



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Untersuchungen zu Präkonzepten und Akzeptanz von
,Nature of Science‘ bei Lehrkräften“

verfasst von / submitted by

Dominik Senk

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2021 / Vienna, 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 338 412

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium
UF Latein
UF Physik

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Prof. Mag.^a Dr.ⁱⁿ Ilse Bartosch

ABSTRACT

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich im Rahmen eines übergreifenden Projektes zwischen Forschenden der Universität und SchülerInnen und Lehrkräften einer berufsbildenden höheren Schule mit der Forschung zu ‚Nature of Science‘. Die Grundlagen dieser Forschung werden im ersten, theoretischen Teil dieser Arbeit dargelegt. Nach Abschluss des Projektes wurden vier der beteiligten Lehrkräfte in Form eines Leitfaden-Interviews befragt. Die Aussagen der Lehrkräfte zu den während des Projektes gesammelten Eindrücke und Erfahrungen und ihren Ansichten zu ‚Nature of Science‘ werden in Relation zur Theorie des ersten Teiles gestellt und interpretiert. Dabei stellt sich heraus, dass die von der Forschung identifizierten Problemfelder in Bezug auf das Verständnis und die Vermittlung von ‚Nature of Science‘ auch im Rahmen des durchgeföhrten Projektes zutage getreten und zum Tragen gekommen sind. Ebenso zeigen sich in den Eindrücken und Einschätzungen der Interviewpartner aber auch Möglichkeiten, die gegebene Situation zu adaptieren und jene Inhalte und Vorgehensweisen, die die Forschung zu ‚Nature of Science‘ propagiert und im Rahmen des durchgeföhrten Projektes angewandt wurden, in Zukunft in das Unterrichtsgeschehen oder das Erarbeiten von Projekten einfließen zu lassen.

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Abstract | 3 |
| Einleitung - Prolog | 6 |
| Nature of Science – die Natur der Naturwissenschaften | 9 |
| Definition der Grundbegriffe | 9 |
| Ist Naturwissenschaft immer und überall gleich? | 10 |
| Moderne naturwissenschaftliche Forschung | 12 |
| Evidenz | 14 |
| Nature of Science in Schule und Unterricht | 16 |
| Derzeitige Handhabe | 16 |
| Contra Nature of Science | 19 |
| Schülervorstellungen zu Nature of Science | 20 |
| Unterrichtskonzepte | 22 |
| Pro Nature of Science | 24 |
| Rolle der Lehrkräfte | 28 |
| Rechtliche Grundlagen | 31 |
| Verankerung von NoS im Lehrplan | 31 |
| Nature of Science in Sachen Abschlussarbeiten | 32 |
| Spezialfall Höhere technische Lehranstalt | 33 |
| Solarbrunn | 34 |
| Projektbeschreibung | 34 |
| Ablauf | 35 |
| Forschungsfragen | 37 |
| Methodik | 38 |
| Gliederung der Interviews | 43 |
| Interview Hr. West | 43 |
| Interview Hr. Nord | 45 |
| Interview Hr. Ost | 47 |
| Interview Hr. Süd | 49 |
| Formulierende Interpretation der Interviews | 51 |
| Interview Hr. West | 51 |
| Interview Hr. Nord | 57 |

| | |
|---|------------|
| Interview Hr. Ost | 61 |
| Interview Hr. Süd..... | 65 |
| Reflektierende Interpretation der Interviews | 72 |
| Rahmenbedingungen | 72 |
| Vorbereitung auf die Abschlussarbeit im Unterricht | 77 |
| Der Betreuungsprozess | 78 |
| Generieren von Aufgabenstellungen | 80 |
| Eigenständigkeit der Schüler und Schülerinnen..... | 82 |
| SOLARbrunn | 84 |
| Forschung – Entwicklung – Ingenieursarbeit | 86 |
| Nature of Science und SOLARbrunn..... | 89 |
| Was ist Forschung?..... | 89 |
| Wie geht Forschung? So wie bei SOLARbrunn? | 91 |
| Fazit – Ausblick – Epilog | 94 |
| Leitfragen für die Durchführung der Interviews | 96 |
| Erster Teil - Allgemeines..... | 96 |
| Zweiter Teil – Betreuung von Diplomarbeiten..... | 96 |
| Dritter Teil - Forschungsbegriff | 96 |
| Transkripte der Interviews | 97 |
| Interview Hr. West | 97 |
| Interview Hr. Nord..... | 109 |
| Interview Hr. Ost | 117 |
| Interview Hr. Süd..... | 125 |
| Literaturverzeichnis | 140 |

ERSTER TEIL

EINLEITUNG - PROLOG

Wozu besucht man eigentlich jahrelang die Schule? ,Das meiste, das man dort lernt, braucht man im Alltag ja sowieso nicht und kann es ohne schlechtes Gewissen nach der Schulzeit wieder vergessen‘. Diese oder ähnliche Überlegungen hatte vermutlich jeder und jede selbst irgendwann in der Jugendzeit, wenn draußen die Sonne strahlte und man aber für einen Test lernen oder Hausaufgaben erledigen musste. ,Außerdem weiß ich eh schon, was ich werden will, da brauche ich das alles sowieso nicht‘. In diese Kerbe schlagen gelegentlich auch ältere Semester, wenn sie meinen, ,ich hab nie Matura gemacht und hab es trotzdem zu etwas gebracht‘. Und wenn wir schon dabei sind: Dass man Deutsch, Mathematik oder Englisch lernt, ist ja durchaus in Ordnung, aber all diese Nebenfächer sind doch wirklich nur dazu da, den Schülern und Schülerinnen ein schweres Leben zu bereiten. ,Denn heutzutage kann man sich ohnehin bereits alles, was man wissen will, aus dem Internet holen‘. Also: ,Was bringt einem der Physikunterricht, wenn man kein Wissenschaftler werden will?‘ Im Alltag überlebt man auch, wenn man nicht weiß, wie ein Atom aufgebaut ist, oder wie genau ein Regenbogen entsteht, und wenn man einen ,anständigen‘ Beruf ausübt, braucht man das sowieso nicht.

Ist das so? Ist die Physik wirklich nur etwas für Wissenschaftler und ,Nerds‘, spielt sie außerhalb von Laboren und Universitäten überhaupt keine Rolle?

Ganz und gar nicht. Auch wenn viele Kinder und auch Erwachsene manchmal diesen Eindruck haben, das Ziel von Schule und Unterricht ist es nicht, dass die Schülerinnen und Schüler Fakten, Zahlen, Merksätze, Formeln und ähnliches auf Lebenszeit im Gedächtnis behalten. Natürlich schadet es nicht, manche Dinge einfach zu wissen, weil manchmal ,bringt es einem schon was‘, aber das zuvor erwähnte Argument, man könne sich mittlerweile nahezu sämtliches Wissen der Menschheit aus dem Internet beschaffen, hat unbestritten seine Berechtigung. Etwas ganz anderes ist es hingegen, mit diesem Wissen – woher auch immer man es bezieht – auch etwas Sinnvolles anfangen zu können, das ist nämlich alles andere als selbstverständlich. Besonders deutlich trifft das auf naturwissenschaftliches Wissen, mit seiner eigenen Sprache, seinem Vokabular und seinen Formeln, zu.

Bereits bei oberflächlicher Betrachtung fällt auf, dass die Physik und ihre naturwissenschaftlichen Partner, wie Chemie, Geologie usw. doch sehr intensiv den Alltag und das Denken der Menschen beeinflussen. Beinahe täglich sind wir mit Themen und Nachrichten konfrontiert, die äußerst viel Naturwissenschaft ,enthalten‘: so zum Beispiel Atomenergie, Abgasskandal, Elektromobilität, Einsatz von Pestiziden, Genetik, Klimawandel, ...

Bei all diesen Dingen geht es um Naturwissenschaft, und das nicht zu wenig. Ebenso sind das Gebiete, die Gegenstand aktueller Forschungen sind und es somit quasi herausfordern, sich selbst mit Forschung zu beschäftigen. Trotzdem hat vermutlich jeder und jede zu diesen

Themen eine Meinung. Genau da setzt nun die Schule und ihr Bildungsziel an: Durch die Schulbildung sollen die Menschen dazu befähigt werden, sich eine eigene Meinung bilden zu können. Das bedeutet, nicht einfach alles zu glauben, was irgendjemand sagt oder irgendwo geschrieben steht, sondern diese Dinge auch zu reflektieren und zu hinterfragen, eigene Ansichten zu konstruieren und diese auch begründen können. Das ist eines der Ziele von Schule und, wenn es um die oben genannten Thematiken geht, des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Besonderen.

Dabei stellt sich nun vor allem für die Lehrkräfte die Frage, wie man denn zu einer eigenen fundierten Meinung gelangt und was es dafür benötigt. Das ist verständlicherweise eine große Herausforderung, da die Themen, die die Menschen beschäftigen, keine einfachen sind, entsprechend genügt es nicht, die Schüler und Schülerinnen nur mit Fachwissen beispielsweise zu den oben genannten Bereichen zu versorgen. Um die Dinge möglichst zu verstehen und sich eine Meinung darüber bilden zu können, braucht es mehr. „Voraussetzung dafür ist, dass Schülerinnen und Schüler über die Natur der wissenschaftlichen Forschung, den Status des naturwissenschaftlichen Wissens und andere Teilespekte der Natur der Naturwissenschaften, WIE dieses Wissen generiert wird und WER es generiert hat, Bescheid wissen“¹.

Aus der Notwendigkeit, die Natur der Naturwissenschaften oder Nature of Science (NoS) adäquat in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu bringen, hat sich eine eigene Strömung in der fachdidaktischen Forschung entwickelt, die dieser umfangreichen Aufgabe gerecht werden will. Man will Konzepte und Methoden entwickeln, die den Schülern und Schülerinnen „helfen, den Prozess der naturwissenschaftlichen Wissensgenese zu verstehen, zu gesellschaftsrelevanten, wissenschaftlichen Themen eine fundierte Meinung zu haben bzw. überlegte Entscheidungen zu treffen, Naturwissenschaften als ein entscheidendes Element der menschlichen Kultur zu verstehen, über die wissenschaftliche Gemeinschaft, die ‚Scientific Community‘ und deren Regeln Bescheid zu wissen und naturwissenschaftliche Inhalte besser zu verstehen“². Im Fokus steht also nicht das Fachwissen, sondern der Hintergrund und das Umfeld, vor und in welchem dieses Wissen entstanden ist und folglich soll klar gemacht werden, wie naturwissenschaftliches Wissen „funktioniert“ und wie damit umgegangen werden soll.

Die Natur der Naturwissenschaften stand auch bei der Durchführung des Projektes SOLARbrunn im Fokus, in dessen Rahmen auch die vorliegende Arbeit entstanden ist. Sie läuft auf die Frage hinaus, wie Abschlussarbeiten an höheren Schulen, wie sie von allen Schülern und Schülerinnen verfasst werden müssen, derart gestaltet werden können, damit sie den Prinzipien naturwissenschaftlicher Arbeit möglichst nahe kommen. Grundlage für diese

¹ Ertl (2013), S. 17

² Ebenda

Überlegungen sind Interviews mit den am SOLARbrunn-Projekt beteiligten Lehrkräften, die unter dem Projekt Abschlussarbeiten betreut haben. Darauf aufbauend wird dann untersucht, wie unter den vorgegebenen rechtlichen und praktikablen Umständen die Aufgabenstellungen und die Betreuung von Abschlussarbeiten adaptiert werden können, damit die Grundsätze der Natur der Naturwissenschaft umgesetzt werden und diese Arbeiten auch als (vor)wissenschaftliche Forschungsarbeiten bezeichnet werden können. Das Projekt war Teil der „Sparkling-Science“-Initiative des österreichischen Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) und wurde dadurch gefördert und unterstützt. Dieses Förderprogramm hat das Motiv, Jugendliche mit WissenschaftlerInnen und aktuellen „echten“ Forschungen in Kontakt zu bringen und aktiv daran teilnehmen zu lassen³.

³ Vgl.: <https://www.sparklingscience.at/> (Zugriff am 09.04. 2021)

NATURE OF SCIENCE – DIE NATUR DER NATURWISSENSCHAFTEN

DEFINITION DER GRUNDBEGRIFFE

Will man als Lehrkraft seinen Schülern und Schülerinnen näherbringen, wie Naturwissenschaft funktioniert, muss zuerst erörtert werden, was denn eigentlich Naturwissenschaft und Forschung sind, welche Eigenschaften das Wesen der Naturwissenschaft, also die Nature of Science, um es im Fachjargon auszudrücken, ausmachen. Aber was ist denn diese Naturwissenschaft? Und wer sind die Leute, die sich damit beschäftigen? Was macht man, wenn man „forscht“?

Damit eröffnet sich bereits eine Reihe von Problemstellungen, die verdeutlichen, dass eine simple und flächendeckend gültige Definition nicht selbstverständlich und leicht zu finden ist. Der naturwissenschaftliche Betrieb und damit einhergehend die Methoden, Arbeits- und Denkweisen haben mittlerweile ein äußerst umfangreiches und breit gefächertes Ausmaß erlangt, sodass eine exakte Eingrenzung des Tätigkeitsfeldes der naturwissenschaftlichen ForscherInnen kaum mehr möglich ist. Bereits der Begriff der Naturwissenschaft selbst lässt kaum klare Grenzen zu anderen Disziplinen zu. Dass sich die Naturwissenschaft und die Arbeit der ForscherInnen besonders in den letzten Dekaden essenziell und sehr rasch verändert haben und es weiter tun, hat einen entscheidenden Anteil an den Schwierigkeiten der notwendigen Anpassung der Begrifflichkeiten. Es ist schwierig, „die Physik“, „die Chemie“ oder „die Biologie“ klar zu definieren, einzugrenzen und festzusetzen, was zu dem einen dazugehört, was zu dem anderen und was nicht mehr in diese Disziplinen hineinfällt. Analog dazu ist es kaum mehr möglich, „den Physiker“, „die Chemikerin“ oder generell „Forschende“ oder „Naturwissenschaftler“ zu charakterisieren, sodass für jede in dem Bereich tätige Person klar ist, zu welcher Disziplin sie sich zählen darf. Zwischen den eigentlichen Forschungstätigkeiten und Anwendungsbereichen in Technologie, Medizin, Wirtschaft etc. bestehen, wenn überhaupt – nur fließende Grenzen. Trotz dieser Unklarheiten hat jeder und jede eine gewisse Vorstellung bezüglich dem, was eine Wissenschaftlerin oder ein Forscher tun und was Naturwissenschaft ist. Diese Vorstellungen und ihr Verhältnis zur Realität werden später noch im Mittelpunkt der Ausführungen stehen. Wie es sich also bei der Naturwissenschaft an sich um einen komplexen Kreis von Tätigkeitsbereichen handelt, so lässt sich auch eine zufriedenstellende Erklärung der Natur der Naturwissenschaften nur schwerlich in einem einzigen Satz unterbringen. Wie könnten die Antworten auf Fragen, wie „Wie funktioniert Naturwissenschaft?“, „Was machen Forscher?“ oder „Wozu brauchen wir die Naturwissenschaft?“ beantwortet werden? Ganz allgemein fasst Lederman die Materie mit „how the knowledge is developed“⁴ zusammen, da das Ziel naturwissenschaftlicher Arbeit immer das Generieren von Wissen ist. Der Weg, der zu diesem Ziel führt, kann sich sehr unterschiedlich gestalten, weist aber trotzdem gewisse Eigenschaften auf, ebenso wie das

⁴ Lederman (2006), S. 3

Resultat wissenschaftlicher Überlegungen und Unternehmungen, das naturwissenschaftliche Wissen, charakterisiert werden kann. Das ist Gegenstand der folgenden Ausführungen.

Die diesbezügliche klare und eindeutige Festlegung stellt sogar für WissenschaftlerInnen selbst, also Personen vom Fach, die sich tagtäglich aktiv mit Naturwissenschaften beschäftigen, keine triviale Aufgabe dar, selbst unter den Insidern herrscht kein unbestrittener Konsens, wie ihr Arbeiten in und mit den Naturwissenschaften definiert werden soll, wo es beginnt und aufhört. Dieses Sujet betrifft sämtliche Disziplinen der Naturwissenschaft, wobei es eben auch hier keine klaren Trennlinien zwischen diesen Disziplinen oder Berufsbildern gibt, wie es zu früheren Zeiten schon noch der Fall war, als „der Wissenschaftler“ noch als ein Universalgelehrter beschrieben werden konnte und die Naturwissenschaft mit ihren wenigen Teilgebieten ein überschaubares Konstrukt war.

IST NATURWISSENSCHAFT IMMER UND ÜBERALL GLEICH?

Ein Blick zurück in die Historie und den Werdegang der Wissenschaft verspricht also lehrreich zu sein. So wie sich die einzelnen Teilgebiete selbst erst im Laufe der Zeit von der anfänglich alles umfassenden Philosophie oder Naturphilosophie, um es zumindest von geisteswissenschaftlichen Tendenzen zu differenzieren, getrennt haben, haben sich auch deren Methoden und Denkweisen erst mit diesem Entstehungsprozess herauskristallisiert. Mit neuen Entdeckungen und Entwicklungen haben sich diese stetig den neuen Gegebenheiten angepasst, was folglich die Definition der Wissenschaft und des wissenschaftlichen Arbeitens maßgeblich beeinflusst hat. Dieser Trend setzt sich immer noch fort. Neue Entwicklungen und Errungenschaften beeinflussen das naturwissenschaftliche Weltbild, was wiederum Einfluss auf die Motivation zu darauffolgender Forschung nimmt. Ebenso stellen Höttecke und Rieß fest, dass Naturwissenschaften eine „kulturell-gesellschaftliche Tätigkeit“⁵ darstellen, es also von Bedeutung ist, wo, wann und in welchem kulturellen Rahmen Naturwissenschaft betrieben wird. Naturwissenschaftliches Denken ist nicht weltweit ident, sondern zahlreichen Einflüssen unterschiedlichster Natur unterworfen, zwischen welchen oft kein direkter Zusammenhang vermutet oder offen erkannt wird. Die Gesellschaft nimmt großen Einfluss auf die Beurteilung, welche Forschung gerade ‚wichtig‘ ist, ebenso spielen Öffentlichkeit und Politik eine maßgebliche Rolle – im Idealfall als Förderer, leider viel zu oft auch gegenteilig als Zensor oder Unterdrücker. Neben der kulturell geprägten Wahrnehmung der Natur und ihrer Phänomene und dem Denken über jene, ist auch das, womit sich Naturwissenschaft überhaupt beschäftigt, nicht immer dasselbe. „Das wissenschaftliche Wissen gleicht einer Projektion“, welche „keine objektive Realität unmittelbar repräsentiert“⁶. Eine physikalische Theorie, eine Formel oder ähnliches spiegeln niemals exakt die Wirklichkeit wider. Ertl bringt es sehr prägnant auf den Punkt: „Die Natur ist kompliziert“⁷. Naturwissenschaftliche Erklärungen haben stets Modellcharakter, was

⁵ Höttecke, Rieß (2015), S. 128

⁶ Höttecke, Rieß (2015), S. 129

⁷ Ertl (2013), S. 20

bedeutet, dass es sich immer um Annäherungsversuche und Vereinfachungen handelt, die sich auf einzelne Phänomene oder Effekte konzentrieren und diese in das Konstrukt der physikalischen Weltanschauung einordnen wollen. „Scientific concepts, such as atoms, black holes, and species, are functional theoretical models rather than faithful copies of reality“⁸, wie Lederman beispielgebend anmerkt. Dieses Modelldenken bringt neben Vorteilen wie der Anschaulichkeit auch Einschränkungen, Fehler und Unvollständigkeit mit sich, was aber nicht zwingend bedeuten muss, dass ein solches Modell schlecht oder unbrauchbar ist. Wesentlich ist es, auftretende Fehler zu erkennen und einzuschätzen, wie einflussreich sie auf die gewünschte Erklärung sind. Dieser Umstand ist entscheidend, wenn es um die Beschreibung und in weiterer Folge die Vermittlung von naturwissenschaftlichem Wissen an Schülerinnen und Schüler geht. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass den Lernenden diese Eigenheiten naturwissenschaftlicher Erklärungsmodelle von alleine klarwerden. Wie dieses Wissen zustande kommt und „funktioniert“ muss genauso wie das Wissen selbst gelehrt und gelernt werden. Auch hat sich in der Wissenschaftsgeschichte gezeigt, dass wissenschaftliche Objekte selbst „wesentlich von den Instrumenten und Maßstäben abhängig“⁹ sind. Die Entwicklung neuer und besserer Messinstrumente ermöglicht also oft erst das Erdenken neuer naturwissenschaftlicher Objekte, die mit denselben dann nachgewiesen und untersucht werden sollen, denkt man beispielsweise an subnukleare Forschungen, die mit enormem technischen Aufwand verbunden sind und jene technischen Möglichkeiten laufend ausreizen und bestehende Grenzen überschreiten. Technische Errungenschaften und damit erzielte naturwissenschaftliche Forschungsergebnisse bedingen sich also gegenseitig und treiben einander in wechselseitiger Beziehung voran. In Bereichen wie dem angesprochenen wird auch erkennbar, dass es sich bei der naturwissenschaftlichen Realität nicht um den Wahrnehmungsbereich der Menschen handelt. Darin werden Objekte untersucht und mit ihnen gearbeitet, die sich für uns Menschen allein als Ausschlag auf einem Messgerät oder als Zahl oder Grafik auf einem Bildschirm offenbaren. Es kann keine Rede davon sein, dass wir diese Dinge, die ja fixer Bestandteil der naturwissenschaftlichen Realität sind, jemals mit eigenen Augen sehen oder gar angreifen könnten. Aus dieser Perspektive bieten also simpel anmutende Fragen, wie beispielsweise danach, wie ein Atom aussieht, Möglichkeiten zu umfassenden metawissenschaftlichen und philosophischen Diskursen über die Wissenschaft an sich. Diese elementare Grundlage soll – natürlich in adäquater Form – auch in den naturwissenschaftlichen Unterricht einfließen.

