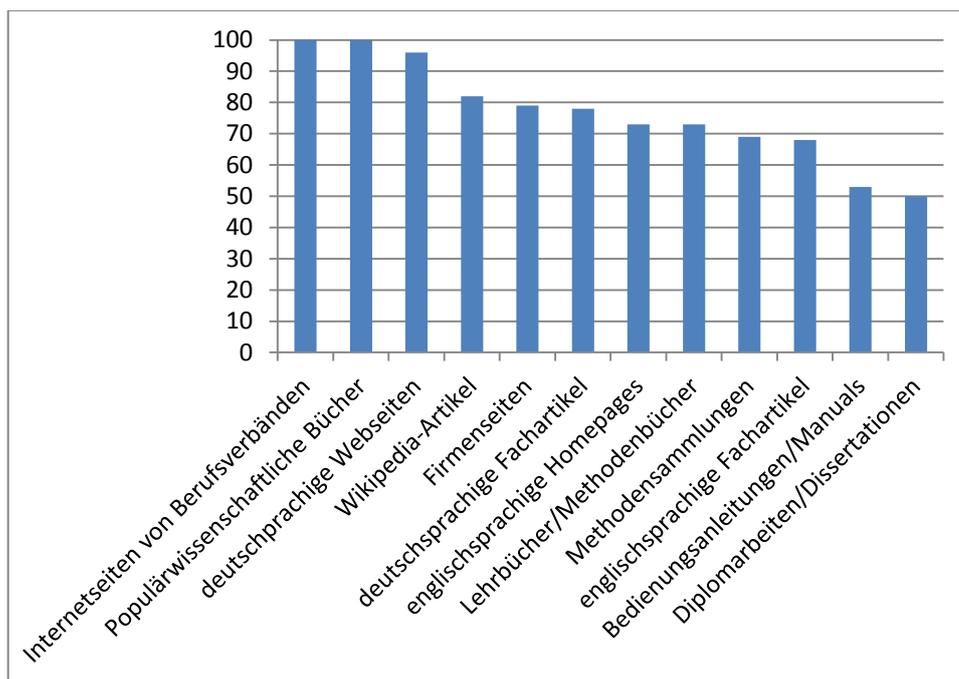
Die Prozentsätze im Detail: 68% englischsprachige Fachartikel, 36% Firmenseiten, 28% Schweizerisches Lebensmittelbuch (SLMB). Methoden für die Untersuchung und Normen für die Beurteilung von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen 21% Internetseiten von Berufsverbänden, 25% Lehr-/Methodenbücher

Bei diesen Angaben ist zu berücksichtigen, dass es stark von der Themenstellung abhängt, welche Quelle nützlich ist: während die Arbeitsgruppe „Metherstellung“ ihre Methoden aus einem populärwissenschaftlichen Buch bezog, konnten andere Arbeitsgruppen (z.B. Nachweis von Bienenviren, Expression von Bienengift) nur auf englischsprachige Fachpublikationen zurückgreifen. In jedem Fall ist es durch das Projekt gelungen, fast 70% der Schüler/innen dazu zu bringen, Informationen aus einer englischsprachigen Fachpublikation zu extrahieren.

Interessanterweise gaben die Schüler/innen an, dass es für sie nicht besonders schwierig war, diese Publikationen auch zu lesen: 68% der Schüler/innen, die auf **englischsprachige Fachartikel** zurückgegriffen hatten, meinten, es wäre „**mittelschwer**“ gewesen, sie zu verstehen. Die verbleibenden 31% meinten sogar, es wäre leicht gewesen. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Schüler/innen wenig sprachliche Probleme erlebten. Bei englischsprachigen Homepages hatten 73% kein Problem mit dem Verständnis.

Bei allen anderen Quellen war die häufigste Antwort, dass es „leicht“ gewesen wäre, sie zu lesen.

Leicht lesbare Quellen waren nach Angaben der Schüler/innen (in % der Schüler/innen):



n=28

Die Prozentsätze im Detail: 100% Internetseiten von Berufsverbänden, 100% Populärwissenschaftliche Bücher, 96% deutschsprachige Webseiten, 82% Wikipedia-Artikel, 79% Firmenseiten, 78% deutschsprachige Fachartikel, 73% englischsprachige Homepages, 73% Lehrbücher/Methodenbücher, 69% Sammlung amtlicher Untersuchungsverfahren/Schweizerisches Lebensmittelbuch, 68% englischsprachige Fachartikel, 53% Bedienungsanleitungen/Manuals, 50% Diplomarbeiten/Dissertationen

Interessant dabei ist, dass Wikipedia-Artikel, die von fast allen Schüler/innen als Quelle genutzt worden sind, nicht immer leicht zu lesen waren: Nur 82% gaben an, dass sie „leicht“ lesbar waren. Dies deckt sich mit der Erfahrung der Lehrenden, dass Wikipedia-Einträge zu biochemischen Inhalten oft viel Vorwissen benötigen. Meist ist ein Einstieg über ein allgemeines Lehrbuch nötig, um Sachinformationen in angemessener Zeit erfassen zu können.

Die vollständigen Ergebnisse der Befragung finden sich im Anhang.

5.1.3 Präsentationskompetenz:

Ein weiteres Ziel auf Schüler/innenebene war, dass die Schüler/innen in der Lage sein sollen, ihr Thema inhaltlich verständlich zu präsentieren.

Vor den Referaten wurde den Schüler/innen erklärt, dass es nicht ihre Aufgabe ist, einen möglichst inhaltsreichen Vortrag zu halten, sondern ihr Thema **so zu präsentieren**, dass ihre Mitschüler/innen **Nutzen daraus ziehen** können. Dies sei auch ein Bewertungskriterium.

Bis auf eine Gruppe hatten alle Schüler/innengruppen ihr 1. Referat zeitgerecht fertig, um es im BcBa-Unterricht präsentieren zu können. Die meisten Gruppen entschieden sich für eine PowerPoint-Präsentation. Die Präsentationen waren **optisch gut gestaltet**, und **gut strukturiert** – die meisten gaben nach der Titelfolie einen Überblick über die Referatsinhalte, und stiegen dann tiefer in ihr Thema ein. Die Schriftgröße war gut gewählt. Die Präsentationen enthielten vor allem Text, wenig genutzt wurde die Möglichkeit, das Verständnis durch **Abbildungen und Grafiken** zu fördern, hier besteht deutlicher Verbesserungsbedarf. Es wurden keine nennenswerten sprachlichen Probleme beobachtet. Wenn es zu einer unpräzisen Ausdrucksweise kam, dürfte das eher am mangelnden fachlichen Wissen/Verständnis gelegen sein als an sprachlichen Fähigkeiten.

Der Arbeitsauftrag – einen Überblick über das gewählte Thema zu geben - wurde von fast allen Gruppen erfüllt, nur eine Gruppe (wirtschaftliche Bedeutung) war noch auf Themensuche. Der Arbeitsfortschritt divergierte stark: Während einige den Arbeitsauftrag erfüllten, und in ihr Thema einführten, waren andere bereits dabei, ihre Laborarbeiten zu konkretisieren. Einigen Gruppen gelang es sehr gut, ihr Thema so zu präsentieren, dass das Publikum ein gutes Grundverständnis entwickeln konnte.

Beispiel:

So war nach dem Referat zum Thema Propolis klar, woraus Propolis besteht, welche Bedeutung es für Bienen hat, wie es gewonnen werden kann, und welche medizinischen Wirkungen beschrieben worden sind.

Bei anderen Referaten dominierte lexikalisches Wissen, das die Zuhörenden überforderte. Vermutlich war es leichter, dieses Wissen im Internet zu finden, statt mit Hilfe biochemischer Fachliteratur Grundlagenwissen zu erwerben, oder in wissenschaftlichen Publikationen nach biochemischen Mechanismen zu suchen.