Aus historischen Betrachtungen kristallisiert sich zusammenfassend also recht gut sichtbar heraus, dass die Frage, was denn überhaupt zur Wissenschaft zählt und was aus diesem Kreis ausgeschlossen gehört, keine universelle Antwort parat hat. Heutzutage ist es so, dass „the academy, scientific community and scientific establishment largely determine what counts and does not count as science.“¹⁰ Klar ist dabei auch, dass solche Entscheidungsprozesse stark kulturell geprägt sein können. Somit dürfen und sollen solche Entscheidungen durchaus

⁸ <https://science.iit.edu/mathematics-science-education/resources/lederman-depository/what-nature-science> (Zugriff am 26. 08. 17)

⁹ Höttecke, Rieß (2015), S. 129

¹⁰ Abd-El Khalick (2012), S. 1043

hinterfragt und die Gründe, die zu diesen geführt haben, reflektiert werden, wie es Abd-El Khalick in eben genanntem Kontext fordert.

MODERNE NATURWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG

Bei genauerer Betrachtung der heutigen naturwissenschaftlichen Forschung wird schnell klar, dass immer noch existierende Stereotype von eigenbrötlerischen Wissenschaftlern, in ihren Kammern und Laboratorien – im sprichwörtlichen Elfenbeinturm – eingeschlossen, längst jeder Grundlage entbehren. Das moderne Wissenschaftsgeschehen ist eine „Gruppenarbeit“¹¹, wird in einem höchstmöglichen Ausmaß an Kommunikation bestimmt – und das auf diverse Arten. Um das erkennen und nachvollziehen zu können ist jedoch der Eindruck nicht gerade zuträglich, welcher durch Publikationen wissenschaftlicher Resultate erweckt wird. Diese sind der primäre Zugang für die außenstehende Öffentlichkeit zu der Arbeit der Forscherinnen und Wissenschaftlicher, stellen aber „keine Abbilder dessen, wie in Laboren, Büros und Besprechungsräumen tatsächlich gearbeitet worden ist“¹² dar, sondern sparen den eigentlichen Arbeitsprozess meist aus. Man beschränkt sich dabei auf die effiziente Darstellung der erworbenen Erkenntnisse, die für Folgearbeiten wichtig sind und hält sich nicht damit auf, sämtliche Schwierigkeiten und etwaige Rückschläge im Arbeitsprozess offenzulegen, was beispielsweise hinsichtlich der herrschenden Wettbewerbssituation vermutlich auch gar nicht zuträglich wäre. Dadurch entsteht den außenstehenden Lesern und Leserinnen jedoch der Eindruck, dass es so etwas wie ein fixes Schema gibt, nach denen sämtliche Forschung vor sich geht und dass der Forschungsprozess eine im Vornherein klar strukturierte Angelegenheit sei. Tatsächlich ist es aber so, dass „weniger Planung und Kontrolle, sondern vielmehr Improvisation und Zufall den Forschungsalltag prägen.“¹³ Der utopische Idealfall, dass stets auf Anhieb das richtige Ergebnis gefunden wird und alles so abläuft, wie man es sich bei der ersten Planung vorgestellt hat, wird von ständigen Anpassungen und Abänderungen, bedingt durch Fehlversuche oder Veränderungen des Forschungsdesigns, abgelöst, um auf ebendiese Fehlversuche adäquat zu reagieren. Bis zu einem gewissen Grad kann es sogar wünschenswert sein, wenn „Raum für das Auftreten von unvorwegnehmbaren Ereignissen“¹⁴ geschaffen wird. Tatsächlich ist ein Forschungsprozess immer von Unsicherheiten geprägt, in der aber eine gewisse Produktivität des Prozesses verankert ist. Das, was auf den ersten Blick für das Vorankommen im Vorhaben hinderlich und lästig erscheint – und im Arbeitsalltag möglicherweise manchmal wirklich ist – stellt einen wichtigen Teil der Arbeit dar und ist Grundlage für die entstehenden Erkenntnisse. Laufend muss hinterfragt werden, ob das eingesetzte Messgerät überhaupt das richtige ist, ob man wirklich die gewünschte Größe misst, ob es unbedachte Nebeneinflüsse gibt, welche Messunsicherheiten beachtet werden müssen, wie die Messdaten in das zugrundeliegende theoretische Konstrukt passen oder wie mit Widersprüchen und unerwarteten Ergebnissen

¹¹ Ertl (2013), S. 19

¹² Höttecke, Rieß (2015), S. 131

¹³ Höttecke, Rieß (2015), S. 132

¹⁴ Rheinberger (2006), S. 97

umgegangen werden soll.¹⁵ All diese Dinge scheinen in den abschließenden Publikationen der Ergebnisse des umfangreichen Entstehungsprozesses normalerweise nicht auf und bleiben somit unsichtbar.

Das bedeutet, will man als Außenstehender nachvollziehen, was während der Entstehung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse passiert, und verstehen, wie Naturwissenschaft eigentlich funktioniert, muss man sich „from studies of polished scientific theory to the study of science-in-action“¹⁶ bewegen. Wobei diesbezüglich um der begrifflichen Klarheit Willen auch angemerkt sein soll, dass die nun ausgeführte Forschungspraxis und das, was man unter Nature of Science versteht, nicht dasselbe sind, sondern unter dem Titel ein eigenständiges Forschungsgebiet verankert ist, dessen Aufgabe die Untersuchung eigentlicher naturwissenschaftlicher Forschung darstellt. Es gilt also: „NoS is reflection on practice.“¹⁷

Ähnlich des wissenschaftlichen Forschungsbetriebes lässt sich das darin generierte naturwissenschaftliche Wissen selbst anhand einiger Charakteristika beschreiben. Diese fasst Lederman in einigen prägnanten Punkten zusammen, unter denen beispielsweise hervortreten, dass naturwissenschaftliches Wissen „necessarily is partially subjective and can never be totally objective“ und dass es „based on and / or derived from human imagination and creativity“¹⁸. Auf diese beiden Eigenschaften wird im folgenden Kapitel noch genauer eingegangen, da sie den intuitiven Meinungen und Vorstellungen Nicht-WissenschaftlerInnen widersprechen, welche Kreativität und eine starke Subjektivität der einzelnen forschenden Personen in der Wissenschaft fehl am Platz sehen. Fakt ist aber, dass der „Faktor Mensch“¹⁹ sehr wohl zu berücksichtigen ist. Ertl geht an dieser Stelle auch darauf ein, dass Wissenschaftler selbst immer auch mit bestimmten Erwartungen an ein Phänomen herangehen. Auch Forscher haben also bestimmte Präkonzepte, wenn man es so nennen will, die dem wissenschaftlichen Weltbild entsprechen und das Herangehen an zu untersuchende Phänomene und die Überlegungen dazu in bestimmte Richtungen lenken. Zudem wird der Entwicklung des naturwissenschaftlichen Wissens ein starker kultureller Einfluss zugeschrieben, von welchem es, wie zuvor bereits näher erläutert, beeinflusst wird und welchen es wiederum selbst beeinflusst. Alldem vorangestellt werden kann, dass naturwissenschaftliches Wissen niemals „absolute or certain“ ist, sondern „it is subject to change“²⁰. Das kann manchmal auf sehr drastische Weise passieren, sodass von einem Paradigmenwechsel oder gar von revolutionären Umwälzungen gesprochen wird, die die wissenschaftliche Gemeinschaft erschüttern oder richtiggehend entzweien können, bis diese Neuerungen anerkannt werden, ist aber normalerweise ein eher unbemerkt Ablauf, der vielmals gar nicht explizit wahrgenommen wird. Trotzdem muss dabei betont werden, „dass

¹⁵ Vgl. Höttinge, Rieß (2015), S. 136

¹⁶ Abd-El Khalick (2012), S. 1052

¹⁷ Ebenda

¹⁸ Lederman (2006), S. 4

¹⁹ Ertl (2013), S. 18

²⁰ Lederman (2006), S. 4

wissenschaftliches Wissen bei aller Vorläufigkeit dennoch verlässlich ist – zumindest innerhalb eines bestimmten Fehlerbereichs“²¹. Auch das wird später noch im Mittelpunkt der Ausführungen stehen, wenn es um die Vermittlung solcher Unstetigkeit und Unsicherheiten gehen wird. Das leitet dazu über, dass auch die erwähnte Forschung über die Natur der Naturwissenschaft einem parallelen ständigen Wandel unterliegt: „Similar to scientific knowledge, conceptions of NoS are tentative and dynamic: they have changed (and continue to change) throughout the development of science and systematic thinking about its nature and workings.“²²

EVIDENZ

Abschließend soll nochmal hervorgehoben, worum es sich bei wissenschaftlicher Evidenz handelt und was es bedeutet, eine evidenzbasierte Aussage zu treffen. Grundlage oder ein elementarer Bestandteil wissenschaftlicher Arbeit ist oft eine Beobachtung. Jedoch ist zunächst auch klar, „dass eine bloße empirische Beobachtung der Natur noch keine Naturwissenschaft ausmacht“²³. Zum einen ist die naturwissenschaftliche Beobachtung betreffend auch festzuhalten, dass „observations are descriptive statements about natural phenomena that are ‚directly‘ accessible to the senses“²⁴. Im Gegensatz zu den eigentlichen Beobachtungen steht das Erkennen und Ziehen von (Schluss)Folgerungen, für welche wiederum gilt „inferences are statements about phenomena that are not ‚directly‘ accessible to the senses“²⁵. Der Vollständigkeit halber sei weiter aus derselben Definition angeführt, dass „laws are statements or descriptions of the relationships among observable phenomena“ und „theories, by contrast, are inferred explanations for observable phenomena“.

Wenn es um Evidenz geht, spielt ein wesentlicher Faktor eine ganz entscheidende Rolle, dem oft intuitiv ein negativer Charakter zugeschrieben wird, das jedoch zu unrecht. „Whenever science is still in the making, evidence may be temporarily uncertain, varying and fragile.“²⁶ Das heißt, solange an einem Thema geforscht wird, ist davon auszugehen, dass man während dieses Prozesses mit Unsicherheiten unterschiedlichster Gestalt umgehen muss. Das ist aber nichts schlechtes, sondern fixer Bestandteil der Erarbeitung naturwissenschaftlicher Sachverhalte. „In order to establish certainty in science, uncertainty is often, and sometimes for a considerable duration of time, part of the generation of scientific evidence.“²⁷ Sehr deutlich weisen darauf auch Tiberghien et al. hin und sehen in dieser elementaren Unsicherheit quasi die treibende Kraft hinter der gesamten naturwissenschaftlichen

²¹ Ertl (2013), S. 17

²² Abd-El Khalick (2012), S. 1045

²³ Ertl (2013), S. 18

²⁴ <https://science.iit.edu/mathematics-science-education/resources/lederman-depository/what-nature-science>
(Zugriff am 26.08.17)

²⁵ Ebenda

²⁶ Ruhrig, Höttecke (2015), S. 1

²⁷ Ruhrig, Höttecke (2015), S. 2

Forschung, wobei sich das nicht einmal nur auf die Naturwissenschaften beschränken muss, sondern beliebig weiter verallgemeinert werden kann: „Uncertainty of knowledge is a way of questioning elements of knowledge; it is an important part of scientific practice.“²⁸ Aus bestehenden Unsicherheiten und Unvollständigkeiten erwächst also erst die Notwendigkeit neuer oder auf Bestehendem aufbauender Forschung. Die Unsicherheit verlangt das stellen neuer Forschungsfragen: „These questions are the explicit sign of knowledge uncertainty, they are based on previous research results, and a theoretical framework.“ Und weiter: „This dynamics of uncertainty based on knowledge is a way of developing knowledge.“²⁹ Die oft als ein Mangel wahrgenommenen Fehler, Einschränkungen oder eben Unsicherheiten aktueller Forschungsergebnisse, Theorien oder Erklärungsmodelle stellen somit ein essentielles und absolut notwendiges Charakteristikum naturwissenschaftlichen Wissens dar. Genau das wird jedoch im naturwissenschaftlichen Unterricht kaum vermittelt, dazu aber an entsprechender Stelle weiter unten genaueres.

²⁸ Tiberghien et al. (2014), S. 931

²⁹ Ebenda

NATURE OF SCIENCE IN SCHULE UND UNTERRICHT

Da sich schon bei der Erörterung der Natur der Naturwissenschaften an sich einige Schwierigkeiten aufgetan haben, stellt sich die Vermittlung dieser charakteristischen Arbeits- und Denkweisen, die hinter dem kanonisierten Fachwissen, welches Schulbücher und traditioneller Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern präsentieren, stehen, folglich auch nicht als trivial dar. Ganz grundsätzlich lässt sich feststellen, dass „high school graduates, and the general citizenry, do not possess (and never have possessed) adequate views of NoS.“³⁰ Ähnlich drückt sich Abd-El Khalick aus, indem er sich auf die Ergebnisse mehrerer Studien bezieht, die zeigen, dass „students, as well as teachers continue to ascribe to naive views of NoS“³¹, „such as a complete lack of appreciation for the social nature of the production and validation of scientific knowledge.“³² Die hier bereits erwähnten Lehrkräfte, spielen im Missverständnis der Natur der Naturwissenschaften unter der derzeitigen und logischerweise auch ehemaligen Schülerschaft unweigerlich eine entscheidende Rolle, deshalb werden sie auch in hiesigen Ausführungen noch näher beleuchtet werden. Vor diesem Hintergrund existieren Forderungen und Versuche, NoS, also möglichst „originalgetreues“ naturwissenschaftliches Arbeiten, Vorgehen und Denken in den Schulunterricht zu implementieren, bereits seit Längerem, jedoch bis vor Kurzem mit nur sehr beschaulichen Erfolgen. Das verleitet Lederman zur Wiedergabe eines Selbstzitates, in dem er meint, „the longevity of this educational objective has been surpassed only by the longevity of students' inability to articulate the meaning of the phrase ‚nature of science‘, and to delineate the associated characteristics of science“³³.

DERZEITIGE HANDHABE

Durch Studien mittlerweile klar belegt ist, „dass die Praxen von Schülern und Schülerinnen im naturwissenschaftlichen Unterricht von den Forschungspraxen in den Naturwissenschaften weit entfernt sind.“³⁴ Allzu oft wird naturwissenschaftlicher Unterricht von der Weitergabe von Fachwissen an die Schülerinnen und Schüler beherrscht, viel seltener folgt Unterricht dem Motiv „to educate, as compared to indoctrinate.“³⁵ Jedoch ist nicht zu leugnen, dass „a teacher's strong focus on scientific content, however, might hinder learning about the epistemic role of evidence in science.“³⁶ Die Gründe dafür sind vielfältig und durchaus auch nachvollziehbar. Trotzdem ist aber ebenso nicht zu übersehen, dass sich bei Schülern und Schülerinnen ein nachweisbarer Lerneffekt „by engaging in the thinking process and activities of scientists“³⁷ einstellt. Auch wenn es bereits eine Vielzahl an Unterrichtskonzepten gibt, die sich als „forschend-entdeckender Unterricht“ ausweisen und den Eigenschaften

³⁰ Lederman (2006), S. 2

³¹ Abd-El Khalick (2012), S. 1041

³² Abd-El Khalick (2012), S. 1045

³³ Lederman (2006), S. 3

³⁴ Höttecke, Rieß (2015), S. 128

³⁵ Abd-El Khalick (2012), S. 1043

³⁶ Ruhrig, Höttecke (2015), S. 16

³⁷ Furtak, et al. (2012), S. 300

„richtiger“ Naturwissenschaft nahekommen wollen, stehen derer Anwendung oft Banalitäten wie der Zeitmangel im Unterricht entgegen. Nachfolgende Ausführungen wollen solche Gegenargumente identifizieren und untersuchen, und feststellen, ob diesen Kritikpunkten in der Anwendung von Unterricht, der sich auf Nature of Science konzentriert, vielleicht doch beizukommen ist.

Problematisch ist, dass viele Lehrbücher vor allem der ökonomischen Vermittlung von Wissen dienen und „Forschungspraxis in den Naturwissenschaften nur verzerrt wiedergegeben wird.“³⁸ Die meisten gängigen Lehrbücher „continue to convey images about science, that misrepresent NoS and explicitly communicate myths about its nature and workings.“³⁹ Generell steht die Vermittlung von Fachwissen häufig im Mittelpunkt von Unterrichtssequenzen, ohne aber den Schülern und Schülerinnen zu vermitteln, wie unser Wissen über die Natur, darin auftretende Phänomene und vonstattengehende Vorgänge eigentlich zustande gekommen ist, oder welche Eigenschaften dieses Wissen besitzt. Einige Gedanken dazu wurden im vorangehenden Kapitel bereits dargelegt. Um an diese Ausführungen anzuschließen weisen Furtak et al. darauf hin, dass naturwissenschaftliches Wissen „subject to change in the face of new evidence or new interpretations of old evidence“⁴⁰ ist. Ein ganz elementares Charakteristikum des physikalischen Wissens ist also, dass dieses keineswegs unanfechtbar feststeht, wozu die Kanonisierung und unreflektierte Vermittlung jedoch gerne verleitet, sondern immer im Wandel begriffen ist und nur solange aktuell und haltbar ist, bis es von anderem „besserem“ Wissen abgelöst wird. Die Vermittlung dieses Umstandes kann natürlich eine Herausforderung sowohl für die Lehrenden als auch die Lernenden darstellen, da es in der Naturwissenschaft keine vollständigen und absolut verlässlichen Erklärungen gibt, sondern nur bestmögliche Modelle. Um Schülerinnen und Schülern verständlich zu machen, dass derartiges unvollständiges und limitiertes Wissen trotzdem nicht wertlos ist, ist es wichtig ihnen zu ermöglichen, das Zustandekommen dieses Wissens nachvollziehen zu können. Das bedeutet eben eine aktive Auseinandersetzung mit der Natur der Naturwissenschaften.