Beispiele:

Bienenviren

Schüler/innen, die sich mit dem Thema „Bienenviren“ beschäftigten, fanden im Internet viele Details über verschiedene Viren. Statt wenige Viren auszuwählen, und die Infektionsmechanismen und Pathogenitätsmechanismen näher zu erläutern, zählten sie eine gefühlte Ewigkeit unzählige Symptome einzelner Bienenviruserkrankungen auf. Kritisches Hinterfragen hätte vermutlich ergeben, dass das Publikum mehr davon hätte, wenn mehr auf Mechanismen eingegangen worden wäre.

Neonicotinoide

Auch hier wurde relativ viel Vortragszeit mit den detaillierten Wirkungen einzelner Neonicotinoide gebracht, es hätte das Verständnis mehr gefördert, wenn die Wirkungsweise der Nicotinoide auf biochemischer Ebene erläutert worden wäre.

Honigsorten

Hier wurden Produkteigenschaften von 6 Honigsorten erläutert, und weitere Honigsorten aufgezählt.

Pheromone

Hier wurde eine große Zahl unterschiedlicher Pheromongruppen aufgezählt, und auf die Einteilung von Pheromonen eingegangen. Hilfreicher für die Zuhörer/innen wäre vermutlich gewesen, den molekularen Wirkungsmechanismus von ein oder zwei Pheromonen gründlich zu erläutern.

Ab März 2015 fand im BcBa-Unterricht eine 2. Referatsserie aller Projektgruppen statt.

Die Aufgabenstellungen dafür waren:

- Das Ziel der experimentellen Arbeiten zu erklären
- Die methodische Umsetzung zu erklären (inklusive der dabei aufgetretenen Schwierigkeiten)
- Abweichungen von in der Literatur gefundenen Arbeitsanleitungen zu beschreiben
- Aktuelle Probleme aufzuzeigen
- Angaben zur verwendeten Literatur zu machen
- Erfahrungen mit dem Lesen englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur zu kommunizieren

Auch diese Präsentationsrunde zeigte sehr gute Präsentationsleistungen. Die PowerPoint Präsentationen waren logisch strukturiert, die Ziele der experimentellen Arbeiten waren gut erkennbar. Auch

die methodische Umsetzung war gut verständlich, und die Probleme der praktischen Umsetzungen wurden klar umrissen.

Defizite gab es erneut bei der Visualisierung der Laboraktivitäten: es wurden kaum Bilder, Grafiken oder Videos gezeigt, die Möglichkeiten des digitalen Mediums wurden somit kaum ausgereizt.

Die Schüler/innengruppen teilten sich die Präsentation in den Gruppen gut auf, es gab nur wenige Gruppen, bei denen ein Redner/eine Rednerin dominierte (z.B. Gruppe, die die Untersuchung von Honigsorten beschrieb).

5.1.4 Etablierung einer Arbeitsmethode

In der 2. Projektphase war es Aufgabe der Schüler/inne, Vorschläge zur konkreten praktischen Umsetzung **experimenteller Tätigkeiten** zu erarbeiten (Erstellung einer präzisen Arbeitsanleitung).

Den Laborlehrer/innen fiel auf, dass viele Schüler/innen Schwierigkeiten hatten, **Arbeitsanleitungen**, aus der Literatur hatten **in konkretes praktisches Tun** umzusetzen, d.h. die Arbeitsanleitungen an die konkreten Anforderungen und Arbeitsbedingungen vor Ort anzupassen.

Beispiel:

Eine Arbeitsgruppe, die die Transformation von Bakterien mit Plasmid-DNA durchführen wollte, erhielt ein Gerätehandbuch mit Arbeitsanleitungen und bekam den Auftrag, eine geeignete Arbeitsanleitung herauszusuchen, und die weiteren Arbeitsschritte zu planen. In der nächsten Laboreinheit brachten die Schüler/innen einen optisch gut gelungenen Computerausdruck mit, der die Arbeitsmethode beschrieb. Was fehlte, war die Konkretisierung: So wurde nicht überlegt, wie groß das Kulturvolumen von Bakterien tatsächlich sein muss, um die geplanten Arbeiten durchführen zu können.

Die praktische Umsetzung von in der englischsprachigen wissenschaftlichen Literatur beschriebenen Methoden war für die meisten Arbeitsgruppen ausgesprochen schwierig. Sie gaben an, überrascht gewesen zu sein, wie **ungenau Arbeitsanleitungen** aus der wissenschaftlichen Literatur sind, und wie viel **Planungs- und Denkarbeit für die praktische Umsetzung** erforderlich ist.

Die Schüler/innenbefragung zeigte auch, dass die Schüler/innen überrascht waren, wie **viel theoretische Arbeit** notwendig ist, um eine **Laborarbeit** sinnvoll durchführen zu können:

Ein Auszug aus den geclusterten Ergebnissen (Frage nach **Überraschungen** im Projekt):

- Arbeitsanleitungen sind nicht detailliert genug, um danach arbeiten zu können (3)
- hoher Zeitaufwand (2*)
- Aufwändigkeit der Recherchen (2)
- Verbindung mehrerer Arbeitsanleitungen zu einer Arbeitsanleitung erforderlich
- Vorbereitung erfordert viel Zeit
- Viel Wissen erforderlich, um Probleme zu vermeiden oder zu lösen
- Viel Arbeit und Vorausdenken erforderlich, um vergleichsweise wenige Arbeitsschritte durchführen zu können
- Verzögerungen durch mangelnde Vorausplanung
- Mühsame Erarbeitung von Arbeitsanleitungen

*..die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Nennungen wieder (n=28), Ist keine Zahl angegeben, handelte es sich um eine Einfachnennung

Interessant war, dass die **Mühe der Arbeitsplanung,- organisation und des Literaturstudiums** von vielen Schüler/innen als **Vorteil für ihre weitere Berufslaufbahn** erkannt worden ist (Frage im Schüler/innenfragebogen):

- Notwendigkeit der (längerfristigen Vorausplanung (5*))
- Fähigkeit, Arbeitsanleitungen auszuarbeiten (5)
- Lesen wissenschaftlicher Publikationen (4)
- Suche nach Fachinformationen (3)
- Notwendigkeit/Sinnhaftigkeit des Erstellens von Zeitplänen (3)
- Literatursuche (2)
- Richtige Suche im Internet
- Filtern von Informationen aus Informationsquellen (2)
- Lesen von Anleitungen

*..die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Nennungen wieder (n=28), Ist keine Zahl angegeben, handelte es sich um eine Einfachnennung

Als **unerwartete Schwierigkeiten** der Projektarbeit im theoretischen Bereich wurden genannt:

- Schwierigkeit, Arbeitsmethoden zu finden (3)
- Schwierigkeit der Literatursuche (2)
- Wenig Fachinformation zum Thema auffindbar (2)
- Keine Referenzwerte für die Bestimmung verfügbar (2)
- hoher Zeitbedarf für das Bestellen von Reagentien
- Bedeutung von Kontrollen im Experiment
- Internetseiten sind nicht immer online

*..die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Nennungen wieder (n=28), Ist keine Zahl angegeben, handelte es sich um eine Einfachnennung

Diese Erfahrung war für alle befragten Schüler/innen neu, da sie es gewohnt waren, mit gut ausgearbeiteten, auf das jeweilige Labor abgestimmten Arbeitsanleitungen zu arbeiten.

Leichter hatten es die Gruppen, die auf deutschsprachige praxisrelevante Quellen für Untersuchungsverfahren zurückgreifen konnten (z.B. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren, Schweizer Lebensmittelhandbuch).