Höttecke und Rieß stellen fest, dass im Regelfall auch das „Experimentieren aus der Perspektive der Vermittlung von Fachwissen“⁴¹ betrieben wird. Hinzu kommt, dass, bedingt durch bis ins kleinste Detail durchstrukturierte Anleitungen und Lernumgebungen im „Kochbuchstil“ die Möglichkeiten für die Lernenden Forschung zu betreiben unterbunden werden. „Wenn SchülerInnen experimentieren, wissen sie oft gar nicht was und warum sie etwas tun.“⁴², weil es nur um die rasche und regelrecht stupide Abarbeitung des vorgegebenen Katalogs geht, was die Eigen- und Denkleistung der Lernenden auf ein Minimum beschränkt und ein völlig realitätsfernes Bild von naturwissenschaftlicher experimenteller Arbeit vermittelt. Auch Abd-El Khalick unterstreicht diesen Sachverhalt, dass

³⁸ Höttecke, Rieß (2015), S. 131

³⁹ Abd-El Khalick (2012), S. 1045

⁴⁰ Furtak et al. (2012), S. 305

⁴¹ Höttecke, Rieß (2015), S. 130

⁴² Höttecke, Rieß (2015), S. 130

es gängige Praxis ist, den Schülern und Schülerinnen Experimentiersituationen zu bieten, „in which theory-free data are collected“⁴³ und deren Zustandekommen und Bedeutung kaum oder gar nicht diskutiert und reflektiert werden. Die im vorhergehenden Kapitel angeführten Überlegungen zur Passung der Messgeräte oder zu Messunsicherheiten fehlen normalerweise völlig, obwohl diese ein ganz wesentlicher Teil des eigentlichen Erkenntnisprozesses sind. Somit ist es unweigerliche Konsequenz: „Hochgradig vorstrukturierte (‘Kochbuch’) und verifikationsorientierte Untersuchungen verstärken naive Vorstellungen zur Epistemologie von Forschung“⁴⁴. Ruhrig und Höttecke fassen zusammen, dass „as a result of this high degree of guidance, uncertainty in the classroom is systematically avoided.“⁴⁵ Das betrifft nicht nur die praktische Arbeit von Schülern und Schülerinnen bei Experimenten, sondern den gesamten Unterricht bis hin zu von den Lernenden angestoßenen Fragen oder Diskussionen. Obwohl das bekannt ist, stellen derartige Experimentierumgebungen immer noch den Normalfall im Unterrichtsgeschehen dar und bringen den Lernenden „the myth of a universal, step-wise, prescriptive, Scientific Method“⁴⁶ bei, der schlicht realitätsfremd ist und den Lernenden somit einen brauchbaren Einblick in echte wissenschaftliche Arbeit verweigert, was natürlich in Hinblick auf spätere Ausbildungs- oder Berufsentscheidungen nicht hilfreich ist.

Eigenständiges Arbeiten auf Schülerseite stellt ein ständiges Spannungsfeld dar. In unterschiedlichsten Zusammenhängen wurden und werden „transitions of responsibility for learning from the teacher to the student“⁴⁷ immer wieder gefordert, stellen aber klarerweise eine besondere Herausforderung für die Lehrer und Lehrerinnen dar, wenn sie die Verantwortung für das Erreichen eines Unterrichtsziels mehr oder minder aus der Hand geben. Dass so etwas nicht auf Anhieb funktioniert, sondern gelernt und geübt sein will, und das Gelingen auch von sozialen Strukturen innerhalb der jeweiligen Klasse abhängt, ist dabei zu berücksichtigen. Trotzdem stellt das in mehrerlei Hinsicht einen wichtigen Ansatz für mögliche Adaptionen des Unterrichtsgeschehens dar. In sehr vielen Klassenräumen und Unterrichtssituationen ist die Rollenverteilung klar gegeben – die Lehrkraft hat eine gewisse Autorität inne. Das bedeutet wiederum, dass sie das Wissen und die Lerninhalte von dieser Ebene an die Schüler und Schülerinnen weitergeben. Diesen wird vermittelt, sie können darauf vertrauen, dass das, was die Lehrperson ihnen sagt, auch richtig ist – die Lehrer werden schon wissen, was richtig ist, wenn sie es so sagen, dann wird es wohl auch stimmen. „A consequence might be that students learn to judge scientific knowledge according to the credibility of experts as authorities, rather than according to the evidence supporting a scientific claim.“⁴⁸ Vergleichbares ist nicht nur in der Schule anzutreffen, sondern auch in vielen anderen Situationen, wenn Personen, die eine gewisse Autorität ausstrahlen, eher, oder vielleicht gar blindlings, vertraut wird, eben weil sie mit ihrer Autorität auch

⁴³ Abd-El Khalick (2012), S. 1046

⁴⁴ Henke (2016), S. 127

⁴⁵ Ruhrig, Höttecke (2015), S. 2

⁴⁶ Abd-El Khalick (2012), S. 1046

⁴⁷ Furtak et al. (2012), S. 306

⁴⁸ Ruhrig, Hötticke (2015), S. 2

Glaubwürdigkeit vermitteln, frei nach dem Motto, „der wird schon wissen, was er tut, sonst wäre er nicht so erfolgreich“. Autorität hängt aber nicht mit der Qualität oder dem Wahrheitsgehalt des kommunizierten Wissens zusammen, weshalb es auch Gefahren mit sich bringt, Autorität als Argument für die Bedeutung und Richtigkeit der getätigten Aussagen heranzuziehen. Das trifft in entsprechender Form auch auf die Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens in der Schule zu, welches die Schüler und Schülerinnen nicht deshalb als wahr betrachten sollten, nur weil es die Lehrperson behauptet.

Eine weitere Problematik, die im Unterrichtsgeschehen oft unbewusst entsteht und sowohl seitens der Lehrpersonen als auch der Schülerinnen und Schüler passiert, ist, dass „die Alltagssprache hier immer wieder hereinpfluscht“⁴⁹.

CONTRA NATURE OF SCIENCE

Bei vorgeführten Lehrerexperimenten wie bei Schülerversuchen ist es für Lehrkräfte verständlicherweise vorteilhaft, wenn Effekte eindeutig und isoliert gezeigt werden können, wenn das Ganze zeitökonomisch abläuft und auch die Auswertung der gewonnenen Daten – sofern sie überhaupt vorgenommen wird – nach gewohnten Mechanismen durchgeführt werden kann.⁵⁰ Diese Punkte sind den Lehrkräften natürlich entgegenkommend, wenn es um die Unterrichtsplanung geht, da der notwendige Zeithorizont ebenso gut eingeschätzt werden kann, wie auch die zu erwartenden Ergebnisse, mit denen dann ohne Umschweife weitergearbeitet werden kann. Ebenfalls nachvollziehbar ist solches Vorgehen unter dem vielzitierten Schlagwort „teach to the test“ bzw. „learning for the test“. Mit Blick auf standardisierte Vergleichstestungen und Prüfungen erscheint es fast unumgänglich, dass der Fokus der Unterrichtsplanung auf die angeführten Punkte gelegt wird und der Erfolg des Unterrichts mit dem Unterbringen des testrelevanten Pensums im ohnehin knappen Zeitrahmen definiert wird. Auch Blanchard et al. stellen fest, dass die Bedeutung von Testresultaten dem eigentlichen langfristigen und nachhaltigen Lernen im Wege stehen und die Lehrkräfte dazu anhalten, „to adopt teaching practices that they perceive as the most effective for ‘raising test scores’ rather than practices that focus on student understanding.“⁵¹ Wenn Blanchard et al. auch nicht das österreichische Bildungssystem vor Augen haben, wenn sie meinen, die Konzentration auf vergleichbare Testungen „undermine true school reform“⁵², so trifft das auch hierzulande zu, dass Lernerfolg mit guten Resultaten bei Standard- oder Vergleichstestungen gleichgesetzt wird, unabhängig davon, wie diese Testformate aufgebaut sind und welche Kompetenzen oder Wissensgebiete sie wirklich und auf welche Weise abbilden.

Unweigerlich wird mit diesem Vorgehen den Schülern und Schülerinnen ein Bild des Wissenschaftsprozesses vermittelt, das so überhaupt nicht der Realität entspricht. Weit

⁴⁹ Ertl (2013), S. 19

⁵⁰ Vgl. Höttecke, Rieß (2015), S. 130f

⁵¹ Blanchard et al. (2010), S. 579

⁵² Blanchard et al. (2010), S. 579

verbreitet wird das Kennenlernen und Verstehen dieses Prozesses offenbar gar nicht als Lehr- und Lernziel wahrgenommen.

SCHÜLERVORSTELLUNGEN ZU NATURE OF SCIENCE

Wie zu den inhaltlichen Themenfeldern, die im Physikunterricht vermittelt werden, haben auch zu Konzepten, wie den Charakteristiken der Forschung und Naturwissenschaft an sich Schülerinnen und Schüler bestimmte Vorstellungen und persönliche Einschätzungen. Diese werden, sofern sie nicht bereits vor dem Eintritt in die Schule und der Teilnahme an naturwissenschaftlichem Unterricht bestehen und durch außerschulische Erfahrungen geprägt werden, oft auch durch den Unterricht selbst direkt oder auch indirekt beeinflusst oder erst generiert. Das passiert aber nicht selbstverständlich in eine positive, sinnvolle Richtung, sondern ist es nicht zu übersehen, dass häufig durch den Unterricht selbst Fehlvorstellungen konstruiert werden, da der wissenschaftliche Forschungsprozess nicht oder gar falsch vermittelt wird. Henke hat im Zuge einer Studie zum Nachweis der Wirksamkeit von an Nature of Science orientierten Unterrichtseinheiten ebenfalls die unter den Probanden bestehenden Fehlvorstellungen entsprechender Konzepte erhoben. Diese sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben, ergänzt durch die jeweiligen gewünschten Anschauungen, sozusagen die Zielvorgabe an den darauf aufbauenden Unterricht.

Im Unterricht adressierte Themen der NdN. Dargestellt sind jeweils angemessene Vorstellungen (Lehrziele des Unterrichts) sowie gängige unangemessene Sichtweisen.⁵³

| Naturwissenschaftliches Arbeiten | |
|----------------------------------|---|
| Praktisch | <i>Dokumentation</i> ang.: Forscher dokumentieren den gesamten Forschungsprozess aus Gründen der Transparenz unang.: Dokumentation nicht genannt, Dokumentation als „Ergebnisse notieren“ |
| | <i>Kreativität</i> ang.: Forscher müssen bei Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen kreativ sein unang.: Kreativität widerspricht Objektivität („denken sich was aus“), Kreativität optional bei Intelligenz |
| Methodisch | <i>Forschungsfragen</i> ang.: Nw. Untersuchungen beginnen mit einer konkreten und untersuchbaren Fragestellung unang.: Beginn mit Experiment, Vermutung als Ausgangspunkt <i>Hypothesentestend</i> ang.: Hypothesen werden fragebasiert formuliert und zielgerichtet untersucht unang.: Versuch und Irrtum („ausprobieren“), Vermutung = Vorhersage („prüfen ob's stimmt“) <i>Falsifikation / Verifikation</i> ang.: Bestätigung wie Widerlegung von Hypothesen haben Erkenntniswert für Fragestellung unang.: Bestätigung als Erfolgskriterium („Beweise finden“) <i>Hypothesenentwickelnd</i> ang.: Fragebasiert Beobachtungen tätigen, strukturieren und neue Vermutungen generieren unang.: Ungelenktes Datensammeln („experimentieren drauf los“) <i>Parametervariation</i> ang.: Exploration eines Phänomens durch kontrollierte Variation relevanter Größen unang.: fehlende Kontrolle („alles genau untersuchen“) |

⁵³ Henke (2016), S. 130

| | |
|--------|--|
| Sozial | <i>Kommunalität</i> ang.: Forscher interagieren und kommunizieren im Forschungsprozess und publizieren ihre Resultate unang.: „Einsamer Forscher“, passive Rezeption der Resultate anderer |
|--------|--|

Naturwissenschaftliches Wissen

| | |
|--------------|---|
| Stabilität | <i>Entwicklung des Wissens</i> ang.: Nw. Wissen entwickelt sich sowohl kumulativ als auch fallibilistisch unang.: Wissen absolut („wird immer mehr“), Grade der Robustheit / Bewährung unberücksichtigt |
| Absicherung | <i>Rechtfertigung</i> ang.: Neue Erkenntnisse <i>und</i> der Weg dahin müssen vor Fachkollegen gerechtfertigt werden unang.: Forschungsresultate ab initio gültig, Rechtfertigungserfolg = alle müssen Resultat zustimmen <i>Wiederholbarkeit</i> ang.: Untersuchungsresultate müssen bei Messwiederholungen empirisch stabil bleiben unang.: Eine Messreihe liefert Endergebnis, Ganz genaues Messen genügt / ersetzt |
| Wiederholung | |
| Merkmale | <i>Theorie / Gesetz</i> ang.: Nw. Theorien / Gesetze als explanatives / deskriptives Wissen unang.: Theorien sind Hypothesen, Theorien werden Gesetze |

Soziokulturelle Einbettung

| | |
|-----------|---|
| Anlässe | <i>Anlässe für Forschung</i> ang.: Forschung hat vielfältige Anlässe (epistemische, utilitaristische <i>und</i> individuelle Motive) unang.: Forschung anlassfrei („Zufallsentdeckung“), Motive undifferenziert („Neugier“) |
| Einflüsse | <i>Einflüsse auf Forschung</i> ang.: Forschungsinterne <i>und</i> -externe Faktoren beeinflussen Forschung auf vielfältige Weise unang.: keine Einflüsse als Idealzustand / externe Einflüsse ausschließlich hinderlich |

Die Auflistung stellt keinen Anspruch auf allgemein gültige Vollständigkeit, gibt aber einen guten Überblick über die gängigen Konzepte, die unter der Schülerschaft bestehen und, sofern sie nicht bearbeitet und hinsichtlich richtiger Konzepte adaptiert werden, den Menschen auch nach ihrer schulischen Laufbahn eigen bleiben. Man erkennt, dass die Natur der Naturwissenschaften ein außergewöhnlich breites Spektrum an falschen Vorstellungen bietet. Hinzuzufügen ist eventuell auch, dass verbreitet Ansichten vorherrschen, „Naturwissenschaften könnten irgendwelche metaphysische Fragen, z. B. die Sinnfrage, die Frage nach der Existenz Gottes oder eines Lebens nach dem Tod beantworten“⁵⁴. Solche nach Science Fiction anmutenden Vorstellungen mögen die Naturwissenschaft zwar besonders spannend erscheinen lassen und suggerieren, es sei jederzeit möglich solche weltverändernden Erkenntnisse gewinnen zu können, was dann unermesslichen Ruhm und Ehre für die Entdecker nach sich ziehen würde, entspricht aber schlicht und einfach nicht der Realität. Klar ist auch, dass mit oberflächlichem Vorgehen oder indirekten Vermittlungsversuchen im Unterricht diesen Präkonzepten nicht wirkungsvoll beizukommen ist. Diese und ähnliche Fehlvorstellungen stellen ein Hindernis für Schüler und Schülerinnen dar, einen Übergang „between their life-worlds and that of school science“⁵⁵ zu vollziehen

⁵⁴ Ertl (2013), S. 18

⁵⁵ Abd-El Khalick (2012), S. 1044

oder noch besser „their worldviews and a scientifically compatible worldview“⁵⁶ in Einklang zu bringen. Denn auch die im Unterricht reproduzierte Natur der Naturwissenschaften unterscheidet sich immer von realen Forschungssituationen. Das wiederum fordert noch mehr eine aktive und intensive Auseinandersetzung mit der Materie um den jungen Menschen einen brauchbaren Einblick in die wissenschaftliche Arbeit bieten zu können und sie zu befähigen, die Vorgänge und folglich auch die Bedeutung fundierten wissenschaftlichen Arbeitens nachvollziehen zu können.

UNTERRICKTSKONZEPTE

Ziel der Gestaltung von Unterrichtssequenzen, die die Natur der Naturwissenschaften vermitteln wollen, muss es sein, den Schülern und Schülerinnen „realitätsangemessene, kritisch-rationale und sinnstiftende Vorstellungen zur Methodik, Epistemologie und soziokulturellen Einbettung von Physik“⁵⁷ näher zu bringen. Nach Henke soll sich das Lehren und Lernen der entsprechenden Inhalte und Aktivitäten auf zwei unterrichtlichen Ebenen abspielen. Der Unterricht soll demnach „sowohl in seinen impliziten Botschaften über den Weg zu physikalischen Erkenntnissen an der Forschungsdisziplin orientieren als auch explizite wissenschaftstheoretische und -methodische Lerngelegenheiten bereitstellen.“⁵⁸ Somit ist die Zielvorgabe klar formuliert, ungleich komplexer ist nun offensichtlich die Verwirklichung dieser Unterrichtsziele.

Um sich der Praxis wissenschaftlicher Forschung zumindest anzunähern, gibt es bereits verschiedene Unterrichtskonzepte unter Titeln wie „forschend-entdeckendes Lernen“ oder „Inquiry“. Was unter diesen Schlagwörtern genau zu verstehen ist, ist nicht selbsterklärend. Wie auch Furtak et al. wiedergeben⁵⁹, ist der Spielraum, in dem sich bisherige Definitionen und Auslegungen der Begriffe bewegen, ein weitreichender, sowohl aus inhaltlicher Perspektive, als auch die Methoden der Lehrer- oder Schüleraktivitäten betreffend. Blanchard et al. fassen diese Vorgehensweisen in unterschiedliche Stufen zusammen, je nachdem wie stark der Charakter des wissenschaftlichen Arbeitens ausgeprägt ist. Für die Entscheidung, wie intensiv der Unterricht dem Ziel *Nature of Science* verschrieben werden soll und wie tief die Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Fall aktiv in das naturwissenschaftliche Arbeiten eintauchen sollen, geben sie jedoch zu bedenken, dass „the optimal level of inquiry will vary according to the classroom context and the demands of the material.“⁶⁰ Ebenso ist anzuführen, dass sich nicht jedes Thema des Lehrplankanons dazu eignet, Aspekte von *Nature of Science* einzubringen und zielführend zu vermitteln⁶¹ und es nicht sinnvoll sein kann, den gesamten Unterricht an dieser Vorgabe festzumachen. Wobei trotzdem der Unterricht immer wieder hinterfragt werden kann und soll, ob die angewandten Methoden oder Darstellungen

⁵⁶ Abd-El Khalick (2012), S. 1044

⁵⁷ Henke (2016), S. 124

⁵⁸ Ebenda

⁵⁹ Vgl. Furtak et al. (2012), S. 301

⁶⁰ Blanchard et al. (2010), S. 582

⁶¹ Vgl. Henke (2016), S. 124

prinzipiell mit NoS kompatibel sind, auch wenn es gerade nicht explizit im Fokus steht. Wie bereits weiter oben diskutiert, dürfen andere Bildungsziele und Vorgaben, denen der Unterricht gerecht werden muss, nicht vernachlässigt werden und müssen das auch nicht. Relativ problemlos wird es möglich sein, einzelnen Sequenzen Nature of Science als übergeordnetes Ziel voranzustellen, ohne dass dadurch andere Erfordernisse zu leiden hätten. Dass sogar das Gegenteil der Fall sein kann und die inhaltlichen Lerneffekte gegenüber traditionellen Unterrichtsmethoden günstiger ausfallen können, zeigen Furtak et al. in ihrer Vergleichsstudie⁶², auf die weiter unten noch genauer eingegangen werden wird.

Jedenfalls orientiert sich Unterricht, der sich der Vermittlung der Natur der Naturwissenschaften verschrieben hat, an ganz bestimmten Methoden, deren Ausführung sowohl den Lehrkräften als auch den Schülern und Schülerinnen zugeschrieben werden kann. Diese Methoden oder Kompetenzen, die es sich anzueignen gilt, umfassen beispielsweise „to ask scientifically questions, collect and analyze evidence from scientific investigations, develop explanations of scientific phenomena, and communicate those explanations with their teacher and peers“⁶³, wie es Furtak et al. zusammenfassen. Essenziell dabei ist es, bei der Vermittlung und Anwendung dieser Arbeitsweisen eine Brücke⁶⁴ zur Arbeit der WissenschaftlerInnen herzustellen und den Schülern und Schülerinnen gegebene Parallelen ebenso wie Differenzen aufzuzeigen und mit ihnen zu diskutieren. Denn es ist klar, dass innerhalb der schulischen Möglichkeiten nur eine Annäherung an die Realität möglich ist, deren Ausmaß von gegebenen Umgebungsparametern bestimmt wird. In der entsprechenden Diskussion der Einschränkungen und Unterschiede zu realer Forschung liegt aber eine Gelegenheit für sinnstiftendes Lernen, die natürlich genutzt werden will.

Henke weist darauf hin, dass Forschend-Entdeckender Unterricht auch implizit passieren kann, indem den Schülern und Schülerinnen also dieses Unterrichtsziel nicht im Vorfeld kommuniziert wird, sondern die Methoden und das Arbeiten während der Unterrichtssequenz, die dementsprechend geplant und vorstrukturiert sein muss, ein „beiläufiges Lernen über die Natur der Naturwissenschaften“⁶⁵ anregen. Die Gefahr bei derartigem Vorgehen ist jedoch, wie der Autor an selber Stelle auch aufzeigt, dass durch eine Vermischung von Forschungs- und Unterrichtsmethoden die naturwissenschaftliche Arbeit „trivialisiert“ wird und die Lernenden so wiederum ein verzerrtes Bild von forschender Arbeit vermittelt bekommen. Dem entgegen steht die stärker befürwortete Ansicht, „Lernende müssen forschungähnliche Unterrichtssituationen auch als solche wahrnehmen, damit diese ein angemessenes Wissenschaftsverständnis fördern.“⁶⁶ Auch Lederman unterstreicht, „nature of science needs to be taught in the same manner as other more traditional cognitive outcomes“⁶⁷ und „Conceptions of NoS are best learned through explicit, reflective instruction as opposed to implicitly through experiences with simply ‚doing‘“

⁶² Furtak et al. (2012)

⁶³ Furtak et al. (2012), S. 301

⁶⁴ Vgl. Furtak et al. (2012), S. 305

⁶⁵ Henke (2016), S. 124

⁶⁶ Henke (2016), S. 125

⁶⁷ Lederman (2006), S. 5

science.“⁶⁸ Ob und in welchem Ausmaß in einzelnen Unterrichtssituationen das eine Vorgehen das andere im resultierenden Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler überragt, kann aufgrund noch fehlender Untersuchungen nicht zweifelsfrei beurteilt werden.

Wie im vorangegangenen Kapitel erörtert, stellt Kommunikation einen wesentlichen Eckpfeiler moderner Wissenschaft und Forschung dar. Folglich ist es auch für den Unterricht anzustreben, dass Schüler und Schülerinnen, wenn sie selbst naturwissenschaftliches Arbeiten (kennen)lernen, das als „collaborative enterprise“⁶⁹ erfahren und mit anderen zusammenarbeiten, um ein größeres, vielleicht mehreren Arbeitsgruppen übergeordnetes, Ziel erreichen zu können.

Neben Lernumgebungen, in denen Schülerinnen und Schüler aktiv die charakteristischen Arbeitsweisen naturwissenschaftlicher Forschung simulieren und sich aneignen können, ist es auch legitim und als Zusatz oft sogar notwendig, „zusätzlich zur Simulation realer Forschung unterstützendes Faktenwissen über ‚echte‘ Forschung bereitzustellen“⁷⁰ und „die [in vielen Fällen] Verständnisnotwendigen Sachinformationen über den realen Wissenschaftsbetrieb“⁷¹ explizit und direkt zu erklären, wenn sie sich für die Schüler und Schülerinnen im eigenständigen Arbeiten nicht erschließen.

PRO NATURE OF SCIENCE

Auf noch relativ allgemeiner Ebene bewegen sich jene Gründe, welche die Bedeutung von Nature of Science im Unterricht und die eines profunden Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften untermauern, in der kurzen Zusammenfassung von Lederman:⁷²

Utilitarian: understanding NoS is necessary to make sense of science and manage the technological objects and processes in everyday life

Democratic: understanding NoS is necessary for informed decision-making on socioscientific issues

Cultural: understanding NoS is necessary to appreciate the value of science a part of contemporary culture

Moral: understanding NoS helps develop an understanding of the norms of the scientific community that embody moral commitments that are of general value to society

⁶⁸ Lederman (2006), S. 6

⁶⁹ Furtak et al. (2012), S. 305

⁷⁰ Henke (2016), S. 126

⁷¹ Ebenda

⁷² Lederman (2006), S. 2

Science learning: understanding of NoS facilitates the learning of science subject matter

Forderungen nach Anpassungen des Lehrens und Lernens der Naturwissenschaften, die in Richtung Nature of Science laufen, gibt es seit Längerem und tauchen immer wieder in unterschiedlichen Formen und Kontexten auf. Auch diverse Unterrichtskonzepte wurden bereits entwickelt. Was noch in sehr beschaulichem Umfang zur Verfügung steht, sind Untersuchungen zur Wirksamkeit von Unterricht, der sich auf die Vermittlung von Nature of Science fokussiert, also forschend-entdeckender Unterricht beziehungsweise Inquiry-Based Teaching. Soll das Gelingen von Unterricht und Schule im Allgemeinen und natürlich des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Besonderen an der Frage beurteilt werden, ob die Schülerinnen und Schüler auf dessen Basis „better decision-makers“⁷³ werden und sich im Berufs- und gesellschaftspolitischen Leben nach der Schule besser zurechtfinden, so kann, was den Einfluss von Nature of Science angeht, noch auf kaum handfeste Belege verwiesen werden, „whether achievement of the goal will accomplish what has been assumed“. „However, at this point, the arguments are primarily intuitive with little empirical support.“⁷⁴

Furtak et al. haben in ihrer Metastudie⁷⁵ erstmals Effekte sichtbar werden lassen, die Nature of Science im Unterricht auf den Lernerfolg der Schüler und Schülerinnen hat und wie dieser sich von herkömmlichem lehrerzentrierten und auf die Vermittlung von Sachinhalten fokussierten Unterricht unterscheidet. Um den Schwierigkeiten, die sich mit den weit gefächerten Auslegungsmöglichkeiten von Inquiry-Based Teaching oder Forschend-Entdeckendem Unterricht ergeben, beizukommen, wurden, um eine Vergleichbarkeit herzustellen, mehrere Kategorien definiert, in welche die herangezogenen Studien eingeordnet wurden. So wurde das Forschen (Inquiry) in vier Kategorien unterteilt, die unterschiedlichen Handlungsdimensionen entsprechen. Welche konkreten Methoden beziehungsweise Kompetenzen in diese Kategorien einfließen, ist wiederum in Unterkategorien näher ausgeführt:

*Codes and subcategories:*⁷⁶

| Domain of inquiry | Description |
|-------------------|--|
| Procedural | Asking scientifically oriented questions |
| | Experimental design |
| | Executing scientific procedures |
| | Recording data |
| | Hands-on |
| Epistemic | Nature of Science |
| | Drawing conclusions based on evidence |
| | Generating and revising theories |
| Conceptual | Drawing on / connecting to prior knowledge |

⁷³ Lederman (2006), S. 3

⁷⁴ Ebenda

⁷⁵ Furtak et al. (2012)

⁷⁶ Furtak et al. (2012), S. 209

| | |
|--------|---|
| Social | Eliciting student's ideas / mental models |
| | Providing conceptually oriented feedback |
| | Participating in class discussions |
| | Arguing / debating scientific ideas |
| | Presentations |
| | Working collaboratively |

Klarerweise können und müssen nicht in jeder Unterrichtssequenz, deren primäres Lernziel die Natur der Naturwissenschaften ist, sämtliche dieser Kategorien abgedeckt werden. Es ist durchaus legitim, sich auf ausgewählte Aktivitäten und Kompetenzen zu konzentrieren und andere vielleicht nur theoretisch zu streifen. Wie sich derartiger Unterricht gestalten lässt, hängt ja, wie bereits erwähnt, auch von der inhaltlichen Dimension und Faktoren wie dem zeitlichen Kontingent oder den verfügbaren Unterrichtsmitteln ab.

Die untersuchten Unterrichtsaktivitäten wurden also nach diesen Kategorien unterschieden und zu Vergleichsgruppen, die nach „traditionellen“ Methoden unterrichtet wurden, in Relation gestellt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben:

*Mean effect size by model of inquiry contrasted:*⁷⁷

| Contrast | N studies | N papers | Min | Max | SD | Mean | Median |
|------------|-----------|----------|------|------|-----|------------|--------|
| EC | 3 | 2 | -.04 | 0.63 | .38 | .19 | -.01 |
| S | 8 | 3 | -.30 | 1.05 | .43 | .11 | .09 |
| PECS | 2 | 1 | .24 | 0.25 | .01 | .24 | .24 |
| PES | 6 | 5 | .05 | 1.74 | .61 | .72 | .72 |
| E | 3 | 3 | .55 | 0.92 | .19 | .75 | .79 |

P = procedural; E = epistemic; C = conceptual; S = social;

Die mittlere Effektgröße (Mean), die aus sämtlichen verfügbaren Einzelstudien aus den entsprechenden Kategorien errechnet wurde, nimmt, wie deutlich erkennbar ist, sehr unterschiedliche Werte ein. Es zeigt sich also, dass es nicht unbedingt von Vorteil ist, sämtliche Dimensionen, wie sie zuvor definiert wurden, in einer Unterrichtssequenz unterzubringen, da sich die mit Abstand größten Lerneffekte der Schüler und Schülerinnen im Vergleich zu traditionellem Unterricht bei der Kombination der Dimensionen PES oder E nachweisen lassen, die übrigen Kombinationen weisen hier nur geringen Unterschied zu den herkömmlich unterrichteten Vergleichsgruppen auf. Der Effektgröße der PES-Gruppe haftet jedoch eine ungleich größere Standardabweichung (SD) als der E-Gruppe an, was der Wirksamkeit letzterer noch zusätzliches Gewicht verleiht. Generell ist zu bemerken, dass die Anzahl der eingeflossenen Studien (N studies) relativ gering ist, was die Aussagekraft der errechneten Effektgrößen etwas einschränkt. Darauf weisen Furtak et al. auch entsprechend hin, dass unter dem gesamten Bestand der Studien zu Forschend-Entdeckendem Unterricht aufgrund

⁷⁷ Furtak et al. (2012), S. 318

von unvollständigen oder nicht verwertbaren Untersuchungsergebnissen oder nicht möglicher Einordnung wiederum nur ein Teil für die Metastudie zu gebrauchen war. Es sei auch darauf hingewiesen, dass einzelne Studien sogar negative Ergebnisse hervorgebracht haben, es also durchaus auch auftreten kann, dass ein neues Unterrichtskonzept bei den Schülerinnen und Schülern einen im Vergleich zu traditionellem Unterricht negativen Lerneffekt bewirken kann.

Ein ähnliches Bild zeichnen die Ergebnisse, untersucht man die Studien hinsichtlich der Form der Anleitung seitens der Lehrkräfte. Furtak et al. stellen dazu drei Stufen zum direkten Vergleich auf, die traditionelle, von der Lehrkraft stark angeleitete Methode, von der Lehrkraft angeleiteter Forschend-Entdeckender Unterricht und schülerzentrierter Forschend-Entdeckender Unterricht, bei welchem die Lehrkraft nur unterstützend im Hintergrund agiert. Die behandelten Einzelstudien wurden auch aus diesem Blickwinkel in Relation zueinander gestellt, die mit den oben gelisteten Handlungskategorien kombinierten Ergebnisse sind wiederum in nachfolgender Tabelle wiedergegeben:

*Median effect size by guidance and inquiry domain contrast:*⁷⁸

| Guidance | Inquiry domain contrast | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|------|-------|
| | None | EC | S | PECS | PES |
| Traditional versus student-led reform | | | n = 2 | | n = 2 |
| | | | -.06 | | .55 |
| Traditional versus teacher-led reform | | | n = 2 | | n = 4 |
| | | | .09 | | .80 |
| Student-led versus teacher-led | n = 3 | n = 2 | | | n = 2 |
| | .02 | -.03 | | | .73 |
| Guidance | n = 10 | | n = 4 | | |
| undefined | .86 | | .20 | | |

Ähnlich wie bei den vorangegangenen Ergebnissen ist die Anzahl (n) der Einzelstudien, die in die jeweiligen Unterkategorien eingeflossen sind, nicht sonderlich groß, trotzdem lässt sich vor allem eine deutliche Tendenz erkennen, nämlich die hervortretende Effektgröße bei von den Lehrpersonen angeleiteten Unterrichtssequenzen im Vergleich zum marginalen oder gar negativen Lerneffekt bei fehlender Anleitung durch die Lehrkraft. Da die geringe Anzahl der Untersuchungen noch keine vollständigen Vergleiche zwischen sämtlichen Kombinationen der Kategorien inhaltlicher und anleitungsspezifischer Natur zulässt, sind die Ergebnisse als Tendenzen zu werten, die nach weiterer Untermauerung lehzen.

Aus den angeführten Ergebnissen leiten Furtak et al. zwei elementare Schlüsse ab. „The results indicate a positive effect of inquiry-based teaching reforms in student learning of science. Second, results suggest the importance of the role of the teacher in actively guiding student

⁷⁸ Furtak et al. (2012), S. 319

activities in the context of inquiry learning.“⁷⁹ Um nochmal Bezug auf die weiter oben angeführten Gegenargumente zu nehmen, so lässt sich diesen damit ein doch signifikanter Lerneffekt entgegenstellen. Offen bleibt dabei jedoch, ob und in welchem Ausmaß dieser Lerneffekt den erwähnten Anforderungen standardisierter Testungen entspricht. Den gegenüber Forschend-Entdeckendem Unterricht kritischen Stimmen Recht gibt diese Untersuchung die Rolle der Lehrkräfte betreffend. Dabei wurde gezeigt, dass die Schüler und Schülerinnen sehr wohl angeleitet werden sollten und nicht zu sehr sich selbst überlassen werden sollten, um einen positiven Lerneffekt sicherstellen zu können. Das erscheint nachvollziehbar, bedenkt man, dass es sich bei dem Thema Nature of Science doch um einen sehr weitreichenden Komplex handelt, der, wie weiter oben bedacht, mit einer Vielzahl an Fehlvorstellungen behaftet sein kann. Auch ist bekannt, dass eigenständiges Arbeiten immer einen hohen Grad an Selbstdisziplin und Arbeitsmoral abverlangt, was umso stärker erforderlich ist, je mehr eigene Denkleistung der Lernenden es für das Verstehen der Konzepte vonnöten ist. Dem hinzuzufügen ist eventuell ein Hinweis von Henke, nach dem sich „Physiklernende mit niedrigem physikbezogenen Selbstkonzept in Gruppensituationen fachlich inkompetenter als bei der Methode fachlicher Instruktion“⁸⁰ erfahren.

Einem eventuell aufkommenden unterrichtlichen Problemfaktor die erforderliche Zeit betreffend um Sequenzen, die sich auf die Natur der Naturwissenschaften fokussieren, umsetzen zu können kommt entgegen, dass diese Unterrichtseinheiten sich zwar intensivierend, aber nicht ausschließlich auf die Vermittlung von Nature of Science beschränken müssen. Das ist nicht notwendig und vermutlich auch nicht unbedingt der beste Weg. Vielmehr ist in Betracht zu ziehen, „forschungsähnliches Handeln nicht um dessen selbst willen, sondern zur Bearbeitung physikalischer Fragestellungen zu nutzen.“⁸¹ Diesbezüglich ist, wie bereits erwähnt, abzuwägen, welche Inhalte sich für die Adaptierung zu entsprechenden Unterrichtssequenzen eignen und wie intensiv man jeweils in die aktive Anwendung der naturwissenschaftlichen Arbeitskonzepte eintauchen kann und will.

ROLLE DER LEHRKRÄFTE

Dass für das Gelingen von Nature of Science im Unterricht die Lehrperson ein „critical factor“⁸² ist, ist nicht weiter verwunderlich und wurde durch die oben wiedergegebenen Untersuchungsergebnisse eindeutig bestätigt. Wie weiter oben aber bereits erwähnt, haben nicht nur Schüler und Schülerinnen Probleme mit der Begrifflichkeit der Natur der Naturwissenschaften, sondern auch Lehramtsstudenten und in logischer Folge ebenso Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen Fächer. „Grundvoraussetzung für gelingendes NdN-Lernen ist, dass die unterrichtenden Lehrpersonen nicht selbst typische Schülervorstellungen aufweisen“⁸³, denn „a teacher could not be expected to teach what he / she did not

⁷⁹ Furtak et al. (2012), S. 322

⁸⁰ Henke (2016), S. 126

⁸¹ Henke (2016), S. 126

⁸² Lederman, (2006), S. 5

⁸³ Henke (2016), S. 126

understand.“⁸⁴ Ebenfalls zeigt sich weit verbreitet, dass „teachers holding informed views of NoS continue to struggle with integrating and enacting these views in their instructional practice“⁸⁵. Es scheint also naheliegend, dass die Ausbildung der Lehrkräfte einen wichtigen Ansatzpunkt darstellt, der zum breiteren Umsetzen von Konzepten der Nature of Science und sinnstiftenden Erreichen darin gesetzter Lernziele wesentlich beitragen wird.

Ruhrig und Höttecke argumentieren auch, dass „efforts dedicated to helping science teachers develop understandings of the nature of science have a dual benefit. On the one hand, they enable teachers to convey ideas of science and scientific practice that match historical, philosophical, sociological, and psychological scholarship. On the other hand, these efforts support teachers as they structure inquiry learning environments that resemble authentic scientific practice.“⁸⁶

Fasst man die nun dargebrachten Argumente zusammen, so präsentiert sich Unterricht, der sich die Vermittlung von Nature of Science zum Ziel macht, als aussichtsreicher Kandidat für die Erfüllung des ganz allgemein gültigen Bildungsziels, die Lernenden darin voranzubringen, „[to] develop the understandings, skills, attitudes, and habits of mind – with special attention to the development of a critical stance toward, and healthy skepticism about, science itself – that would allow them to make sense of and utilize science“⁸⁷.

„When teaching about the nature of science, teachers should welcome the uncertainty of evidence as a fruitful opportunity for reflecting about the status and role of evidence in scientific research. Furthermore, they should encourage their students to analyze and ponder the quality and reliability of the evidence as well as the way in which evidence was produced.“⁸⁸

„Uncertainty is an essential component of the growing of knowledge, in the scientist's activity as well as in the science classroom activity.“⁸⁹ So wie für „echte“ Wissenschaft Unsicherheiten der Antrieb zu neuer Forschung und folglich dem Generieren neuen Wissens ist, können auftretende Unsicherheiten – in welchem Rahmen oder Zusammenhang auch immer – ebenso für Schülerinnen und Schüler eine wertvolle und sinnstiftende Quelle des Lernens darstellen, sofern diese als solche von der Lehrkraft erkannt und entsprechend genutzt wird.

Unsicherheiten stellen, unabhängig davon, wie sie geartet sind, im Lehrbetrieb verständlicherweise immer Probleme dar. Dass diese aber Teil des Unterrichts sein und aktiv behandelt werden sollten, ist aber nicht zu leugnen, denn die Auseinandersetzung mit

⁸⁴ Lederman (2006), S. 5

⁸⁵ Abd-El Khalick (2012), S. 1041

⁸⁶ Ruhrig, Höttecke (2015), S. 4

⁸⁷ Abd-El Khalick (2012), S. 1043

⁸⁸ Ruhrig, Höttecke (2015), S. 16

⁸⁹ Tiberghien et al. (2014), S. 934

Unsicherheiten „is strongly associated with the development of an intellectual autonomy (emancipation) of students“, was ein „widely shared educational goal“⁹⁰ darstellt.

⁹⁰ Tiberghien et al. (2014), S. 935

RECHTLICHE GRUNDLAGEN

VERANKERUNG VON NOS IM LEHRPLAN

Wirft man einen Blick in den Lehrplan des Unterrichtsfaches Physik für die österreichischen allgemeinbildenden höheren Schulen, so stellt man fest, dass die Vermittlung von Nature of Science beziehungsweise Natur der Naturwissenschaften nicht explizit als Bildungsziel ausgewiesen ist. Die Teilkompetenzen und Methoden, die das Wesen der Forschung und Naturwissenschaften ausmachen und weiter oben bereits diskutiert wurden, finden sich aber schon in der Darlegung der Lehr- und Lernziele eingebettet, wenn auch nicht allesamt in einem einzigen Absatz kumuliert. So fordert der Oberstufenlehrplan als eines der ersten Bildungsziele, die Schüler und Schülerinnen sollen „aktiv die spezifische Arbeitsweise der Physik“⁹¹ kennenlernen. Was hier unter dieser Arbeitsweise zu verstehen ist, wird nicht ausgeführt, was die Bedeutung, die diesem Bildungsziel beigemessen wird, zu mindern scheint. Außerdem erlaubt diese vage Begrifflichkeit den Lehrkräften eine sehr breite und beliebige Auslegung, wie sie dieser Anforderung gerecht werden können. Soll auf diesen Punkt nun ein größerer Schwerpunkt gelegt werden, als das derzeit üblicherweise der Fall ist, ist aber auch das dadurch voll und ganz gerechtfertigt.