Die nachfolgende Liste schildert einige **Probleme**, die bei der Umsetzung von Arbeitsmethoden, aufgetreten sind:

- Notwendigkeit, geeignete Produkte aufzufinden und zu bestellen
- Notwendigkeit, die Arbeitsanleitungen an das gegebene Arbeitsumfeld anzupassen:
 - Notwendigkeit, toxische bzw. sehr teure Reagentien durch ungefährlichere bzw. preiswertere zu ersetzen
 - fehlende Gerätschaften und Reagentien (z.B. flüssiger Stickstoff, Kugelrohröfen)
- praktische Probleme, die in der Literatur nicht genau beschrieben waren (z.B. Klebrigkeit von Propolis)
- konkrete experimentelle Parameter, wie z.B. fehlende Volums- und Konzentrationsangaben, Geräteeinstellungen
- Unterschätzung des Zeitbedarfs für Vorarbeiten, Planungsarbeiten und für die experimentelle Umsetzung

Die Lehrer/innen erkannten während der Projektarbeit, dass die Schüler/innen bei der Anpassung einer Labormethode an die konkreten Bedingungen **viel Unterstützung** benötigten. Nur ein Teil der

Schüler/innen war in der Lage, zeitgerecht die erforderlichen Fragen zu stellen, um ohne Verzögerung weiterarbeiten zu können. Oft wurde das Fehlen von Informationen für einen Arbeitsschritt erst erkannt, wenn dieser durchgeführt werden sollte.

Dieses Phänomen konnte durch rechtzeitiges Fragen von Lehrer/innenseite abgemildert werden: Fragen wie: Welches Gefäß wirst du verwenden? Welches Volumen wirst du herstellen? Wo wirst du den Ansatz temperieren? etc. halfen den Schüler/innen, rechtzeitig ihre Planung zu überdenken.

Aber auch Teams, die sehr selbstständig planten und praktische Arbeiten durchführten, konnten durch Gespräche mit Lehrkräften ihre Experimente optimieren, siehe nachfolgendes Beispiel.

Beispiel für ein sehr selbstständiges Team:

Die Gruppe, die sich mit der Wirkung von Propolis beschäftigte, arbeitete extrem selbstständig. Im Verlauf der Arbeit zeigte sich aber, dass Besprechungen mit der Lehrkraft die Chance boten, die eigenen experimentellen Pläne nochmals zu überdenken, und Hinweise einfließen zu lassen.

5.1.5 Experimenteller Erfolg

Intendiert war, dass die Schüler/innenteams in ihrer experimentellen Arbeit Ergebnissen erzielen, die entweder die gestellte Frage beantworten, oder dass die Schüler/innen zumindest Ideen entwerfen und Vorschläge einbringen für das weitere experimentelle Vorgehen.

Die fachlichen Ergebnisse in Kürze

Gruppe 1 – Nachweis von Bienenviren (Bakonyi et al 2002.)

Die Schüler/innen isolierten DNA aus 12 Bienen, führten eine reverse Transkription durch, und untersuchten die cDNA mittels PCR (polymerase chain reaction) auf das Vorhandensein von ABP V (akutes Bienenparalysevirus). Zur Kontrolle wurden PCRs mit dem Haushaltsgen GADPH (Glycerinaldehyd-3-phosphatdehydrogenase) durchgeführt. Dabei konnten einige ABPV-positive Tiere identifiziert werden.

Gruppe 2 – Analyse von Gelee Royal

Es wurden verschiedene Proteinreinigungstechniken (Dialyse, Entsalzung mittels Gelfiltrationschromatographie, Ionenaustauschchromatographie) und zur Charakterisierung der getrennten Fraktionen unterschiedliche Elektrophorese-Techniken (SDS-DISK-PAGE, IEF, Coomassie-Färbung, Silberfärbung) und Proteinreinigungstechniken durchgeführt. Für immunologische Nachweismethoden konnten keine entsprechende Literatur und auch keine geeigneten Antikörper gefunden werden.

Gruppe 3 – Propolis und Propolisprodukte

Es wurde u.a. die antibakterielle Wirkung von Propolis getestet, teilweise gab es Überlappungen mit der Kosmetikgruppe, da Propolis Bestandteil mancher Cremes ist. Die Reinheit des Propolis wurde durch Sublimation getestet.

Gruppe 4 – Epigenetik und Virologie

Diese Gruppe schloss sich nach der 1. Präsentation der Gruppe 1 (Bienenviren) an, da die experimentellen Möglichkeiten an der Schule keine Arbeit zum Thema zuließen.

Gruppe 5 – Bienengift, Rekombinante Expression von Melittin

Ein Plasmid, das das Gen für Melittin enthielt, wurde mittels Elektroporation in *E. coli* transformiert. Die Identität des Plasmids wurde nach Reinigung der Plasmid-DNA mittels Restriktionsverdau bestätigt. Eine Charakterisierung des produzierten Melittins mittels SDS-DISK-Elektrophorese und Silberfärbung wurde versucht.

Gruppe 6 – Methherstellung, Fermentationsverlauf

Die Gruppe hat in mehreren Ansätzen in 10 bzw. 20 Liter Gärballons unterschiedliche Met-Rezepturen erprobt. Die mehrwöchigen Gärungen wurden analytisch dokumentiert, es wurden wöchentlich Proben gezogen, der zeitliche Gärverlauf wurde mittels HPLC-Messungen aufgezeichnet. Bestimmt wurden Saccharose, Glucose, Fructose, Essigsäure, Methanol, Ethanol, Glycerin. Die Qualität der Produkte wurde anhand der Analysendaten und sensorisch beurteilt. Es konnten erfolgreich gute Produkte hergestellt werden.

Gruppe 7 – künstlicher Honig, Pollen, Nektar

Die Gruppe hat sich eingehend mit der Mikroskopie von Pollen in Honig beschäftigt. Es gelangen schöne mikroskopische Präparationen von Pollen in Honig. Teilweise war eine Zuordnung zu z.B. Sonnenblumenpollen und damit Sonnenblumenhonig möglich.

Gruppe 8 – Synthese von Pheromonen

Die Schüler/innen konnten erfolgreich mehrere Bienenpheromone organisch präparativ synthetisieren.

Gruppe 9 – Pestizide und Varroa

Es wurde versucht, Pestizide wie z.B. Neonicotinoide in Bienen mittels HPLC-MS nachzuweisen. Es konnten keine Neonicotinoide nachgewiesen werden, den Proben zugesetzte Pestizide konnten erfolgreich nachgewiesen werden. Weiters wurden biologische Schutzstoffe gegen Varroa aus Naturstoffen extrahiert.

Gruppe 10 – Kosmetika aus Bienenprodukten

Es wurden verschiedene Cremes und Lippenbalsam hergestellt und im Klassenverband getestet.

Gruppe 11 - Analyse und Vergleich verschiedener Honigsorten

Ziel dieser Arbeitsgruppe war die Untersuchung von Qualitätsparametern verschiedener Honigsorten. Es wurden vor allem HPLC-Analysen zur Bestimmung der Zuckerszusammensetzung (Saccharose, Glucose, Fructose) durchgeführt. Weiters wurden die für das Mitmachlabor geplanten Experimente entwickelt.

Gruppe 12 - Gestaltung einer Präsentation zur Honiguntersuchung für Berufsschüler/innen

Es wurden 11 Stationen zur Honiganalyse errichtet, die jeweiligen Untersuchungsmethoden wurden auf je einem A4-Blatt möglichst anschaulich und an das Wissen der Berufsschüler angepasst dargestellt (siehe Muster im Anhang 10). Jede Station wurde von 2-3 Schüler/innen betreut, für die Gäste wurden Handouts für alle Stationen vorbereitet, welche auch Fragestellungen zur Evaluation der Durchführung der jeweiligen Bestimmung enthielten z.B. welcher pH-Wert wurde gemessen (siehe Anhang 10). Gastgeber und Gäste verbrachten einen informativen gemeinsamen Labortag (siehe Anhang 10).