Wie erwähnt, finden sich die Arbeits- und Vorgangsweisen, die die Definition der NoS formen, ebenfalls im Lehrplan. An unterschiedlichen Stellen finden sich unter den Lehr- und Lernzielen, dass die Schülerinnen und Schüler befähigt werden sollen, zu „hinterfragen und argumentieren“, eigene Arbeiten und Ergebnisse zu „präsentieren“, oder „Problemlösungsstrategien einzeln und im Team entwickeln“⁹² zu können. Im Lehrplan der Unterstufe sind diese Aspekte noch nicht so deutlich ausformuliert, aber auch hier ist den Bildungszielen bereits vorangestellt, dass es sich „keinesfalls nur auf die Darstellung physikalischer Inhalte beschränken“⁹³ soll. Auch Ansätze in Richtung von Nature of Science sind mit „möglichst selbstständigem Untersuchen, Entdecken bzw. Forschen“ gegeben.

Die essenzielle Bedeutung der Kommunikation im modernen Wissenschaftsbetrieb wurde bereits erörtert. Im Lehrplan findet sich sogar ein eigener Absatz mit „Sprache und Kommunikation“ betitelt, dieser bezieht sich jedoch vorrangig auf das wissenschaftliche Fachvokabular und Darstellungsformen physikalischer Zusammenhänge. Auf die Kommunikation in ihren vielfältigen Formen als wesentlicher Teil eines Forschungsprozesses wird leider nicht eingegangen.

Deutlich wird gemacht, dass den Schülern und Schülerinnen die „Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen“ als Charakteristikum des physikalischen Wissens vermittelt werden soll, ebenso wird angesprochen, dass es sich bei der Naturwissenschaft um ein „Kulturgut“ handelt, was eben kulturell bedingte Unterschiede in den Betrachtungs- und Denkweisen bewirkt.

⁹¹ Lehrplan Oberstufe, S. 1

⁹² Vgl. Lehrplan Oberstufe, S. 1

⁹³ Lehrplan Unterstufe, S. 1

NATURE OF SCIENCE IN SACHEN ABSCHLUSSARBEITEN

Mit Inkrafttreten der neuen standardisierten Reife- und Diplomprüfung (sRDP) wurde auch das für sämtliche Schülerinnen und Schüler verpflichtende Verfassen einer Abschlussarbeit geltend. Zuvor wurden derartige Arbeiten – im Bereich der allgemein bildenden höheren Schulen (AHS) als „Fachbereichsarbeit“, in anderen Schultypen, wie beispielsweise auch in einer höheren technischen Lehranstalt (HTL), als „Diplomarbeit“ definiert – meist auf von Schülerseite freiwilliger Basis erarbeitet und ersetzen dann eine der mündlichen Prüfungen der Reifeprüfung. Nun ist die vorwissenschaftliche Arbeit oder Diplomarbeit fixer Bestandteil einer jeden Reifeprüfung und im Schulunterrichtsgesetz definiert.^{94 95}

Diese Arbeiten müssen „Abschluss- oder Diplomcharakter“⁹⁶ besitzen, im Falle der allgemein bildenden höheren Schulen ist explizit ausgewiesen, dass sich die Arbeit „auf vorwissenschaftlichem Niveau“⁹⁷ bewegen soll, wobei nicht näher spezifiziert ist, was genau unter darunter zu verstehen ist. Das eröffnet einen relativ weiten Rahmen für die SchülerInnen und deren betreuende Lehrkräfte, in dem sie dieser Anforderung gerecht werden können. Eine engere Begriffsdefinition ist vermutlich auch weder möglich noch sinnvoll, da die Abschlussarbeiten ja sowohl geistes- als auch naturwissenschaftlichen Charakter haben können, was sehr unterschiedliche Aufgabenstellungen und Arbeitsweisen impliziert. In jedem Fall lässt sich ausgehend davon aber auch ableiten, dass sich die SchülerInnen (und auch deren BetreuungslehrerInnen) mit dem Begriff der „Wissenschaftlichkeit“ auseinandersetzen müssen und es einer Beurteilung erfordert, ob und welcher Definition von Wissenschaft die Abschlussarbeit entspricht. Denn neben dem einschlägigen Fachwissen, das in die Arbeit einfließt, werden auch „vorwissenschaftliche Arbeitsweisen“⁹⁸ eingefordert, welche mit folgenden Aspekten näher ausgeführt werden: „Zusammenhängende Sachverhalte sollen selbstständig mit geeigneten Methoden erfasst“, „sinnvoll hinterfragt und kritisch problematisiert werden“⁹⁹. Hier wird nochmals sehr deutlich, dass eine Auseinandersetzung mit den genannten Begrifflichkeiten für eine Entsprechung dieser Vorgaben beim Herangehen an eine Abschlussarbeit notwendig ist. Den Arbeitsprozess betreffend ist klar ausgewiesen, dass dieser „außerhalb der Unterrichtszeit“¹⁰⁰ stattzufinden hat und die Betreuung dabei zwar kontinuierlich zu erfolgen hat, das selbstständige Arbeiten der SchülerInnen aber nicht verhindern darf.

Wie bereits erwähnt, kann die Erfüllung dieser Vorgaben je nach Charakter des Arbeitsthemas sehr unterschiedlich ausfallen, jedoch ist sie nicht als selbstverständlich anzusehen und kein Selbstläufer, da keineswegs davon ausgegangen werden kann, dass SchülerInnen im Laufe ihrer Schulkarriere vor dem Verfassen der Abschlussarbeiten mit einer Diskussion über Wissenschaftlichkeit oder, um es auf die Naturwissenschaften einzuschränken, die Natur der

⁹⁴ Siehe: BGBl. I Nr. 52/2010

⁹⁵ Siehe: BGBl. II Nr. 174/2012

⁹⁶ BGBl. I Nr. 52/2010 §34 (3)

⁹⁷ BGBl. II Nr. 174/2012 §7

⁹⁸ BGBl. II Nr. 174/2012 §8 (1)

⁹⁹ Ebenda

¹⁰⁰ BGBl. II Nr. 174/2012 §9 (1)

Naturwissenschaften (Nature of Science) konfrontiert wurden und sich bereits einen eigenen Begriff von Wissenschaft und wissenschaftlichem Arbeiten gebildet haben. Diesbezüglich hängt es also offensichtlich ganz entscheidend davon ab, ob und in welcher Form die Lehrkräfte betreffender Unterrichtsgegenstände ihren SchülerInnen diese Thematik vermitteln und wie diese folglich die Vorgaben für das Verfassen einer vorwissenschaftlichen Arbeit für ihre Schützlinge interpretieren.

SPEZIALFALL HÖHERE TECHNISCHE LEHRANSTALT

Es ist naheliegend, dass die Abschlussarbeiten an Schulen, die eine explizite berufliche Orientierung verfolgen (also beispielsweise eine Höhere Technische Lehranstalt), ebenfalls in diese entsprechende Kerbe schlagen. Das Bildungsministerium hat für das Verfassen solcher Diplomarbeiten, die mit Einführung der Neuen Reifeprüfung nun auch für sämtliche Absolventen und Absolventinnen verpflichtend geworden ist, Durchführungsbestimmungen zusammengestellt und herausgegeben. Darin ist als allgemeine Bedingung vermerkt, dass die Aufgabenstellungen für Diplomprojekte „industriespezifischen oder gewerblichen Charakter“¹⁰¹ haben sollen, es wird also verlangt, dass sich die Arbeiten direkt am entsprechenden Berufsfeld der Schule oder des Ausbildungszweiges anlehnen sollten. Ähnlich zu den Bestimmungen der Vorwissenschaftlichen Arbeiten an Allgemeinbildenden Höheren Schulen finden sich auch hier Vorgaben, wie „selbstständiges Arbeiten“ oder die Verpflichtung, dass die Arbeiten „außerhalb der Unterrichtszeit“¹⁰² stattzufinden haben. Übergeordnete Intention der Abschlussarbeiten ist, den Schülern und Schülerinnen „in fächerübergreifender und praxisnaher Form Gelegenheit zur Anwendung, Vernetzung und Vertiefung“¹⁰³ ihrer in der Schullaufbahn erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen zu bieten. Im weiteren Ductus wird relativ genau beschrieben, wie eine Diplomarbeit aufgebaut sein und nach welchem Schema sie erarbeitet werden soll. So wird im Rahmen der Entwicklung der Aufgabenstellung für das Projekt bereits die Angabe verlangt, „welche Ergebnisse“¹⁰⁴ erreicht werden sollen. Dieser Punkt sei in Hinblick auf die Analyse der Interviews im zweiten Teil der Arbeit besonders hervorgehoben.

¹⁰¹ Durchführungsbestimmungen, S. 1

¹⁰² Ebenda

¹⁰³ Ebenda

¹⁰⁴ Durchführungsbestimmungen, S. 2

ZWEITER TEIL

SOLARBRUNN

PROJEKTBESCHREIBUNG

SOLARbrunn-mit der Sonne in die Zukunft

Schüler_innen und Wissenschaftler_innen entwickeln ein regionales nachhaltiges Energiemanagement-Konzept mit Fokus Photovoltaik am Beispiel Hollabrunn.

Die effiziente Nutzung bedarfsgerecht bereitgestellter Energiedienstleistungen ist wesentlich für Lebensqualität und Umwelt. Nachhaltiges Energiemanagement muss allerdings über technische Innovationen hinausgehen und auch spezifische Handlungsoptionen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen berücksichtigen.

Im Projekt erarbeiten Schüler_innen der HTL Hollabrunn (Abteilungen Elektronik, Elektrotechnik, Umwelttechnik und Wirtschaftsingenieurwesen) mit regionalen und wissenschaftlichen Expert_innen, ihren Lehrkräften sowie Studierenden des Lehramts Physik eine Vision eines nachhaltigeren Umgangs mit Energie, die neben der Optimierung des regionalen Gesamtenergiekonzepts auf Nutzung von Photovoltaik (PV) setzt. Dazu erheben die Schüler_innen in einer Ist-Analyse Daten zu regionalen Gegebenheiten (Sonneneinstrahlung, Temperatur) sowie zu den Möglichkeiten, PV-Anlagen verstärkt im Ortsgebiet zu installieren. Für den niederösterreichischen Landeskindergarten in Hollabrunn ermitteln sie exemplarisch die Verbrauchsstruktur (wann wofür wieviel von welcher Energie gebraucht wird). Davon ausgehend erarbeiten sie ein prototypisches Modell für die Optimierung der Energiesituation in diesem Gebäude ("green building"). Dieses Wissen fließt in einen Stakeholderdialog ein, in dem die Schüler_innen mit Betroffenen mögliche Maßnahmen zur bedarfsgerechten und nachhaltigen Bereitstellung und Nutzung von Energiedienstleistungen mit Schwerpunkt Photovoltaik erarbeiten. Aufbauend auf diesen Erfahrungen werden einerseits pädagogisch-didaktische Konzepte für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften für Unterricht zu Energie im Kontext von Nachhaltigkeit entwickelt, andererseits ein Konzept für einen Stakeholderdialog zu nachhaltiger Energienutzung in einer Gemeinde erstellt. Genderaspekte werden überall, wo relevant, berücksichtigt.

Projektlaufzeit: 01.10.2014-31.10.2017¹⁰⁵

¹⁰⁵ <https://teaching-physics.univie.ac.at/forschung/projekte/solarbrunn/> (Zugriff am 09.08.2017)

ABLAUF

Im Rahmen des institutionenübergreifenden Sparkling Science Projektes SOLARbrunn arbeiteten neben der Universität Wien und dem Umweltdachverband auch Schüler und Schülerinnen der vier Abteilungen der HTBL Hollabrunn mit ihren betreuenden Lehrkräften zusammen. Die DiplandInnen verfassten ihre Abschlussarbeiten unter diesem Gesamtprojekt und erarbeiteten so jeweils Teilergebnisse und -lösungsvorschläge für die übergreifende Zielsetzung, das Gebäude des städtischen Kindergartens in ein sogenanntes „green building“ überzuführen, beziehungsweise Vorschläge für dementsprechende Maßnahmen auszuarbeiten und der Gemeinde als Entscheidungsträger zu übergeben.

Die Ausgangslage war ein – besonders während der Sommermonate – nicht optimales und für die betroffenen Personen nicht angenehmes Raumklima in den Räumlichkeiten des Kindergartens. Es war also von Handlungsbedarf bei der Belüftungsanlage, den Installationen zur Beschattung und auch der Heizung auszugehen. Da die Zielsetzung ein möglichst effizientes und nachhaltiges Energiekonzept für den Betrieb des Gebäudes selbst und natürlich auch der Nutzung als Kindergarten war, traten etwa auch Wasserverbrauch und der Bedarf an elektrischer Energie in den Fokus.

Ziel war es nun aber nicht, Standardlösungen zu sammeln, sondern ein auf die vorliegende Situation maßgeschneidertes Gesamtkonzept zu entwickeln, das auf die Gegebenheiten des Gebäudes, die Anforderungen der Nutzung desselben und die Bedürfnisse und Wünsche der darin sich aufhaltenden und arbeitenden Personen abgestimmt ist. Zusätzlich sollte das Ganze den Ansprüchen der Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit genügen.

Entsprechend der Schwerpunktsetzungen in den der Ausbildung der einzelnen Abteilungen der HTL ergab sich eine grobe Aufteilung der Tätigkeitsfelder auf die DiplandInnen. Um dem genannten breiten Anforderungsprofil gerecht zu werden, bestand der erste große Teil der praktischen Arbeit der Schüler und Schülerinnen in der detaillierten Erhebung des Ist-Zustandes. In gemeinsamen Besprechungen und Diskussionen wurde festgelegt, welche Parameter sinnvollerweise zu messen sind und mit welchen Messgeräten und Methoden das passieren sollte. Wesentlich waren auch Befragungen der im Kindergarten Beschäftigten, also der Personen, die die Probleme aus erster Hand benennen konnten. Auch durch die Beteiligung von Vertretern der Öffentlichkeit konnten Informationen von weiteren Seiten gesammelt werden. All diese Daten wurden gesammelt, ausgewertet und gemeinsam diskutiert, woraus sich dann der weitere Arbeitsverlauf formte. Immer wieder wurden durch neue Erkenntnisse auch neue Problemfelder aufgeworfen, was eine Anpassung oder Neuaufstellung der geplanten Vorgangsweise notwendig machte. Schlussendlich wurde dann aus den Ergebnissen sämtlicher Arbeitsgruppen ein Katalog an Maßnahmen zusammengestellt, deren Umsetzung den bestehenden Problemen im Gebäude entgegenwirken und selbiges zu einem „green building“ machen würden.

Der Ablauf und die Arbeitsweise des SOLARbrunn-Projektes unterschied sich in einigen Punkten recht deutlich vom üblichen Vorgehen bei der Erarbeitung von Diplomprojekten, wie sich weiter unten aus den Rückmeldungen der beteiligten Lehrkräfte herauskristallisieren

wird. So waren hier ungewöhnlich viele Personen und Parteien beteiligt und arbeiteten zusammen, was neben positiven Aspekten, wie den Informationsquellen von allen Seiten des Einflussbereiches des Projektes, auch Schwierigkeiten, wie die Kommunikation untereinander, mit sich brachte. Kommunikation stand auch in einer weiteren Form stärker als ansonsten üblich im Zentrum des Arbeitsprozesses, nämlich in Form der regelmäßig abgehaltenen Präsentationen und Besprechungen des Zwischenstandes. Aus diesem Austausch entwickelten sich die jeweils folgenden Schritte für die Arbeitsgruppen, in die so auch das Feedback der anderen am Gesamtprojekt beteiligten Gruppen und Personen einfließen konnte. Damit sollte erreicht werden, möglichst die Gesamtheit der Einflussfaktoren auf die Gegebenheiten im Gebäude einzubeziehen und eine optimal an diese spezielle Situation angepasste Lösung zu kreieren.

FORSCHUNGSFRAGEN

- **Wie werden Abschlussarbeiten an höher bildenden Schulen von Lehrkräften betreut?**
- **Welchen Rahmenbedingungen obliegt der Betreuungsprozess der Abschlussarbeiten?**
- **Welche Schwierigkeiten und Problemfelder lassen sich identifizieren?**
- **In welcher Form und in welchem Ausmaß folgt das Erarbeiten und Betreuen der Abschlussarbeiten den Prinzipien von ‚Nature of Science‘ bzw. wo bieten sich Möglichkeiten, diese Prinzipien in den Prozess zu integrieren?**

Federführende Leitfrage hiesiger Arbeit ist jene danach, wie Abschlussarbeiten von Diplomanden oder Maturanten an höher bildenden Schulen von deren Lehrkräften betreut und begleitet werden. Konkret soll gewissermaßen ein Abbild dieses Unterstützungsprozesses erstellt und dessen Charakteristika herausgearbeitet werden. Ebenso sollen mögliche Schwierigkeiten und Problemfelder identifiziert werden, mit denen die Betreuungslehrkräfte zu kämpfen haben.

Somit soll zunächst ermittelt werden, wie die an SOLARbrunn beteiligten betreuenden Lehrkräfte ihre diesbezügliche Rolle verstehen und wie sich das in der konkreten Unterstützung äußert. Einerseits lassen die bestehenden Rahmenbedingungen einen recht großen Spielraum zu, wie sich die Unterstützung der Diplomanden und Diplomandinnen manifestieren soll, andererseits stammen die hier verarbeiteten Fallbeispiele aus einer Höheren Technischen Lehranstalt. Das impliziert, dass sich die Diplomarbeiten selbst natürlich von jenen anderer Schultypen deutlich unterscheiden, und ebenso, dass die Lehrkräfte im Betreuen derartiger Projekte bereits auf (langjährige) Erfahrungen zurückgreifen können, da an der Schule bereits vor den neuen Bestimmungen regelmäßig Diplomprojekte erarbeitet wurden, wenn auch nur von einzelnen Schülergruppen und nicht flächendeckend.

Da die verpflichtende Ausarbeitung einer Abschlussarbeit für sämtliche Maturanten und Maturantinnen aller höheren Schulen erst seit kurzer Zeit besteht und somit auch für die Lehrer und Lehrerinnen ein Novum darstellt, wird auch gefragt, wie sich die Situation unter besagten neuen gesetzlichen Vorgaben nun verändert hat.

Schlussendlich wird, aufbauend auf den aus den bisherigen Fragestellungen gewonnenen Erkenntnissen, der Frage nachgegangen, in welcher Form die Erarbeitung solcher

Abschlussarbeiten – sofern es sich um Themen mit naturwissenschaftlichem Kontext handelt – den Erkenntnissen der jüngeren fachdidaktischen Forschung zu Nature of Science entsprechen oder mit diesen in Einklang zu bringen sind.

METHODIK

Ausgangspunkt stellen vier leitfadengestützte Interviews mit jenen Lehrkräften der HTL Hollabrunn dar, die beim SOLARbrunn-Projekt Schülergruppen bei deren Erarbeitung der Diplomarbeitsprojekte unterstützt und betreut haben. Vor den Gesprächen wurde für diese ein Fragebogen erarbeitet, mit dessen Hilfe die Gewichtung der Interviews zum einen auf die Abbildung des Betreuungsprozesses an sich gelegt wurde.

Die Interviews selbst fanden statt, nachdem die am Projekt beteiligten Diplomandinnen und Diplomanden ihre Abschlussarbeiten fertiggestellt und im Rahmen ihrer Reifeprüfung präsentiert hatten, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Betreuungsarbeit der Lehrkräfte bereits beendet war. So konnte von allen Beteiligten auf die gesamte Projektarbeit und den Verlauf zurückgeblickt werden und bereits ein Gesamteindruck wiedergegeben werden.

Die vier Gespräche wurden unabhängig voneinander zu individuell vereinbarten Terminen in der HTL in Hollabrunn abgehalten, aufgezeichnet und für die weitere Verarbeitung derselben transkribiert¹⁰⁶.

Die aus den Gesprächen gewonnenen Informationen wurden anschließend gegliedert, sortiert und in Relation zueinander gestellt. Dabei wurde in Anlehnung an die von Nohl¹⁰⁷ vorgestellte Methode der Auswertung und Interpretation von Interviews vorgegangen. Abschließend wurden die Interviews hinsichtlich der oben angeführten Forschungsfragen interpretiert und verwertet. Diese Vorgangsweise soll im folgenden Abschnitt näher erläutert werden.

¹⁰⁶ Die Transkripte sind der vorliegenden Arbeit im Anhang beigefügt.