5.1.6 Weitere Ergebnisse auf Schüler/innenebene

Im Zuge der Befragungen wurden weitere Aspekte erhoben.

5.1.6.1 Motivation der Schüler/innen

Um festzustellen, wie die Motivationslage der Schüler/innen für das Projekt ist, wurden sie im Rahmen der Eingangsbefragung am Ende des vorangegangenen Schuljahres aufgefordert, Emotionen im Zusammenhang mit dem Bienenprojekt aus einer Liste auszuwählen bzw. selbst zu formulieren. Dabei zeigte sich, dass 21 von 24 Schüler/innen sich auf das Projekt freuten, nur einer Person war es egal.

Diese Daten wiesen darauf hin, dass die Schüler/innen gut motiviert waren, das Bienenprojekt zu bearbeiten.

Gegen Ende des Projekts wurde der Verlauf der Motivation während des gesamten Projekts erhoben.

Die nachfolgende Tabelle fasst die Befragungsergebnisse der Schüler/innen zusammen, es zeigt sich, dass die Motivation im Durchschnitt hoch war, aber im Verlauf des Projekts abnahm. Die breite Streuung der Antworten zu den verschiedenen Zeitpunkten zeigt aber auch, dass die Motivationslage von Schüler/in zu Schüler/in variierte.

Tabelle Motivationslage aller Schüler/innen (n=28) zu verschiedenen Zeitpunkten

Die Zahl gibt an, wie viele Schüler/innen den jeweiligen Wert angekreuzt haben

Höhe der Motivation	Zeitpunkt					
	Jun. 14	Sept. 14	Nov. 14	Apr. 15	Mai 15	Ende
5	11	9	7	0	4	3
4	4	8	5	8	2	1
3	0	0	9	11	7	8
2	4	4	3	3	3	2
1	4	1	2	3	7	3
0	1	4	0	1	2	5

Der jeweils höchste Wert ist gelb markiert. Nicht alle Schüler/innen füllten die Befragung vollständig aus.

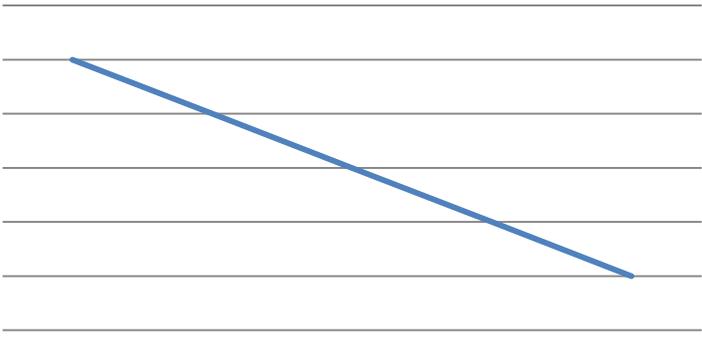
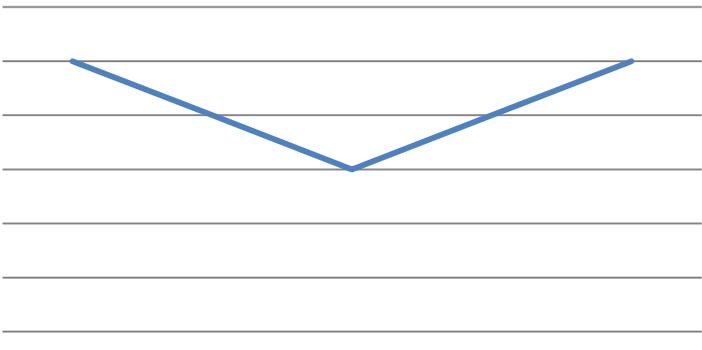
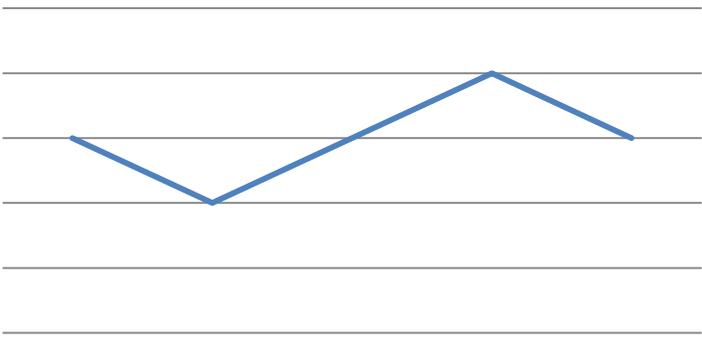
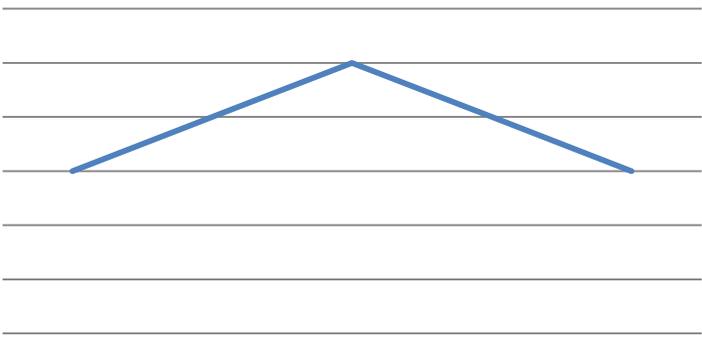
Neben der quantitativen Auswertung aller Antworten wurde auch die Kurvenform der einzelnen Schüler/innen erhoben, und bestimmten Kurvenformen zugeordnet, siehe nachfolgende Diagramme.

Die häufigste Kurvenform war jene, bei der die Motivation im Verlauf des Projektjahres abnahm.

Der Abfall verlief bei 6 von 12 Schüler/innen sehr moderat, bei weiteren 6 etwas stärker. Dieser Kurvenverlauf entspricht der Entwicklung der Motivation im Laufe eines Schuljahres, wie er auch aus anderen Studien bekannt ist.

Bei anderen Schüler/innen war die Motivation zu Beginn hoch, sank dann ab, und nahm anschließend wieder zu.

Die Kurvenformen waren somit sehr unterschiedlich. Dies wurde als Hinweis gewertet, dass die einzelnen Projektteams im Laufe des Projekts höchst unterschiedliche Erfahrungen machten, und Misserfolgserlebnisse in unterschiedlichen Projektphasen aufgetreten sind.

	<p>12 Schüler/innen</p> <ul style="list-style-type: none"> - starke Abnahme bei 6 - geringe Abnahme bei 6
	<p>7 Schüler/innen</p> <p>Steilheit des Abfalls und absolute Lage der Kurve variabel</p>
	<p>3 Schüler/innen</p>
	<p>2 Schüler/innen</p>
<p>unregelmäßige Streuung der Punkte</p>	<p>3 Schüler/innen</p>

5.1.6.2 Überraschende Momente im Projekt

Im Rahmen des Fragebogens für Schüler/innen, der nach der 2. Präsentationsphase ausgefüllt worden ist wurde auch nach Überraschungen bei der Projektarbeit gefragt. Es gab sehr viele und sehr unterschiedliche Antworten.

Die Tatsache, dass hier so viele Antworten auf offene Fragen gegeben worden sind, zeigt auch, dass die Schüler/innen den Fragebogen ernsthaft ausfüllten und die dafür im Unterricht zur Verfügung gestellte Zeit intensiv nutzen, ihre Erfahrungen zu reflektieren.

Ein Teil der Antworten wurde bereits in Kapitel 5.1.4 wiedergegeben.

Hier einige aus Sicht der Autoren/innen interessante Antworten:

- Schwierige Bearbeitung von Naturmaterialien (4*)
- Hohe Selbstständigkeit bei Recherchen und Arbeitsorganisation (3)
- Begrenzter Einsatzbereich von Laborgeräten
- Arbeit schwer, obwohl Arbeitsanleitung verfügbar ist
- ungewohnt, weil nicht mit einer fertigen Arbeitsanleitung gearbeitet worden ist
- Schock, auf sich alleine gestellt zu sein
- Anpassung einer Präsentation an die Zielgruppe erforderlich

*..die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Nennungen wieder (n=28), Ist keine Zahl angegeben, handelte es sich um eine Einfachnennung

Die Antworten zeigen, dass manche Schüler/innen überrascht waren, dass die Umsetzung einer Arbeitsanleitung in die Praxis viele Fragen aufwirft, bzw. mit unerwarteten Problemen zu rechnen ist. Sie zeigt auch, dass diese Erfahrungen im schulischen Laboralltag neu sind, da in den meisten bis dahin absolvierten Laboratorien gut ausgearbeitete und gut funktionierende Beispiele als Schüler/innenexperiment durchgeführt worden sind.

Diese Daten zeigen, dass es im Projekt gelungen ist, aufzuzeigen, dass der Arbeitsfortschritt in der Praxis oft deutlich geringer ist als das Tempo des schulischen Laborunterrichts. Das Erlebnis dieses „Praxisschocks“ wurde somit schon früher für die Schüler/innen erlebbar als im bisherigen Unterricht.

Die Daten zeigen auch, dass die Schüler/innen nicht damit gerechnet haben, so viel Selbstständigkeit an den Tag legen zu müssen/dürfen. Diese Selbstständigkeit wurde von manchen positiv erwähnt, andere erlebten sie eher negativ.

Ausgewählte Zitate von Schüler/innen

Überraschend war...

„, dass es so schwer war Papers und Methoden zu finden“

„hohe Preise von Papers“

„, dass so viel Zeit dafür draufgeht. Die lange Suche nach Informationen über Arbeitsschritte senkte die Motivation komplett.“

„, dass man nicht wie gewohnt nach einer Arbeitsanleitung zu arbeiten hatte, sondern viel recherchieren musste und Einzelanleitungen miteinander verbinden musste“

„teilweise starke Verzögerungen durch nicht bedachte Details“

Sehr viel Recherche und eigentlich wenig (Anm.: praktische) Arbeit“

„das Arbeiten ist nicht leicht, obwohl die ganze Durchführung gegeben ist“

„Schock, dass man im Labor auf sich alleine gestellt ist“

5.1.6.3 Nachteile gegenüber dem gewohnten Unterricht

Da es für uns auch interessant war, festzustellen, ob die Schüler/innen durch den Projektunterricht **Nachteile** gesehen haben, wurden sie im Rahmen der Schüler/innenbefragung nach der 2. Präsentationsphase dazu befragt.

Es fiel auf, dass auf diese offene Frage viel weniger Rückmeldungen gegeben worden sind, als auf die Frage nach Vorteilen des Projekts für die weitere Berufslaufbahn. Dies wurde als Hinweis gewertet, dass die Projektarbeit als überwiegend vorteilhaft für die eigene Ausbildung erlebt worden ist.

Fazit: Die Projektarbeit wurde überwiegend positiv erlebt.

43% der befragten Schüler/innen (n=28) gaben an, dass es nachteilig gewesen sei, dass **bestimmte Unterrichtsinhalte**, die normalerweise zu diesem Zeitpunkt der Ausbildung erworben werden, nicht durchgeführt werden konnten. Die Antworten bezogen sich teilweise auf den Theorieunterricht (Angst, das etwas Wichtiges nicht erlernt worden ist), aber vor allem auf konkrete Laborbeispiele, die einfach interessant gewesen wären.

Nur 10% der Schüler/innen gaben den hohen **zeitlichen Mehraufwand** für die Projektarbeit als Nachteil an. Anzumerken ist, dass die Lehrkräfte versucht haben, den Großteil der Projektarbeit im Regelunterricht durchzuführen zu lassen. Dieses Ergebnis ist auch ein Hinweis auf eine gute generelle Motivationslage der Schüler/innen im Projekt

Ausgewählte Zitate von Schüler/innen

Nachteilig war...

„Verlust von Freizeit“

„hoher Stressfaktor, da man mit manchen Sachen alleine gelassen worden ist“

„Grundlagen, die in anderen Labors gelehrt werden, nicht zu machen“

Weitere Rückmeldungen siehe Anhang 8.6.

5.1.6.4 Wichtige Erfahrungen für die weitere Berufslaufbahn

Im Rahmen des Fragebogens für Schüler/innen, der nach der 2. Präsentationsphase ausgefüllt worden ist wurde auch erfragt, welche Vorteile die Schüler/innen für ihre weitere Berufslaufbahn durch Projektarbeit erkennen können. Hier wurde sehr umfangreich geantwortet, ein Hinweis, dass die Projektarbeit von den meisten als wichtige Lernerfahrung erlebt worden ist.

Auszug aus den Ergebnissen:

Einige Schüler/innen erkannten, dass die im Projekt geforderte **Selbstständigkeit** wertvoll für ihre weitere Berufslaufbahn sein könnte, Äußerungen dazu waren z.B.:

- Förderung der Selbstständigkeit (5*)
- Selbstständige Arbeitseinteilung/-organisation (2)
- Notwendigkeit, selbstständig zu planen und zu denken (2)
- Eigenständiges Denken (2)
- Übernahme von Eigenverantwortung erforderlich
- Eigenständige Methodenetablierung

- Eigenständige Suche nach Materialien/Reagentien

*..die Zahlen in Klammer geben die Zahl der Nennungen wieder (n=28), Ist keine Zahl angegeben, handelte es sich um eine Einfachnennung

Besonders eindrucksvoll war, dass Schüler/innen positiv hervorhoben dass das Projekt „Denken“ erforderte – erstaunlich, wenn man bedenkt, dass dies wohl auch sonst ein Ziel schulischen Unterrichts sein sollte.

Ausgewählte Zitate von Schüler/innen

Berufsrelevante Erfahrungen

„Die Einstellung, dass man sich im Labor vorbereiten kann und gleich darauf arbeiten kann, geht nicht, man sollte sich vorher die Durchführung überlegt haben und wissen, was man machen will“

„Planung ist alles“ / „Zeitplanung ist das A und O“

„Es ist wichtig, praktisches Denken nicht verlernen“

„Teamarbeit ist sehr wichtig“

„ich ärgerte mich mehr, wenn etwas passiert, das den Arbeitsablauf störte, versuche es dann besser zu machen“

„wie mühsam es eigentlich ist, eine Methode zu erforschen“

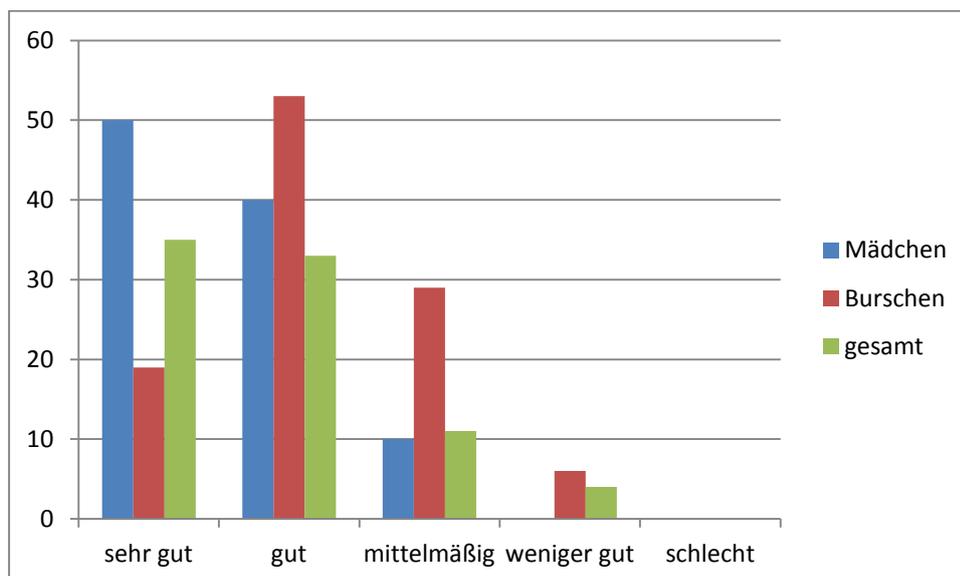
„grundlegendes Denken wird angelegt“

Weitere Rückmeldungen siehe Anhang 8.6.