¹⁰⁷ Nohl (2012)

Nach dem vordergründigen Abschluss des SOLARBrunn-Projekts, also nachdem die teilnehmenden Schüler und Schülerinnen deren Abschlussarbeiten vollendet und auch die Maturaprüfungen abgelegt hatten, wurden mit den beteiligten Lehrkräften, deren aktive Arbeit am Projekt nun auch abgeschlossen war, Interviews durchgeführt. Darin sollten sie nun auf das Projekt zurückblicken und ihre eigenen Eindrücke davon und Meinungen dazu schildern.

Es wurden leitfadengestützte Interviews mit den betreuenden Lehrkräften durchgeführt. Bei der Erstellung dieses Leitfadens, also der Fragen, die gestellt werden sollten, wurde versucht, möglichst „erzählgenerierende Fragen“¹⁰⁸ auszuarbeiten. Diese Leitfragen haben demnach die Struktur des zu führenden Gesprächs vorgegeben, die Befragten aber doch zu ausführlicheren Antworten angehalten. Das hat diesen einerseits ermöglicht sich frei auszudrücken und das zu erzählen, was ihnen wichtig war, andererseits wurde dadurch auch eine gewisse Vergleichbarkeit zwischen den vier Gesprächen sichergestellt. „Eine leitfadenorientierte Gesprächsführung wird beidem gerecht, dem thematisch begrenzten Interesse des Forschers an dem Experten, wie auch dem Expertenstatus des Gegenübers“¹⁰⁹. Trotz der durch den Leitfaden vorgegebenen Themen, über die die Interviewpartner sprechen sollen, ist darauf zu achten „unerwartete Themendimensionierungen durch den Experten nicht zu unterbinden“¹¹⁰. Der Leitfaden ist also als Gerüst für die Gesprächsführung zu sehen, in welchem durchaus auch Abschweifungen Platz finden können, da sich vielleicht gerade diese anschließend als sehr gehaltvoll und aussagekräftig herausstellen. Das Interview soll also trotz des Leitfadens immer noch auf Erzählungen und offenen Ausführungen aufbauen, nicht der Abarbeitung eines Katalogs von Entscheidungsfragen.

In einem Fall wie diesem ist ein zuvor erstellter Leitfaden auch deshalb sinnvoll, um den Lehrkräften, die Experten auf ihrem Gebiet sind, als möglichst „ebenbürtiger Gesprächspartner“¹¹¹ gegenüberzutreten, deren Ausführungen zumindest in groben Zügen verstehen und so auch darauf reagieren zu können.

Auch wenn Nohl anregt, diesbezüglich eine Auswahl zu treffen¹¹², wurden die Interviews als Ganzes transkribiert. Die Gesprächsführung orientierte sich doch recht strikt nach den Leitfragen, deshalb finden sich keine längeren Passagen, die für die folgenden Analysen überhaupt keine Relevanz hätten.

¹⁰⁸ Nohl (2012), S. 41

¹⁰⁹ Meuser, Nagel (2002), S. 77 (nach Nohl (2012))

¹¹⁰ Nohl (2012), S. 15

¹¹¹ Nohl (2012), S. 15

¹¹² Nohl (2012), S. 40

Da die Lehrkräfte ihre eigenen Erfahrungen während des Projektes schildern, werden die Interviews in einem ersten Schritt auf ihren „wörtlichen, expliziten, d. h. auf ihren ‚immanenten Sinngehalt‘ hin“¹¹³ untersucht, wobei diesbezüglich „zwischen dem subjektiv gemeinten, ‚intentionalen Ausdruckssinn‘ und dem ‚Objektsinn‘“¹¹⁴ unterschieden wird. Es geht also darum, von den eigentlichen Erzählungen, Ausdrücken und Formulierungen der Probanden zu einer möglichst neutralen Version des Inhalts der Erzählungen zu gelangen. Dieser Arbeitsschritt wird – nach Nohl – formulierende Interpretation genannt, da sie den Inhalt der Erzählungen von der Ausdrucksweise der ErzählerInnen dadurch lösen will, indem sie selbigen „mit neuen Worten formulierend zusammenfasst“¹¹⁵. „Diese Reformulierung des thematischen Gehalts dient dazu, die Forschenden gegenüber dem Text fremd zu machen“¹¹⁶. Um den reinen Inhalt der Aussagen herauszufiltern ist es nämlich notwendig, die spezifischen Ausdrucksweisen oder Umschreibungen der Probanden auszublenden.

Dieser Schritt wird dadurch unterstützt, dass „jeder Abschnitt sequentiell nach mehr oder weniger markanten Themenwechseln durchgesehen“ wird und man so „Oberthemen und Unterthemen identifiziert“¹¹⁷.

Hier ist noch anzumerken, dass ein Vorteil des narrativ gestalteten Interviews, in welchem die Befragten – zwar schon auf explizite, aber doch offen formulierte Fragen antwortend – ihre Erfahrungen und Meinungen so erzählen, wie sie ihnen gerade in den Sinn kommen, darin liegt, dass man so die wirklichen Ansichten der Interviewten recht gut dokumentieren kann. Anders ist dies beispielsweise bei Fragebögen mit vorgefertigten Antwortmöglichkeiten, in welchen sich die Befragten immer den Mustern der Fragenden unterordnen müssen. Trotzdem kann auch aus einem narrativen Interview der eigentliche und den Probanden eigene intentionale Ausdruckssinn nicht vollständig herausgefiltert und ident wiedergegeben werden.¹¹⁸ Bereits das Erzählen selbst stellt in vielen Fällen bereits eine Barriere – eine Sprachbarriere – dar, die es verhindert, dass die Befragten ihre Erfahrungen oder Ansichten genauso wiedergeben, wie sie sie selbst sehen. Anders ausgedrückt: „Wenngleich den Interviewten nicht abzusprechen ist, dass sie wissen, wie man bestimmte Handlungsprobleme bewältigt, ist doch nicht davon auszugehen, dass die Interviewten auch wissen, was sie da alles wissen, dass die Interviewten also ihr Wissen einfach explizieren können“¹¹⁹.

¹¹³ Nohl (2012), S. 2

¹¹⁴ Ebenda

¹¹⁵ Nohl (2012), S. 3

¹¹⁶ Nohl (2012), S. 41

¹¹⁷ Nohl (2012), S. 40

¹¹⁸ Vgl. Nohl (2012), Tab 1.1

¹¹⁹ Nohl (2012), S. 16f

Die befragten Lehrkräfte berichten über die Betreuung ihrer Schülerinnen und Schüler und im Besonderen auch darüber, wie sich diese im nun absolvierten Projekt vom ansonsten herrschenden Normalzustand unterschieden hat. Diese Tätigkeiten sind für die Lehrkräfte allesamt selbstverständlich, dem Interviewer grundsätzlich aber nicht vertraut. Dieser befragt die Lehrkräfte also „nach ihrem ‚Betriebswissen‘“¹²⁰, nach typischen Handlungsweisen oder charakteristischen Prozessen. Die Betreuungslehrer schildern Vorgänge und Situationen, die sehr viel „atheoretisches Wissen“¹²¹ beinhalten. Das sind Dinge, die die Lehrer für sich selbst oder untereinander nicht erklären oder überhaupt benennen müssen, da sie eben selbstverständlich sind. Auch das, was bei SOLARbrunn nun anders und neu gewesen ist, ist für die Lehrkräfte eine „konjunktive Erfahrung“¹²², die sie selbst allesamt aktiv gemacht haben, nicht aber der Interviewer. „Sobald man gegenüber denjenigen, die diese Erfahrung nicht teilen [...], über die eigene konjunktive Erfahrung berichten möchte, muss man deren Sinn genau erläutern“¹²³. Diese Ausformulierung und Erklärung des ansonsten atheoretischen Wissens, ist bereits ein Schritt, der ebendieses verändert bzw. nicht völlig ident ausdrücken kann.

Deshalb ist das Umformulieren der Aussagen bereits als Interpretation zu werten, da hier der Interpret unweigerlich auch sein eigenes Verständnis der Situationen und persönliche Gewichtungen mit einbaut.

Die von Nohl beschriebene Vorgehensweise sieht im Zuge der formulierenden Interpretation der Interviews auch eine explizite Textsortendifferenzierung, also die Aufteilung und Unterscheidung der Aussagen in Erzählungen, Beschreibungen oder Argumentationen.¹²⁴ Darauf wurde in der hier durchgeföhrten Analyse verzichtet, da die gestellten Leitfragen jeweils schon eine konkrete Art der Antwort impliziert haben. Großteils setzen sich die Ausführungen der Gesprächspartner demnach aus Beschreibungen zusammen, die in vielen Fällen von beispielgebenden Erzählungen begleitet werden. Innerhalb der durchgeföhrten formulierenden Interpretation wurde diese Unterscheidung aber zumindest durch die Untergliederung und Wiedergabe der einzelnen Passagen angedeutet.

¹²⁰ Nohl (2012), S. 14

¹²¹ Nohl (2012), S. 5

¹²² Ebenda

¹²³ Ebenda

¹²⁴ Vgl. Nohl (2012), S. 28ff

Im darauffolgenden Schritt der reflektierenden Interpretation wird untersucht, „wie ein Thema oder eine Problemstellung verarbeitet, d. h. in welchem Orientierungsrahmen ein Thema oder eine Problemstellung abgehandelt wird“¹²⁵.

Dazu wird der „Vergleich mit anderen Fällen [herangezogen], in denen dieselben Themen auf eine andere Art und Weise bearbeitet werden“¹²⁶, es wird also eine „komparative Sequenzanalyse“¹²⁷ durchgeführt. Wenn nun also die vier befragten Lehrkräfte über Besonderheiten des durchgeföhrten Projektes sprechen, dann man durch den Vergleich der Aussagen untereinander erreichen, dass man diese als Interviewer „nicht mehr nur vor dem Hintergrund [des] eigenen Alltagswissens“ bzw. aus der eigenen Sicht der Dinge untersuchen kann, „sondern auch vor dem Hintergrund anderer empirischer Fälle“¹²⁸. Damit kann man als Interviewer oder nunmehr Interpret der Aussagen zwar die eigenen Sichtweisen oder Meinungen trotzdem nicht ganz heraushalten, sie aber zumindest relativieren.

Des Weiteren „orientiert sich die Auswertung von ExpertInneninterviews an thematischen Einheiten, an inhaltlich zusammengehörigen, über die Texte verstreute Passagen“¹²⁹ Die Gespräche werden nun also aus Sicht einzelner Thematiken in Relation zueinander gestellt, mit dem Ziel „im Vergleich mit den anderen ExpertInnenexten das Überindividuell-Gemeinsame herauszuarbeiten“¹³⁰. Letzter Schritt bzw. Teil der Analyse der vier Interviews ist nach der Vorgehensweise Nohls eine sogenannte Typenbildung.

¹²⁵ Nohl (2012), S. 3

¹²⁶ Nohl (2012), S. 6

¹²⁷ Ebenda

¹²⁸ Nohl (2012), S. 7

¹²⁹ Nohl (2012), S. 34

¹³⁰ Ebenda

GLIEDERUNG DER INTERVIEWS

Interview Hr. West

Lehrkraft der Abteilung Elektrotechnik an der HTL Hollabrunn

Oberthema 1: Arbeitsaufwand

Z. 1 – 44

- | | |
|--|------------|
| Unterthema 1.1: Anzahl der Diplomarbeiten pro Lehrkraft | Z. 8 – 21 |
| Unterthema 1.2: Aufwendige Betreuung bei SOLARbrunn | Z. 22 – 28 |
| Unterthema 1.3: Anspruch der selbstständigen Arbeit und Realität | Z. 29 – 44 |

Oberthema 2: Quellen für Aufgabenstellungen

Z. 45 – 97

- | | |
|--|------------|
| Unterthema 2.1: Schüler bringen eigene Ideen ein | Z. 46 – 57 |
| Unterthema 2.2: Vorschläge werden von Lehrkräften erstellt | Z. 58 – 66 |
| Unterthema 2.3: Finanzierung | Z. 67 – 76 |
| Unterthema 2.4: Kooperation mit Unternehmen | Z. 77 – 97 |

Oberthema 3: Rahmenbedingungen

Z. 98 - 194

- | | |
|--|--------------|
| Unterthema 3.1: Vorgaben des Ministeriums | Z. 101 – 119 |
| Unterthema 3.2: Unvermeidliche zeitliche Kumulation | Z. 120 – 131 |
| Unterthema 3.3: Änderungen der Aufgabenstellungen bei SOLARbrunn | Z. 132 – 154 |
| Unterthema 3.4: Regulärer Ablauf einer Diplomarbeit | Z. 155 – 176 |
| Unterthema 3.5: Problematik Regelunterricht für Schüler | Z. 170 – 194 |

Oberthema 4: Arbeits- und Betreuungsprozess

Z. 195 – 225

- | | |
|---|--------------|
| Unterthema 4.1: Angeleitete Eigenständigkeit | Z. 199 – 218 |
| Unterthema 4.2: Sicherheitsbestimmungen beim Arbeiten | Z. 219 – 225 |

Oberthema 5: Der irreguläre Verlauf von SOLARbrunn

Z. 226 – 281

- | | |
|---|--------------|
| Unterthema 5.1: Verwerfen der ursprünglichen Aufgabenstellung | Z. 233 – 242 |
|---|--------------|

Unterthema 5.2: Degradierung der Schüler zu „Messsklaven“ Z. 243 – 262

Unterthema 5.3: Fehlen des Projektvorlaufs Z. 263 – 281

Oberthema 6: Lernfeld Zusammenarbeit mit anderen Institutionen Z. 282 – 316

Unterthema 6.1: Der soziale Aspekt ging auf Kosten des technischen Z. 287 – 291

Unterthema 6.2: Regelmäßige Kooperation zwischen den Abteilungen Z. 292 – 316

Oberthema 7: Vorbereitung auf die Diplomarbeiten im Unterricht Z. 317 – 361

Unterthema 7.1: Projektarbeiten als Vorbereitung Z. 321 – 330

Unterthema 7.2: Erläuterungen zu Schulzweig Z. 331 – 348

Unterthema 7.3: Projekte nach „Kochrezept“ Z. 349 – 361

Oberthema 8: Unterscheidung Forschung – Ingenieursarbeit Z. 362 – 401

Unterthema 8.1: Grundlagenforschung spielt im Unterricht keine Rolle Z. 265 – 372

Unterthema 8.2: Forschung spielt bei Diplomarbeiten keine Rolle Z. 373 – 383

Unterthema 8.3: Bei SOLARbrunn wurde keine Forschung betrieben Z. 384 – 405

Interview Hr. Nord

Lehrkraft der Abteilung Wirtschaftsingenieure an der HTL Hollabrunn

Oberthema 1: Arbeitsaufwand

Z. 1 – 24

- | | |
|---|------------|
| Unterthema 1.1: Anzahl der Diplomarbeiten pro Lehrkraft | Z. 4 – 14 |
| Unterthema 1.2: Größerer Aufwand bei SOLARbrunn | Z. 15 – 24 |

Oberthema 2: Quellen für Aufgabenstellungen

Z. 25 – 66

- | | |
|---|------------|
| Unterthema 2.1: Ideen der Lehrkräfte | Z. 28 – 47 |
| Unterthema 2.2: Kooperation mit Unternehmen | Z. 48 – 66 |

Oberthema 3: Rahmenbedingungen

Z. 67 – 84

- | | |
|---|------------|
| Unterthema 3.1: Abwicklung über einen Projektstrukturplan | Z. 70 – 78 |
| Unterthema 3.2: Betreuung außerhalb des Unterrichts | Z. 79 – 84 |

Oberthema 4: Arbeits- und Betreuungsprozess

Z. 85 – 147

- | | |
|---|--------------|
| Unterthema 4.1: Individuelle Betreuungsintensität | Z. 88 – 97 |
| Unterthema 4.2: Vorgegebener Projektablauf bei SOLARbrunn | Z. 98 – 113 |
| Unterthema 4.3: Lernfeld Zusammenarbeit mit anderen Institutionen | Z. 114 – 131 |
| Unterthema 4.4: Mehraufwand durch Beteiligung der Stakeholder | Z. 132 – 147 |

Oberthema 5: Vorbereitung auf die Diplomarbeit im Unterricht

Z. 148 – 164

- | | |
|---|--------------|
| Unterthema 5.1: Eigenständiges Arbeiten bei Hausübungen | Z. 156 – 164 |
|---|--------------|

Oberthema 6: Beispiele für Diplomarbeitsthemen

Z. 165 – 191

- | | |
|---|--------------|
| Unterthema 6.1: Entwicklung betriebswirtschaftlicher Lösungen | Z. 169 – 184 |
| Unterthema 6.2: Weiterentwicklung bereits laufender Programme | Z. 185 – 191 |

Oberthema 7: Erhebungen zum Projektumfeld

Z. 192 – 262

| | |
|--|--------------|
| Unterthema 7.1: Übliche Befragungen bei Kooperationen mit Firmen | Z. 198 – 209 |
| Unterthema 7.2: Gemeinsame Entwicklung der Fragebögen | Z. 210 – 217 |
| Unterthema 7.3: Fallbeispiele als Vorbereitung | Z. 218 – 227 |
| Unterthema 7.4: Interview bei SOLARbrunn ohne Schülerbeteiligung | Z. 228 – 252 |
| Unterthema 7.5: Lernfeld innerbetriebliche Kommunikation | Z. 253 – 262 |

Interview Hr. Ost

Lehrkraft der Abteilung Maschinenbau, Anlagen- und Umwelttechnik an der HTL Hollabrunn

Oberthema 1: Arbeitsaufwand

Z. 1 – 32

- | | |
|---|------------|
| Unterthema 1.1: Anzahl der Diplomarbeiten | Z. 4 – 14 |
| Unterthema 1.2: Keine Vorgaben für den Betreuungsrahmen | Z. 15 – 32 |

Oberthema 2: Quellen für Aufgabenstellungen

Z. 33 – 74

- | | |
|---|------------|
| Unterthema 2.1: Möglichkeiten der Themenfindung | Z. 36 – 46 |
| Unterthema 2.2: Kooperation mit Unternehmen | Z. 47 – 64 |
| Unterthema 2.3: Ideen von Schülerseite | Z. 65 – 74 |

Oberthema 3: Rahmenbedingungen

Z. 75 – 110

- | | |
|---|-------------|
| Unterthema 3.1: Zeitliche Organisation | Z. 78 – 94 |
| Unterthema 3.2: Motivation und Arbeitsmoral | Z. 95 – 110 |

Oberthema 4: Arbeits- und Betreuungsprozess

Z. 111 – 138

- | | |
|--|--------------|
| Unterthema 4.1: Unterstützung während des gesamten Prozesses | Z. 116 – 128 |
| Unterthema 4.2: Konkrete Ausführung erfolgt eigenständig | Z. 129 – 138 |

Oberthema 5: Reaktionen zu SOLARbrunn

Z. 139 – 200

- | | |
|--|--------------|
| Unterthema 5.1: Zwischenpräsentationen | Z. 143 – 174 |
| Unterthema 5.2: Abteilungsübergreifende Arbeit | Z. 175 – 190 |
| Unterthema 5.3: Zusammenarbeit mit anderen Institutionen | Z. 191 – 200 |

Oberthema 6: Vorbereitung auf die Diplomarbeit im Unterricht

Z. 201 – 238

- | | |
|---|--------------|
| Unterthema 6.1: Schwach ausgeprägte Vorbereitung | Z. 206 – 220 |
| Unterthema 6.2: Keine forschende Herangehensweise | Z. 221 – 238 |

Oberthema 7: Ergebnisorientierte Arbeitsweise / SOLARbrunn**Z. 239 – 278**

Unterthema 7.1: Klärung und Vermittlung der Aufgabenstellung Z. 243 – 261

Unterthema 7.2: Realitätsbezug Z. 262 – 278

Interview Hr. Süd

Lehrkraft der Abteilung Elektronik und Technische Informatik an der HTL Hollabrunn

| | |
|--|---------------------|
| Oberthema 1: Rahmenbedingungen | Z. 1 – 150 |
| Unterthema 1.1: Teamarbeiten verringern den Betreuungsaufwand | Z. 3 – 14 |
| Unterthema 1.2: Dokumentation als Herausforderung | Z. 15 – 24 |
| Unterthema 1.3: Projektarbeiten als Vorläufer der Diplomarbeiten | Z. 25 – 57 |
| Unterthema 1.4: Arbeiten während der „Freizeit“ | Z. 58 – 68 |
| Unterthema 1.5: Problematik Eingrenzung des Projektes | Z. 69 – 92 |
| Unterthema 1.6: Betreuung der Diplomarbeiten im Unterricht | Z. 93 – 102 |
| Unterthema 1.7: Unsaubere Lösungen für die Betreuungsarbeit | Z. 103 – 127 |
| Unterthema 1.8: Projektjournal | Z. 128 – 141 |
| Unterthema 1.9: Blick in andere Abteilungen | Z. 142 – 150 |
| Oberthema 2: Quellen für Aufgabenstellungen | Z. 151 – 256 |
| Unterthema 2.1: Kooperation mit Unternehmen | Z. 155 – 170 |
| Unterthema 2.2: Schulinterne Präsentationen | Z. 171 – 182 |
| Unterthema 2.3: Weiterführung länger laufender Projekte | Z. 183 – 207 |
| Unterthema 2.4: Verhältnis zum Betreuer | Z. 208 – 215 |
| Unterthema 2.5: Abteilungsinterner Themenpool | Z. 216 – 227 |
| Unterthema 2.6: Partnerwahl | Z. 228 – 247 |
| Unterthema 2.7: Arbeitsintensive Begleitung | Z. 248 – 256 |
| Oberthema 3: Arbeits- und Betreuungsprozess | Z. 257 – 340 |
| Unterthema 3.1: Logistik als zeitbestimmender Faktor | Z. 263 – 270 |
| Unterthema 3.2: Kooperation mit Unternehmen | Z. 271 – 296 |
| Unterthema 3.3: Erwartungshorizont | Z. 297 – 304 |
| Unterthema 3.4: Eigenständigkeit als Voraussetzung | Z. 305 – 311 |
| Unterthema 3.5: Unterstützung bei auftretenden Problemen | Z. 312 – 327 |

| | |
|---|---------------------|
| Unterthema 3.6: Schüler helfen Schülern | Z. 328 – 340 |
| Oberthema 4: Projektverlauf von SOLARbrunn | Z. 341 – 399 |
| Unterthema 4.1: Große Differenzen zum gewohnten Arbeiten | Z. 344 – 355 |
| Unterthema 4.2: Cloud-Projekt | Z. 356 – 387 |
| Unterthema 4.3: Besprechungen nicht sinnstiftend | Z. 388 – 399 |
| Oberthema 5: Tätigkeitsbereich eines Technikers | Z. 400 – 466 |
| Unterthema 5.1: Spezialistentum in technischen Berufsfeldern | Z. 401 – 427 |
| Unterthema 5.2: Techniker wollen keine Interaktion mit Anwendern | Z. 428 – 446 |
| Unterthema 5.3: SOLARbrunn und die reale Arbeitswelt | Z. 447 – 458 |
| Unterthema 5.4: Unverhältnismäßiger Aufwand | Z. 459 – 466 |
| Oberthema 6: Vorbereitung auf die Diplomarbeit im Unterricht | Z. 467 – 482 |
| Unterthema 6.1: Schrittweise Heranführung | Z. 471 – 482 |
| Oberthema 7: Forschung | Z. 483 – 584 |
| Unterthema 7.1: Begriffsdefinition | Z. 486 – 505 |
| Unterthema 7.2: Kommunikation und Wettbewerb | Z. 506 – 511 |
| Unterthema 7.3: Finanzielle Anforderungen | Z. 512 – 516 |
| Unterthema 7.4: Forschung von SchülerInnen ist eine Farce | Z. 517 – 527 |
| Unterthema 7.5: Innovative Ideen von SchülerInnen | Z. 528 – 559 |
| Unterthema 7.6: SOLARbrunn und Forschung | Z. 560 – 584 |

FORMULIERENDE INTERPRETATION DER INTERVIEWS

Interview Hr. West

Lehrkraft der Abteilung Elektrotechnik an der HTL Hollabrunn

OT 1: ARBEITSAUFWAND

UT 1.1: ANZAHL DER DIPLOMARBEITEN PRO LEHRKRAFT

Z. 1 – 21 Hr. West gibt an, dass die Zahl der von ihm pro Schuljahr zu betreuenden Diplomarbeiten und Diplomanden relativ stark schwankt, da er diesbezüglich in mehreren Abteilungen der Schule tätig ist. Durch die nun wirksam gewordene Verpflichtung für sämtliche Maturanten eine Diplomarbeit zu verfassen, rechnet er in Zukunft mit einem Mehraufwand.

UT 1.2: AUFWENDIGE BETREUUNG BEI SOLARBRUNN

Z. 22 – 28 Hr. West wertet die Strukturierung des Projektablaufes bei SOLARbrunn als mangelhaft und ursächlich für eine zeitliche Zusatzbelastung, da es der ansonsten genau durchstrukturierten Arbeitsweise stark widersprochen hat.

UT 1.3: ANSPRUCH DER SELBSTSTÄNDIGEN SCHÜLERARBEIT UND REALITÄT

Z. 29 – 44 Hr. West weist auf die prinzipielle Vorgabe hin, dass die Erarbeitung der Projekte von den Schülergruppen eigenständig erfolgen soll. Zugleich fügt er an, dass das schlichtweg unrealistisch ist und ohne Unterstützung seitens der Lehrkräfte nicht funktionieren kann. Pro Woche wendet Hr. West deshalb durchschnittlich zehn Arbeitsstunden für die Betreuung der Diplomprojekte auf und merkt dabei an, dass dieser Arbeitsaufwand in sehr schlechter Relation zu seiner finanziellen Vergütung steht.

OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN

UT 2.1: SCHÜLER BRINGEN EIGENE IDEEN EIN

Z. 45 – 57 Das eigenständige Entwickeln einer geeigneten Aufgabenstellung übersteigt nach Hrn. Wests Erfahrung die Kompetenzen der meisten Maturanten. „Sie haben Ideen und die müssen wir halt nachher eingrenzen.“ (Z. 50f) Das konkrete Ausformulieren einer Aufgabenstellung erfolgt mit seiner

Hilfestellung, damit der Umfang des Projektes den Vorgaben und Möglichkeiten entspricht.

UT 2.2: VORSCHLÄGE WERDEN VON LEHRKRÄFTEN ERSTELLT

Z. 58 – 66 Im Normalfall bedienen sich die Schüler aus einem Themenpool, der von den Betreuungslehrern zusammengestellt und den Arbeitsgruppen zur Auswahl gegeben wird. Das hat auch organisatorische Gründe und soll den Entscheidungsprozess sowohl für Schüler als auch für die Betreuungslehrer erleichtern.

UT 2.3: FINANZIERUNG

Z. 67 – 76 Hr. West erklärt, dass es für die Entwicklung einer Aufgabenstellung wesentlich ist, wie das Projekt finanziert wird, da immer diverse, teils recht kostspielige, Arbeitsmaterialien besorgt werden müssen. Zieht die Schule selbst einen späteren Nutzen aus dem Projekt, übernimmt sie diese Finanzierung, gelegentlich passiert es auch, dass die betreuenden Lehrkräfte selbst Mittel aufwenden.

UT 2.4: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

Z. 77 – 97 Hr. West nennt die Kooperation mit Unternehmen als weitere Quelle für Arbeitsthemen, erwähnt diesbezüglich Beispiele, wertet insgesamt die von ihm beziehungsweise der Lehrerschaft entwickelten Aufgabenstellungen aber als für ihn am angenehmsten, denn „ich möchte das auch nutzen können, beispielsweise für den Unterricht“ (Z. 86f).

OT 3: RAHMENBEDINGUNGEN

UT 3.1: VORGABEN DES MINISTERIUMS

Z. 98 – 119 Hr. West beschreibt den sehr „bürokratiebehafteten“ (Z. 103) Prozess zu Beginn der Diplomprojekte, bei dem es um die genaue Definition der Aufgabenstellung und bereits die Erstellung eines groben Zeitplans geht. Besonders nennt er den mühsamen, über mehrere Ebenen laufenden, Genehmigungsprozess, und akribisch einzu haltende Normen.

UT 3.2: UNVERMEIDLICHE ZEITLICHE KUMULATION

Z. 120 – 131 Hr. West führt näher aus, dass das Sommersemester generell eine für die betreuenden Lehrkräfte sehr stressige Phase darstellt, da in diesen Wochen

und Monaten die Maturanten ihre Projekte fertigstellen müssen, während der nächstfolgende Jahrgang Unterstützung beim Beginn ihrer Arbeiten benötigt.

UT 3.3: ÄNDERUNGEN DER AUFGABENSTELLUNGEN BEI SOLARBRUNN

Z. 132 – 154 Hr. West kritisiert, dass beim SOLARbrunn-Projekt das ansonsten übliche Vorgehen nach einem „Pflichtenheft“ (Z. 135) für die Arbeitsgruppen, nach welchem zuvor definierte Arbeitsschritte abgearbeitet werden, gefehlt und es keine klare Aufgabenstellung gegeben habe. Den sich laufend verändernden Arbeitsprozess sieht er pädagogisch sehr kritisch, ebenso, dass von verschiedenen Parteien immer wieder eingegriffen wurde und die Aufgabenstellungen für die Diplomanden laufend verändert wurden.

UT 3.4: REGULÄRER ABLAUF EINER DIPLOMARBEIT

Z. 155 – 176 Hr. West beschreibt, dass eine genaue Definition und die Erstellung eines Zeit- und Aufgabenplans wichtig für das Gelingen eines Diplomprojektes sind. Wird das zu Beginn definierte Ergebnis nicht erreicht, ist das auch kein Problem, unüblich ist es jedoch, von diesem geplanten Ergebnis in irgendeiner Form abzuweichen.

Die Betreuung während der Arbeit der Schüler gestaltet sich als vierzehntägig stattfindende Besprechungen, zusätzlich wird bei erforderlichen Arbeiten im Labor etc. unterstützt. Hr. West betont, dass sämtliche dieser Arbeiten und Besprechungen außerhalb des Unterrichts stattfinden, mit dem Zusatz „das ist nämlich eh eine Menge“ (Z. 176).

UT 3.5: PROBLEMATIK REGELUNTERRICHT FÜR SCHÜLER

Z. 177 – 194 Ausgehend von dem Zusatz im vorangegangenen Abschnitt erläutert Hr. West, dass die Schüler normalerweise während der Sommerferien zur letzten Schulstufe hin noch nicht so weit sind, um diese für die Arbeit an ihren Diplomprojekten nutzen zu können. Während des letzten Schuljahres rückt für viele Schüler die Projektarbeit dann auch noch weiter in den Hintergrund, wenn sie mit Entscheidungsprüfungen und dem Bestehen der letzten Schulstufe zu kämpfen haben. Hr. West urteilt hier, „dass man da den Spagat macht zwischen den Arbeiten, den Projekten und dem, dass die durchkommen“ (Z. 192f).

OT 4: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

UT 4.1: ANGELEITETE EIGENSTÄNDIGKEIT

Z. 195 – 218 Hr. West relativiert die Möglichkeiten der Schüler komplett eigenständig und zugleich zielführend arbeiten zu können, wie es eigentlich gefordert wird, und erklärt, es sei wichtig, „dass man sie in die richtige Richtung hinführt“ (Z. 204) und regelmäßige Hinweise gibt. Ansonsten wird schon auf eigenständiges Arbeiten Wert gelegt, als Betreuer steht er aber ohnehin ständig für Fragen zur Verfügung, die Schüler wenden sich je nach Art des Problems aber auch oft an andere Lehrkräfte im Haus.

UT 4.2: SICHERHEITSBESTIMMUNGEN BEIM ARBEITEN

Z. 219 – 225 Wenn es die Bestimmungen verlangen, wird auch das eigentliche Ausführen der Arbeitsschritte von Lehrkräften begleitet und überwacht. Für diese Arbeiten stehen den Schülern auch außerhalb der Unterrichtszeiten die Räumlichkeiten und Gerätschaften zur Verfügung.

OT 5: DER IRREGULÄRE VERLAUF VON SOLARBRUNN

Z. 226 – 232 Mit der Art der Projektgestaltung war Hr. West nicht einverstanden, „es hat der komplette Ablauf nicht gepasst“ (Z. 230).

UT 5.1: VERWERFEN DER URSPRÜNGLICHEN AUFGABENSTELLUNG

Z. 233 – 242 Ein großer Kritikpunkt für Hrn. West war das mehrfache Verwerfen und Abändern der ursprünglichen Aufgabenstellung und Arbeitsaufteilung. Zuerst angedachte Arbeitsschritte sind später weggefallen, dafür aber andere Dinge hinzugekommen.

UT 5.2: DEGRADIERUNG DER SCHÜLER ZU „MESSSKLAVEN“

Z. 243 – 262 Hr. West konstatiert, dass die Lehrkräfte den Schülern die eigentlichen Leistungen, die sie beim Erarbeiten eines Projektes erbringen sollten, also Vorüberlegungen und Interpretation von Ergebnissen, vorweggenommen haben und den Diplomanden somit nur noch eine Rolle als „Messsklaven“ (Z. 247) übriggeblieben ist.

Er hätte sich gewünscht, „dass man die Schüler in langsamen Schritten auf ein Problem heranführt und sagt, ok, das Problem haben wir, was müssen wir jetzt beachten, was müssen wir tun“ (Z. 251ff). Das ist nicht passiert, außerdem wurde den Schülern von sicherheitstechnischer Seite eine sehr problematische Arbeitsweise vorgelebt.

UT 5.3: FEHLEN DES PROJEKTVORLAUFS

Z. 263 – 281 Hr. West führt aus, dass die Vorüberlegungen, die einer praktischen Ausführung eines Projektes vorangehen sollten, bei SOLARbrunn entweder gar nicht beachtet wurden, oder die Schüler von diesen Überlegungen ausgeschlossen wurden. Bei anderen Diplomarbeiten nehmen derartige Überlegungen einen großen Bereich ein.

OT 6: LERNFELD ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN INSTITUTIONEN

Z. 283 – 286 Als lehrreich für die Diplomanden wertet Hr. West die Zusammenarbeit mit den anderen Teilnehmern und Partnern des Projektes.

UT 6.1: DER SOZIALE ASPEKT GING AUF KOSTEN DES TECHNISCHEN ASPEKTES

Z. 287 – 291 „rein von der technischen Seite, wie man ein Projekt aufzügelt, wie man an eine Problemstellung herangeht, war man komplett daneben“ (Z. 288f).

UT 6.2: REGELMÄßIGE KOOPERATION ZWISCHEN DEN ABTEILUNGEN

Z. 292 – 316 Auf die Frage, ob bei zukünftigen Diplomprojekten abteilungsübergreifend gearbeitet werden könnte, berichtet Hr. West, dass derartige Kollaborationen immer wieder stattfinden. Er nennt dazu mehrere Beispiele abteilungsübergreifender Projekte und meint, dass es zwar auch dabei oft anfängliche Kommunikationsschwierigkeiten gebe, dadurch aber kein zeitlicher Mehraufwand verursacht werde.

OT 7: VORBEREITUNG AUF DIE DIPLOMARBEIT IM UNTERRICHT

UT 7.1: PROJEKTARBEITEN ALS VORBEREITUNG

Z. 317 – 330 Hr. West erzählt, dass im Schulzweig ‚Kolleg‘ generell größere Gruppenarbeiten durchgeführt werden. Das führt er näher aus, indem er angibt „da hat jeder seinen eigenen Bereich, den er für sich ausfertigt, und das wird dann gemeinsam präsentiert“ (Z. 328f).

UT 7.2: ERLÄUTERUNGEN ZU SCHULZWEIG

Z. 331 – 348 Auf Nachfrage beschreibt Hr. West die Schulform und das Klientel des zuvor im Fokus stehenden Schulzweiges.

UT 7.3: PROJEKTE NACH „KOCHREZEPT“

Z. 349 – 361 Hr. West beschreibt, dass während ihrer Schullaufbahn von den Schülern der HTL auch kleinere Projekte durchgeführt werden. Diese charakterisiert er näher: „da ist die Aufgabenstellung klipp und klar, da können sie natürlich nach Kochrezept oder Fachbuch nacharbeiten“ (Z. 359).

OT 8: FORSCHUNG – INGENIEURSARBEIT

UT 8.1: GRUNDLAGENFORSCHUNG SPIELT IM UNTERRICHT KEINE ROLLE

Z. 362 – 372 Grundlagenforschung ist im Unterricht kein Thema, „es werden Geräte entwickelt, es werden Prototypen entwickelt, es werden Anlagen gebaut und solche Sachen, aber das ist Stand der Technik“ (Z. 367f).

UT 8.2: FORSCHUNG SPIELT BEI DIPLOMARBEITEN KEINE ROLLE

Z. 373 – 383 Auch übliche Diplomarbeitsprojekte haben keinen Forschungscharakter. Das begründet Hr. West mit dem Vergleich zu den vorwissenschaftlichen Arbeiten der AHS, bei denen es um Literaturstudium gehe, was im Rahmen der HTL aber „weder bei den Diplomarbeiten, noch sonst irgendwo“ (Z. 383) passiert.

UT 8.3: BEI SOLARBRUNN WURDE KEINE FORSCHUNG BETRIEBEN

Z. 384 – 420 Nach Einschätzung von Hrn. West hatte auch das SOLARbrunn-Projekt keinen Forschungscharakter, die Schüler „haben nur ein Handwerk gemacht“ (Z. 389). Die Analyse und Interpretation von Daten gehört zum typischen Arbeitsbereich eines Technikers dazu, eventuell sieht er eine Tendenz hin zu Forschungstätigkeiten bei der Miteinbeziehung „sozialer Abläufe“ (Z. 395).

Interview Hr. Nord

Lehrkraft der Abteilung Wirtschaftsingenieure an der HTL Hollabrunn

OT 1: ARBEITSAUFWAND

UT 1.1: ANZAHL DER DIPLOMARBEITEN PRO LEHRKRAFT

Z. 1 – 14 Hr. Nord erzählt, dass er bis zuletzt pro Jahrgang immer nur ein bis zwei Abschlussarbeiten betreut hat, was sich jetzt doch deutlich nach oben verändert hat. Grundsätzlich sind diese Arbeiten immer als Teamarbeiten für zwei Schüler angelegt. Einzelarbeiten kommen nur in Ausnahmefällen vor.

UT 1.2: GRÖßERER AUFWAND BEI SOLARBRUNN

Z. 15 – 24 Hr. Nord stellt fest, dass die Betreuungsarbeit bei SOLARbrunn für ihn zeitlich aufwändiger war als üblich, was aber nicht unbedingt in der Art des Projektes begründet ist, sondern daran, dass seine Diplomandinnen „sehr unterstützungsbedürftig“ (Z. 19f) waren.

OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN

UT 2.1: IDEEN DER LEHRKRÄFTE

Z. 25 – 47 Hr. Nord beschreibt, dass die Entwicklung der Aufgabenstellungen für Diplomprojekte normalerweise er selbst übernimmt. Er sammelt Arbeitsthemen, die auch für ihn selbst einen gewissen Nutzen nach sich ziehen. Die SchülerInnen bekommen dann ein Thema zugeteilt, wenn sie ihn als Betreuungslehrer auswählen.

UT 2.2: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

Z. 48 – 66 Hr. Nord führt zwei Beispiele näher aus, die die Kooperation mit Firmen im Rahmen typischer Diplomarbeiten illustrieren. Das Zustandekommen solcher Projekte ist oft auf Kontakte durch Ferialpraktika der SchülerInnen oder Verwandtschaftsverhältnisse zurückzuführen.

OT 3: RAHMENBEDINGUNGEN

UT 3.1: ABWICKLUNG ÜBER EINEN PROJEKTSTRUKTURPLAN

Z. 67 – 78 Begründet durch die fachspezifische Ausbildung in diesem Schulzweig werden die Diplomprojekte nach einem bestimmten Schema, einem „Projektstrukturplan“ (Z. 72) abgewickelt, mit dem die DiplomandInnen bereits aus dem Unterricht vertraut sind.

UT 3.2: BETREUUNG AUßERHALB DES UNTERRICHTS

Z. 79 – 84 Die Betreuung in Form von Besprechungen findet ausschließlich außerhalb des Regelunterrichts statt.

OT 4: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

UT 4.1: INDIVIDUELLE BETREUUNGSINTENSITÄT

Z. 85 – 97 Hr. Nord erzählt, der Betreuungsprozess gestaltet sich insofern sehr unterschiedlich, dass dessen Intensität stark von den SchülerInnen selbst abhängt. Manche Arbeitsgruppen arbeiten sehr eigenständig, andere wiederum brauchen intensivere Betreuung.