5.1.6.5 Teamarbeit

Im Rahmen des Fragebogens für Schüler/innen, der nach der 2. Präsentationsphase ausgefüllt worden ist wurde auch nach der Qualität der Teamarbeit gefragt.

Die Teamarbeit verlief in unserer Arbeitsgruppe...



Die Daten im Detail:

(5-teilige Skala von sehr gut (+) bis sehr schlecht (--))

	Mädchen (%) n=10	Burschen (%) n=14	Gesamt (%) n=28
++	50	19	35
+	40	53	33
+/-	10	29	11
-	0	6	4
--	0	0	0

n= 28, 27 Schüler/innen beantworteten die Frage

Wie im Diagramm ersichtlich, fühlten sich die Schüler/innen bei der Teamarbeit durchaus wohl: kein/e Einzige/r gab an, dass die Teamarbeit schlecht funktioniert hatte. Die meisten waren mit der Teamarbeit zufrieden („gut“). Diese Ergebnisse passen zu den Beobachtungen der Lehrenden, dass keine Konflikte in den Teams erkennbar waren. Auffallend war, dass die Mädchen die Teamarbeit noch positiver bewerteten als die Burschen: Während die Burschen ihren höchsten Wert bei „gut“ verzeichneten, antwortete der Großteil der Mädchen mit „sehr gut“. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mädchen mit der Teamarbeit zufriedener waren als die Burschen.

4 Teams bestanden ausschließlich aus Mädchen, in 4 Teams arbeiteten Mädchen und Burschen gemeinsam. 4 Teams bestanden ausschließlich aus Burschen. Es fiel auf, dass die reinen Mädchengruppen ausnahmslos mit der Gruppenarbeit „sehr zufrieden“ waren. Die hier zwischen Mädchen und Burschen beschriebenen Unterschiede wurden nicht näher untersucht, da das Thema „Teamarbeit“ nicht Kern dieser Studie war.

5.1.7 Weitere Beobachtungen

Im Zuge der Projektarbeiten konnten die Lehrkräften weitere Beobachtungen machen:

Die Schüler/innen neigten generell dazu, bei ihren Recherchen **oberflächliches Wissen in deutscher Sprache** zu akkumulieren, ohne die Fakten genauer zu hinterfragen. Auf die Notwendigkeit tiefergehender Recherchen und die Verwendung englischer Quellen musste von den Lehrkräften aktiv, und oft auch mit Nachdruck hingewiesen werden.

Probleme wurden beim **Selbstmanagement** beobachtet: so war es immer wieder notwendig, dass Lehrkräfte die Schüler/innen an Vorbereitungsarbeiten für das Labor erinnern mussten, weil die Arbeiten sonst nicht fortgesetzt hätten werden können.

Beispiel:

Eine Projektgruppe benötigte einen Arbeitsbericht einer Schüler/in einer anderen Klasse. Sie wurden von der Lehrkraft aufgefordert, die Schülerin zu bitten, ihren Arbeitsbericht zu übermitteln, kümmerten sich aber nicht rechtzeitig vor der nächsten Laboreinheit darum, ihn auch zu bekommen, es war daher nicht möglich, in der entsprechenden Laboreinheit gut strukturiert weiter zu arbeiten.

Durch die Vielfältigkeit der praktischen Aufgabenstellungen und Tätigkeiten war es **schwierig** und aufwändig **zu kontrollieren**, ob auch tatsächlich alle an ihren Projekten weiterarbeiteten. Gelegentlich missbrauchten vereinzelte Schüler/innen die gewonnene „Freiheit“ für unterrichtsferne Tätigkeiten (YouTube, Facebook etc.).

Generell kann festgestellt werden, dass **schwache Schüler/innen** mit der Anforderung der Selbstorganisation eher **überfordert** waren, und bei dieser Form der Unterrichtsgestaltung weniger aktiv waren als bei der Verwendung streng strukturierter Arbeitsanweisungen.

Die Schüler/innen waren bei allen Projektaktivitäten ziemlich verlässlich: Fast alle Referate waren rechtzeitig fertig, bei Lehrausgängen waren fast alle anwesend, gleiches galt auch für die Teilnahme an schriftlichen Leistungsfeststellungen. Dies kann darauf hindeuten, dass die Schüler/innen entweder hoch motiviert waren, oder sich verpflichtet fühlten, ihre Angelegenheiten ordentlich zu erledigen.

gen. Auch zwischen den Unterrichtseinheiten in z.B. Pausenzeiten bestand eine hohe Bereitschaft, am Bienenprojekt weiter zu arbeiten. Allerdings wurde diese Klasse auch deshalb ausgewählt, weil ihr bereits ein entsprechend „guter Ruf“ in der Kollegenschaft anhaftete, dem sie ausnahmslos gerecht wurden.

5.2 Ergebnisse auf Lehrer/innenebene

5.2.1 Motive der Lehrenden vor Projektbeginn

Als formative Evaluation wurden vor Projektbeginn die Motive der Lehrenden, an dem Projekt teilzunehmen, erhoben. Dies sollte dem Projektkernteam erlauben, die Arbeitsbereitschaft/das Interesse der Beteiligten korrekt einzuschätzen.

Die Motive der Lehrenden waren breit gestreut:

- persönlichen Motive: Verwandte sind Imker; Schock, dass im letzten Sommer keine Bienen zu hören waren,...
- Aspekte der Unterrichtsentwicklung: neue Methoden für den Laborunterricht entwickeln, den Schüler/innen interessantes Thema bieten
- Schulentwicklungsaspekte: Kooperation der Lehrenden fördern, Aufbau von Außenkooperationen
- Außenwirksamkeit des Projekts: „die Attraktivität der Ausbildung erhöhen“
- Zuteilung: Einzelne wurden für das Projekt „eingeteilt“, ohne damit ein Problem zu haben.

Es gab keine Lehrkraft im Klassenlehrer/innenteam, die eine Mitarbeit generell ablehnte, allerdings baten Einzelne im Vorfeld, nicht mit über ihr konkretes Unterrichtsfach hinausgehenden Agenden (Projektanträge, Berichte schreiben etc.) belastet zu werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Motive der mitarbeitenden Lehrkräfte sehr unterschiedlich und breit gestreut waren. Im Hinblick auf das geplante Projekt war auch die Zusammensetzung des Kollegiums bereits im Vorfeld mit der Schulleitung entsprechen abgesprochen worden, so dass keine Widerstände zu erwarten waren. Auch wegen der je nach Unterrichtsgegenstand unterschiedlichen mit der Klasse zuzubringenden Wochenstundenzahlen war anzunehmen, dass die Einsatzbereitschaft und das persönliche Engagement einer breiteren Streuung unterliegen würden.

Die Ergebnisse im Detail finden sich im Anhang.

5.2.2 Kooperation zwischen Theorie- und Praxisgegenständen

Innerhalb des aus drei Personen bestehenden Kernteams bildeten sich ab Projektbeginn deutlich erkennbare Arbeitskontakte aus. Dies betraf vor allem die organisatorische Ebene (Organisation von Lehrausgängen, Themenwahl, Verteilung der Schüler/innen auf die einzelnen Labors/Lehrkräfte, Berichte über Präsentationen etc.). Formelle Teamsitzungen gab es nicht, die Arbeiten wurden während der Unterrichtszeit in Laboratorien, in Zweiergesprächen außerhalb der Unterrichtszeit bzw. per Mail absolviert. Die Zusammenarbeit klappte reibungslos, und die Beteiligten waren damit auch sehr zufrieden.

Zwei der drei Lehrkräfte des Kernteams unterrichteten die Klasse in einem theoretischen Fach und in einem Praxisgegenstand, hier erfolgte die Zusammenarbeit in Personalunion, gut verzahnt. Gleiches gilt für zwei weitere Lehrkräfte des erweiterten Projektteams die ebenfalls im Projekt mitarbeiteten. Die nur in den Laboratorien tätigen Lehrkräfte des Kernteams wurden über die wesentlichen Prozesse im Theorieunterricht gut informiert. Die Lehrer der Theoriegegenstände wurden in mündlichen Gesprächen ersucht, falls möglich zum Projekt passende Themen im Rahmen ihrer Lehrinhalte einzubauen (z.B. „Honig im alten Ägypten“ im Geschichte-Unterricht).

Während des Projektjahres zeigte sich, dass vor allem das Kernteam das Projektthema intensiv in den Unterricht aufnahm, im erweiterten Team wurde zwar punktuell auf das Thema „Biene und Honig“ Bezug genommen, es entwickelte sich aber keine darüber hinausgehende Dynamik.

5.2.3 Erweiterung des Fachwissens

In den Laboratorien wurden viele Arbeiten durchgeführt, die bisher nicht Bestand des regulären Laborprogramms bzw. erweiterten Aufgabenpools waren, z.B. der Nachweis von Bienenviren, die Expression von Bienengift, die Analyse von Gelee Royal, die Identifizierung von Pollen in Honig, die Synthese von Pheromonen. Die genannten Aufgaben werden teilweise in den Aufgabenpool der Laboratorien übernommen werden. Es ist geplant, manche Arbeiten in den kommenden Jahren von Schüler/innengruppen fortsetzen zu lassen.

Auch im theoretischen Bereich konnte das eigene Fachwissen erweitert werden, die bearbeiteten Themen waren bisher noch nicht Bestandteil des regulären Unterrichts und werden diesen punktuell bereichern.

5.2.4 Betreuung von Kleingruppen

Kleingruppen, die unterschiedliche, nicht etablierte Themen und Techniken in verschiedenen Laboratorien bearbeiteten, coachend zu betreuen, erwies sich als große Herausforderung, die die Lehrkräfte in den Laboratorien stark forderte. Auch die Organisation der Logistik der Gruppenaufteilung war arbeitsaufwändig. Nach Aussagen der Schüler/innen gelang es dem Lehrer/innenteam aber im Großen und Ganzen recht gut, diese Aufgaben zu bewältigen.

Die Befragung der Schüler/innen am Ende der 2. Präsentationsphase zeigte, dass die Schüler/innen selbstständiges Arbeiten erlebten (siehe dazu auch Kapitel 5.1.6.2, Seite35).

Manche Antworten auf die offenen Fragen zeigten Zufriedenheit mit der Betreuung durch die Lehrkräfte, punktuell gab es aber auch Kritik. So gaben zwei Schüler/innen an, dass die Lehrkräfte hilfreich waren, bzw. dass sie interessante Ideen durch Gespräche mit Lehrenden gewinnen konnten. Die Kritik betraf die Organisation des Projekts („teilweise unorganisiert“). Ein/e Schüler/in gab an, dass die „Art der Organisation die Teamarbeit beeinträchtigt – hier war das Team auf zwei Laboratorien aufgeteilt, und konnte nicht zur gleichen Zeit am Projekt arbeiten. Eine/r meinte, dass normaler Unterricht genauso effizient, aber billiger wäre. Die große Zahl von Rückmeldungen, die die Bedeutung des Projekts für die spätere Berufslaufbahn belegen (siehe Kapitel 5.1.6.4) weist aber darauf hin, dass die Kritikpunkte quantitativ eher unbedeutend waren.

Die Lehrkräfte erlebten die Betreuung der Kleingruppen als anfordernd, aber interessant, da – im Gegensatz zum sonstigen Laborbetrieb – neue Themen bearbeitet worden sind, und es auch interessant war, die Entwicklung der Schüler/innen in diesem Unterrichtsetting zu beobachten.

6 DISKUSSION

Die fachübergreifenden Arbeiten zum Themenbereich „Bienen und Bienenprodukte“ erlaubten es, Fähigkeiten und Grenzen von Schüler/innen der HBLVA17 im 4. Jahrgang genauer zu untersuchen. Während es zu vielen Aspekten dieses Projekts bisher nur Beobachtungen im privaten und schulischen Umfeld gab, wurde in der vorliegenden Arbeit eine Klasse **systematisch befragt**. Die dabei gewonnen Erkenntnisse sind zwar nicht unerwartet, in ihrer Deutlichkeit aber geeignet, den Unterricht in den nächsten Jahren weiter zu optimieren. In den nachfolgenden Passagen wird daher weniger Bezug auf Aspekte genommen, die gute bzw. sehr gute Ergebnisse erzielten (z.B. fachliche Ergebnisse, Teamarbeit, Umgang mit der englischen Sprache, Kooperation der Lehrenden).

Recherchieren

Durch das Projekt konnten die Schüler/innen einen guten Überblick über Informationsquellen und deren Einsatzbereich gewinnen.

Im Bereich des Recherchierens war es für einen Teil der Lehrkräfte überraschend, dass die Schüler/innen von sich aus überhaupt **keine gedruckten Informationen** für Recherchearbeiten nutzten. Dies deckt sich mit Beobachtungen aus dem privaten Bereich, wonach Jugendliche dieses Alters die Informationen vor allem aus Google-Suchen und Kurzvideos (YouTube) rekrutieren. Da für das Verständnis von Arbeitsmethoden ein grundlegendes theoretisches Verständnis erforderlich ist, und dieses sehr gut durch die Lektüre eines guten Lehrbuchs erworben werden kann, sind die Lehrer/innen gefordert, die Schüler/innen **aktiv an die Lektüre von Lehrbüchern heranzuführen** bzw. die Grenzen von Google-Suchen vermehrt vor Augen zu führen. So könnten gezielt Aufgaben gestellt werden, die mithilfe von Wikipedia- und Google-Suchen nicht oder nur schwer lösbar sind. Es spricht aber nichts dagegen die Lehrbücher in digitaler Form zur Verfügung zu stellen.

Bestärkt wurde auch die Beobachtung, dass Schüler/innen durch Nutzung des Internets rasch an Informationen herankommen, diese aber nur **oberflächlich** durchdacht bzw. hinterfragt werden.

Um ein tiefergehendes Verständnis zu erreichen, sollten in Zukunft **Aufgaben** gestellt werden, die auf **Vertiefung** abzielen. So sollte darauf geachtet werden, dass Referate von Schüler/innen nicht nur inhaltsreich sind, sondern die präsentieren Sachverhalte auch von den anderen Schüler/innen rezipierbar sind. Es sollte aktives Hinterfragen eingefordert werden. In Gesprächen mit Schüler/innen zeigte sich immer wieder, dass es für sie gar nicht einfach war, recherchierte Informationen wegzulassen, da sie Angst hatten, dabei Wichtiges zu streichen. Für Arbeiten von Schülern und Schülerinnen sollten öfter Mottos wie „**Weniger ist mehr**“, „**Tiefe statt Breite**“ und „**Mut zur Lücke**“ ausgegeben werden. Diese Perspektive könnte auch helfen, die Fokussierung und Konzentrationsförderung der Jugendlichen zu stärken. In den letzten Jahren konnte zunehmend beobachtet werden, dass Schüler/innen sehr rasch zwischen verschiedenen Aktivitäten und Inhalten wechseln, zur vertiefenden Auseinandersetzung nehmen sie sich oft zu wenig Zeit.

Aus der Fülle der im Internet verfügbaren Informationen Wesentliches zu extrahieren und mit vorhandenem Wissen zu verbinden könnte im Informationszeitalter zu einer Kernaufgabe der schulischen Bildung werden.

Planung

Die fachlichen Ergebnisse dieses Projekts waren sehr erfreulich, die Schüler/innengruppen erreichten fachlich unterschiedlich anspruchsvolle Ziele in selbstständiger Teamarbeit in einem komplexen Arbeitsumfeld.

Die Erfahrung, dass die praktische Durchführung chemischer Arbeiten **viel Vorarbeit und Planung** erfordert, war für die Schüler/innen in diesem Projekt neu. Der „Praxisschock“, wie lange es brauchen kann, um zu einer tragfähigen Aussage zu kommen, wurde durch das Projekt vorverlegt: Oft erleben die Absolventen/innen erst bei Berufseintritt, wie schwer es ist, eine chemische Arbeitsmethode in

einem Labor zu etablieren. Die hier im Rahmen des schulischen Regelunterrichts gewonnenen Erfahrungen werden es den Schüler/innen diese Klasse erleichtern, ihre **Diplomarbeit** im 5. Jahrgang erfolgreich zu bewältigen.

Hoher Betreuungsaufwand

Die vermehrte Individualisierung der theoretischen und praktischen Arbeiten erhöhte den Arbeitsaufwand für die unterrichtenden Lehrkräfte beträchtlich: Während mehr oder weniger gleiche Übungen relativ leicht betreut werden können, weil sich die auftretenden Fragen und Probleme wiederholen, waren die Lehrkräfte in diesem Projekt sehr stark gefordert: Für jedes Thema mussten geeignete Laboratorien, Geräte und Materialien beschafft werden. Jede Frage von Schüler/innen erforderte ein intensives Hineindenken in eine bislang unbekannte Materie. Zur Bewertung der von den Schüler/innen durchgeführten Rechercharbeiten und auch zur Hilfestellung waren oft auch zeitaufwändige Recherchen durch die Lehrkräfte selbst erforderlich.

Laboratoriumsübungen für die Zukunft

Die am Projekt beteiligte Klasse wird im Folgejahr noch einige Aspekte des Projekts weiter bearbeiten. Einige der im Rahmen des Projektes durchgeführten Arbeitsmethoden werden in den folgenden Unterrichtsjahren in anderen Klassen eingesetzt werden können. Zum Thema passende Diplomarbeiten werden diskutiert.

Projektorientiertes Arbeiten an der HBLVA17

Für die im 5. Jahrgang zu erstellende Diplomarbeit ist es notwendig, dass Schüler/innen im Team selbstständig an einem Projekt arbeiten. Auch aus der Wirtschaft kommt der Wunsch, dass die Absolventen/innen der HBLVA17 mehr Gelegenheit zu dieser Arbeitsform bekommen. Es wird daher trotz des hohen Aufwands sinnvoll sein, die **Arbeitsform vermehrt in den Unterricht zu integrieren**.

Die Befragungsdaten zeigten deutlich, dass im Rahmen des Projekts berufsrelevante Erfahrungen trainiert werden konnten, die im „normalen“ Laborunterricht weniger gut gefördert werden können: Die Fähigkeit, eine Arbeitsanweisung in konkretes praktisches Tun umzusetzen und zeitgerecht alle erforderlichen Informationen zu beschaffen, ist von Absolventen der HBLVA17 zwar erwünscht, wird aber oft nicht ausreichend trainiert. Die projektorientierte Arbeitsform führte zu einer deutlichen Entschleunigung des praktischen Arbeitens und zeigte auf, dass praktisches Tun nur einen Teil der Laborarbeit darstellt und dass der Arbeitsfortschritt in der Praxis oft deutlich geringer ist als das Tempo des schulischen Laborunterrichts. Das Erlebnis dieses „Praxischocks“ wurde somit schon früher für die Schüler/innen erlebbar als im bisherigen Unterricht.

7 LITERATUR

Tamas Bakonyi, Robert Farkas, Andrea Szendrői, Mihály DOBOS-KOVÁCS, Miklós RUSVAI (2002). *Apidologie* 33, 63-74

Zur Angabe von Quellen wird am IUS der europäische APA-Style (American Psychological Association) angewandt.

Achtung neu: Vornamen werden ausgeschrieben

Artikel in Zeitschrift:

Nachname, Vorname, Nachname, Vorname & Nachname, Vorname (Jahr). Titel des Artikels. *Titel der Zeitschrift, Jahrgang (Heftnummer), Seite-Seite.*

Buch:

Nachname, Vorname (Jahr). *Titel des Buches.* Ort: Verlag.

Beitrag in Sammelband:

Nachname, Vorname & Nachname, Vorname (Jahr). Titel des Beitrags. In: Vorname Nachname & Vorname Nachname (Hrsg.), *Titel des Buches* (S. x-y). Ort: Verlag.

Internet:

Nachname, Vorname (Jahr). *Titel.* Online unter <http://www.xy.at> [01.01.2008].

Es wird immer nur ein Ort angegeben. „Hrsg.“ und „S.“ sowie das Datum bei der Internetabfrage werden immer in der Sprache der Publikation angegeben [engl.: „Eds.“, „pp.“, „2008-01-01“]

Kurzzitate im Text werden folgendermaßen angegeben: (Nachname & Nachname, Jahr, S. x). Der Titel der Zeitschrift bzw. des Buches wird kursiv geschrieben. NAME, Vorname (Erscheinungsjahr). Titel. Verlagsort: Verlag.

Beispiele:

ACKERL, Bernhard, LANG, Christof & SCHERZ, Hermann (2001). Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. MS Pilotprojekt IMST² 2000/01. [31.3.2005].

ALTRICHTER, Herbert & POSCH, Peter (1998). *Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung.* Dritte erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

KÜHNELT, Helmut (2002). Physikalische Grundbildung – eine Annäherung in Beispielen. In: Konrad Krainer, Willibald Dörfler, Helga Jungwirt, Helmut Kühnelt, Franz Rauch, Thomas Stern (Hrsg.), *Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST²* (S.88-94). Innsbruck, Wien, München, Bozen: Studien Verlag.

8 ANHANG

Anhang 1	Themenvorschläge Frühjahr 2014
Anhang 2	Grobplanung des Projekts
Anhang 3	Gruppeneinteilung
Anhang 4	Berichte zu den Lehrausgängen (Homepage)
Anhang 5	Eingangsbefragung der Schüler/innen
Anhang 6	Eingangsbefragung der Lehrer/innen (Motive zur Mitarbeit)
Anhang 7	Führung des Projektstagebuch
Anhang 8	Schülerbefragung zur Literaturnutzung: Fragebogen und Ergebnisse
Anhang 9	VÖCHICHT Report: Auf die Biene gekommen – Ein Projekt der HBLVA Rosensteingasse
Anhang 10	Mitmachlabor für BSLTZ Längenfeldgasse