UT 4.2: VORGEGEBENER PROJEKTABLAUF BEI SOLARBRUNN

Z. 98 – 113 In Hinblick auf das SOLARbrunn-Projekt betont Hr. Nord zwar die sich von typischen Projekten unterscheidende Arbeitsweise durch die schulexterne Projektleitung, sieht das aber grundsätzlich nicht als Nachteil, wobei er schon erwähnt, dass sich das Ganze zeitintensiver als üblich gestaltet hat.

UT 4.3: LERNFELD ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN INSTITUTIONEN

Z. 114 – 131 Hr. Nord nennt als große Schwierigkeit und gleichzeitig Lerngelegenheit für sämtliche Beteiligte des SOLARbrunn-Projektes die Kommunikation und den Informationsaustausch untereinander. Er betont die Bedeutung der Zuteilung von „Entscheidungskompetenz“ und „Einforderungskompetenz“ (Z. 125f) und sieht darin auch einen Kritikpunkt am Verlauf des Projektes.

UT 4.4: MEHRAUFWAND DURCH BETEILIGUNG DER STAKEHOLDER

Z. 132 – 147 Als Argument gegen eine zukünftige Durchführung ähnlicher Projekte nennt Hr. Nord den zeitlichen Mehraufwand, hält diesen bei SOLARbrunn aber auch für notwendig und gerechtfertigt.

OT 5: VORBEREITUNG IM UNTERRICHT

UT 5.1: EIGENSTÄNDIGES ARBEITEN BEI HAUSÜBUNGEN

Z. 148 – 164 Hr. Nord erklärt, dass in seinem Unterricht eigenständiges Arbeiten und Schülerprojekte eher weniger zur Anwendung kommen, da sich hier bei den SchülerInnen oft große Schwierigkeiten auftun, vor allem bei der Informationsbeschaffung aus unterschiedlichen Medien.

OT 6: BEISPIELE FÜR DIPLOMARBEITSTHEMEN

UT 6.1: ENTWICKLUNG BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHER LÖSUNGEN

Z. 165 – 184 Auf die Frage, ob typische Diplomprojekte in irgendeiner Form Forschungscharakter aufweisen, führt Hr. Nord einige Beispiele näher aus. Grundsätzlich stellt er den Arbeiten voran, dass dabei „Ideen gefragt“ (Z. 171) sind. Einige Projekte wurden für die Schule selbst entwickelt, die nun bei Logistik und Betriebsführung Anwendung finden.

UT 6.2: WEITERENTWICKLUNG BEREITS LAUFENDER PROGRAMME

Z. 185 – 191 Hr. Nord nennt Beispiele für Projekte, die über mehrere Diplomandengenerationen laufen und immer wieder erweitert und verbessert werden, hier spricht er von einem großen Ausmaß an „Eigenentwicklungen“ (Z. 191).

OT 7: ERHEBUNGEN ZUM PROJEKTUMFELD

UT 7.1: ÜBLICHE BEFRAGUNGEN BEI KOOPERATION MIT FIRMEN

Z. 192 – 209 Hr. Nord erklärt, dass Ermittlungen von Umgebungsparametern bei typischen Diplomprojekten schon vor den ersten Kontakten mit den Vertretern oder Angestellten der Unternehmen, mit denen zusammengearbeitet wird, passiert, wobei er selbst dabei oft anwesend ist und die SchülerInnen auf wichtige Informationen hinweist. Auch hier erwähnt Hr. Nord, dass sich das je nach Selbstständigkeit der DiplomandInnen recht unterschiedlich gestaltet.

UT 7.2: GEMEINSAME ENTWICKLUNG DER FRAGEBÖGEN

Z. 210 – 217 Bei den ersten Besprechungen zur Diplomarbeit wird gemeinsam ein Katalog erarbeitet, welche Informationen später vom Unternehmen eingeholt werden müssen.

UT 7.3: FALLBEISPIELE ALS VORBEREITUNG

Z. 218 – 227 Die bei den Diplomprojekten gefragten Arbeitstechniken werden bereits im Unterricht erarbeitet, sind den Diplomanden also zu Arbeitsbeginn bereits bekannt.

UT 7.4: INTERVIEW BEI SOLARBRUNN OHNE SCHÜLERBETEILIGUNG

Z. 228 – 252 Hr. Nord betont den deutlichen Unterschied der Erhebungen zum Umfeld bei SOLARbrunn im Gegensatz zu bei Diplomprojekten üblichen Befragungen. Hier sei es um „Befindlichkeiten“ (Z. 233) gegangen, während man sich ansonsten auf ein konkretes Sachproblem konzentriere. Er nennt auch die große Anzahl der beachteten Umgebungsparameter und erwähnt außerdem, dass sich durch die intensiven Gespräche mit den Mitarbeiterinnen einige Problemfelder eröffnet haben.

UT 7.5: LERNFELD INNERBETRIEBLICHE KOMMUNIKATION

Z. 253 – 262 Als Profit für die Schülerinnen nennt Hr. Nord abschließend noch einmal die „Aufbereitung der Kommunikation“ und den „Informationsaustausch“ (Z. 255f), da sie hier vieles lernen konnten, womit sie auch im Berufsleben vermutlich konfrontiert sein werden.

Interview Hr. Ost

Lehrkraft der Abteilung Maschinenbau, Anlagen- und Umwelttechnik an der HTL Hollabrunn

OT 1: ARBEITSAUFWAND

UT 1.1: ANZAHL DER DIPLOMARBEITEN

Z. 1 – 14 Hr. Ost schätzt den Mehraufwand, den die für sämtliche Schüler verpflichtende Abfassung einer Diplomarbeit mit sich bringt, nicht sehr groß ein.

Grundsätzlich werden die Projekte immer als Teamarbeiten ausgeführt.

UT 1.2: KEINE VORGABEN FÜR DEN BETREUUNGSRAHMEN

Z. 15 – 32 Den zeitlichen Aufwand der Betreuung kann Hr. Ost nur sehr grob einschätzen, das hängt stark von den Schülern ab. Hier nennt er als oft schwerwiegendes Problem die sprachlichen Fähigkeiten der Diplomanden und die daraus resultierenden Probleme bei der Verschriftlichung ihrer Arbeiten.

OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN

UT 2.1: MÖGLICHKEITEN DER THEMENFINDUNG

Z. 33 – 46 Hr. Ost bewertet die Zusammenarbeit mit Unternehmen bei der Erarbeitung der Diplomprojekte als den „optimalen Gedanken“ (Z. 37). Ein weiterer Bereich, aus dem Arbeitsthemen geschöpft werden, sind Erzeugnisse für den betrieblichen oder privaten Eigenbedarf der Schüler selbst, dazu nennt Hr. Ost land- oder forstwirtschaftliche Gerätschaften als Beispiel. Als dritte Quelle für Aufgabenstellungen werden von den Betreuungslehrern selbst entwickelte Themen genannt.

UT 2.2: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

Z. 47 – 64 Hr. Ost erklärt, dass das Zustandekommen der Kontakte zu Unternehmen zum Teil auf seinen eigenen langjährigen Kontakten beruht. Er führt auch einige Beispiele solcher Projekte an, die in den Bereich „klassischer Maschinenbau“ (Z. 60) fallen. Auch zum Schwerpunkt Umwelttechnik des Ausbildungszweiges werden Beispiele für Projektarbeiten genannt.

UT 2.3: IDEEN VON SCHÜLERSEITE

Z. 65 – 74 Hr. Ost erklärt, dass der größte Teil der Diplomprojekte schulinterne Aufgabenstellungen bearbeitet oder in Kooperationen mit Unternehmen

besteht, der Anteil der von Schülern selbst entworfenen Aufgabenstellungen ist wesentlich geringer.

OT 3: RAHMENBEDINGUNGEN

UT 3.1: ZEITLICHE ORGANISATION

Z. 75 – 94 Hr. Ost betont die strengen Vorgaben, die im Besonderen den Beginn der Diplomprojekte, also die Entwicklung der Aufgabenstellung und die Erstellung eines Projektplanes betreffen. Er erwähnt dabei auch, dass „den einzelnen Schülern“ (Z. 84) einer Arbeitsgruppe explizit Teilaufgaben zugeschrieben werden. Die Struktur der Arbeit wird in groben Zügen ebenfalls bereits vor Beginn der eigentlichen Arbeit festgelegt.

UT 3.2: MOTIVATION UND ARBEITSMORAL

Z. 95 – 110 Hr. Ost beschreibt die oft auftretende Problematik, dass den Schülern die Arbeit an solchen größeren Projekten nicht geläufig ist und daraus Probleme entstehen können. Er bewertet es als nachteilig, dass für die Arbeit an den Projekten kein eigenes Unterrichtsfach des Regelunterrichts zur Verfügung steht. Die Notwendigkeit, für die Projekte Freizeit zu opfern und das Erfassen der zeitlichen Ausmaße, stellt für viele Schüler eine Herausforderung dar.

OT 4: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

UT 4.1: UNTERSTÜTZUNG WÄHREND DES GESAMTEN PROZESSES

Z. 111 – 128 Hr. Ost erklärt, dass er mit seinen Diplomanden den Projektfortschritt einmal im Monat bespricht. Da vor Beginn der praktischen Arbeit ein Arbeitsplan und Arbeitspakete definiert werden, sind die erforderlichen Schritte für die Schüler bereits klar. Wie stark die Arbeitsgruppen dann noch angeleitet werden, entscheidet sich individuell. Betreuung bedeutet für Hrn. Ost nicht nur „fachliche“ Unterstützung, sondern auch Hilfestellung bei den Dingen „Drumherum“ (Z. 127f).

UT 4.2: KONKRETE AUSFÜHRUNG ERFOLGT EIGENSTÄNDIG

Z. 129 – 138 Eigenständiges Arbeiten wird von den Schülern bei der Ausführung und Ausarbeitung der einzelnen zuvor festgelegten Arbeitspakete verlangt.

OT 5: REAKTIONEN ZU SOLARBRUNN

UT 5.1: ZWISCHENPRÄSENTATIONEN

Z. 139 – 174 Hr. Ost wertet die ungewöhnlich große Anzahl an Besprechungen und Präsentationen des Zwischenstandes beim SOLARbrunn-Projekt als großen Vorteil. Zum einen sieht er darin in gewisser Weise ein Druckmittel für die Schüler, den zuvor festgelegten Arbeitsplan einzuhalten – hier konnte er den positiven Unterschied zu anderen, gleichzeitig laufenden Projektarbeiten direkt feststellen. Wobei er schon auch erwähnt, dass das einen zeitlichen Mehraufwand für Schüler und Betreuer hervorgerufen hat. Diesbezüglich meint Hr. Ost weiter, dass dieser Mehraufwand schlussendlich in der Abschlussarbeit nicht sichtbar ist, sieht aber in einer ausführlicheren Dokumentation sogleich die Lösung für dieses Problem.

UT 5.2: ABTEILUNGSÜBERGREIFENDE ARBEIT

Z. 175 – 190 Großen Unterschied im Arbeiten unter dem SOLARbrunn-Projekt sieht Hr. Ost für seine Schüler nicht. Er sieht durchaus die Möglichkeit, zukünftige Projekte ähnlich ablaufen zu lassen, er unterstützt das Forcieren abteilungsübergreifender Projektarbeiten. Die Schwierigkeiten, mit denen bei SOLARbrunn zu Beginn zu kämpfen war, sieht er nicht als großes Hindernis an.

UT 5.3: ZUSAMMENARBEIT MIT ANDERN INSTITUTIONEN

Z. 191 – 200 Als profitabel für die Schüler bezeichnet Hr. Ost auch die Zusammenarbeit mit schulexternen Institutionen, da sie dadurch „Feedback von anderen Seiten“ (Z. 192f) als dem eigenen Betreuer bekommen. Auch das Kennenlernen anderer Arbeitsweisen erwähnt er positiv.

OT 6: VORBEREITUNG IM UNTERRICHT

UT 6.1: SCHWACH AUSGEPRÄGTE VORBEREITUNG

Z. 201 – 220 Hr. Ost berichtet, dass die konkrete Vorbereitung auf die Arbeit an den Diplomprojekten im Unterricht sehr spärlich ausfällt und wertet das auch als Problem. Auch das Arbeiten in Gruppen passiert nur selten.

UT 6.2: KEINE FORSCHENDE HERANGEHENSWEISE

Z. 221 – 238 Forschung spielt im Unterricht und auch bei typischen Diplomprojekten kaum eine Rolle, normalerweise geht es eher darum, „dass man wirklich was baut“ (Z. 226), die praktische Anwendung der im Unterricht gelernten Inhalte steht also im Vordergrund. Auf die Frage nach Forschung im Unterricht hin erwähnt Hr. Ost, dass bei kleineren Projektarbeiten schon grundlegende Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt werden, er spricht hier von „Quellenverweise zitieren“ oder „eine Forschungsfrage stellen“ (Z. 235).

OT 7: ERGEBNISORIENTIERTE ARBEITSWEISE / SOLARBRUNN

UT 7.1: KLÄRUNG UND VERMITTLUNG DER AUFGABENSTELLUNG

Z. 239 – 261 Hr. Ost stellt fest, dass bei anderen Projektarbeiten die „Aufgabenstellungen meistens klarer definiert“ (Z. 245f) sind und vor Beginn der eigentlichen Arbeit schon feststeht, „was da rauskommen wird“ (Z. 247). Bei SOLARbrunn war ein Ziel formuliert, aber eben nicht bereits zu Beginn klar, wie dieses erreicht werden soll und wie genau es aussehen wird. Das wertet Hr. Ost als zusätzliche Herausforderung, weil es nicht der den Schülern vertrauten Arbeitsweise entspricht, aber zugleich als wertvolle Möglichkeit etwas zu lernen.

UT 7.2: REALITÄTSBEZUG

Z. 262 – 278 Die Anforderung, auf Veränderungen der Ausgangssituation zu reagieren, sieht Hr. Ost auch als Vorbereitung auf das Berufsleben der Diplomanden.

Ebenso sieht er keine allzu großen Probleme von bürokratischer Seite des Diplomarbeitsprozesses und meint „so flexibel ist unser System dann auch“ (Z. 273).

Interview Hr. Süd

Lehrkraft der Abteilung Elektronik und Technische Informatik an der HTL Hollabrunn

OT 1: RAHMENBEDINGUNGEN

UT 1.1: TEAMARBEITEN VERRINGERN DEN BETREUUNGSAUFWAND

Z. 1 – 14 Hr. Süd erläutert, dass er unter seiner Betreuung laufende Diplomprojekte immer als Teamarbeiten anlegt, und begründet das einerseits mit der gesetzlichen Grundlage, andererseits mit einer deutlichen Verringerung des organisatorischen Aufwandes, der hinter den Diplomarbeiten steckt.

UT 1.2: DOKUMENTATION ALS HERAUSFORDERUNG

Z. 15 – 24 Die Dokumentation und Verschriftlichung der Diplomarbeit stellt laut Hrn. Süd für einige Diplomanden durchaus ein Problem dar, da nicht alle Schüler im Umgang mit entsprechenden Schreibprogrammen gleich versiert sind.

UT 1.3: PROJEKTARBEITEN ALS VORLÄUFER DER DIPLOMARBEITEN

Z. 25 – 57 Hr. Süd erklärt, dass es im Regelunterricht eigene Fächer gibt, in denen regelmäßig größere Projektarbeiten gemacht werden. In diesem Zusammenhang definiert er auch die zu erlernende Ingenieurstätigkeit, „dass er einen theoretischen Background hat und einen praktischen handwerklichen Hintergrund hat und diese beiden Dinge, Handwerk und Theorie, zu einer Ingenieurstätigkeit destilliert“ (Z. 33ff). Das zu erreichen ist Sinn der Projektarbeiten. Der Umstieg davon hin zu echten Diplomarbeiten ist kein großer, eher formaler. Die Diplomarbeiten müssen einen expliziten „Freizeitanteil“ (Z. 54) vorweisen können, sie sind also um diesen Teil umfangreicher als normale Unterrichtsprojekte. Hr. Süd betont auch, „es ist sehr wohl möglich, dass man das im Unterricht begleitet“ (Z. 43).

UT 1.4: ARBEITEN WÄHREND DER „FREIZEIT“

Z. 58 – 68 Hr. Süd verbindet die Beurteilung der Projektarbeiten explizit mit dem dafür erbrachten Zeitaufwand. In Relation dazu ergibt sich auch ein entsprechender Anteil der Arbeit, der in der Freizeit passieren muss.

UT 1.5: PROBLEMATIK EINGRENZUNG DES PROJEKTES

Z. 69 – 92 Zu Beginn benötigen die Schüler sehr viel Hilfestellung, denn „es ist ja so, dass sie relativ ahnungslos an die Dinge herangehen“ (Z. 70), wie Hr. Süd ausführt.

Außerdem spricht er die Gefahr an, sich zu intensiv mit dem Projekt zu beschäftigen und dadurch die Leistungen im Regelunterricht aus den Augen zu verlieren. „Da muss man als Lehrer sehr lenkend eingreifen“ (Z. 77), sowohl bei sehr eifrig an die Sache heran gehenden, als auch bei eher weniger motivierten Schülergruppen.

UT 1.6: BETREUUNG DER DIPLOMARBEITEN IM UNTERRICHT

Z. 93 – 102 Hr. Süd erklärt, dass seine Abteilung eine interne Lösung für die Betreuung von Diplomarbeitsprojekten geschaffen hat, indem Unterrichtseinheiten von ohnehin praktisch orientierten Gegenständen explizit für diese Projektarbeiten aufgewendet werden.

UT 1.7: UNSAUBERE LÖSUNGEN FÜR DIE BETREUUNGSAKTE

Z. 103 – 127 In Fortsetzung des vorangegangenen Abschnittes erläutert Hr. Süd, dass auch das System der Aufwendung von Regelunterrichtseinheiten seine Schwächen und Nachteile aufweist und wertet es als nicht optimal, aber „andere haben es noch viel schlimmer“ und „es gibt keine saubere Lösung“ (Z. 124ff)

UT 1.8: PROJEKTJOURNAL

Z. 128 – 141 Durch den verfügbaren Unterrichtsgegenstand treffen Diplomanden und Betreuer auch regelmäßig jede Woche zusammen um den Projektfortschritt zu besprechen. Die Schüler bekommen wöchentlich so etwas wie Hausübungen, die in einem „Projektjournal“ (Z. 132) dokumentiert werden. Darauf aufbauend werden dann die jeweiligen Folgeschritte definiert. „Das ist ein riesen Vorteil, wenn man sich jede Woche sieht“ (Z. 140f).

UT 1.9: BLICK IN ANDERE ABTEILUNGEN

Z. 142 – 150 Mit Blick auf die Handhabe der Diplomarbeitsbetreuung in den anderen Abteilungen der Schule hebt Hr. Süd nochmals die Vorteile eines wöchentlichen Zusammentreffens hervor.

OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN

UT 2.1: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

Z. 151 – 170 Um die Schüler in Kontakt mit Unternehmen aus ihrem möglichen zukünftigen Berufsfeld zu bringen veranstaltet die Schule einen jährlichen „Netzwerktag“ (Z. 156), bei dem die Vermittlung von Ferialpraktika und eben auch

Möglichkeiten für Diplomarbeitsprojekte im Zentrum stehen. Hier spricht Hr. Süd auch die Wertigkeit solcher Diplomprojekte an, indem er aus Sicht der Firmen meint „ihr könnt das für uns ausprobieren, das brauchen wir nicht wirklich, das muss auch nicht gehen, aber wir haben keine Zeit uns damit auseinanderzusetzen“ (Z. 167f).

UT 2.2: SCHULINTERNE PRÄSENTATIONEN

Z. 171 – 182 Um den Schülern Anstöße für eigene Ideen zu bieten, präsentieren die Diplomanden ihre Projekte den unteren Jahrgängen. So wird auch bereits vermittelt, wie Diplomarbeitsprojekte geartet sein können und welchen Umfang sie einnehmen.

UT 2.3: WEITERFÜHRUNG LÄNGER LAUFENDER PROJEKTE

Z. 183 – 207 Regelmäßig kommt es vor, dass Projekte nicht fertig werden oder den Umfang einer einzigen Diplomarbeit übersteigen. Dann laufen diese Projekte über mehrere ‚Generationen‘. Die Weiterführung von Projekten liegt auch deshalb im Interesse der Betreuer, weil das meist eine Material- und Kostenersparnis bedeutet. Hier sieht Hr. Süd seine Aufgabe darin, aus diesen halbfertigen Dingen neue Aufgabenstellungen zu generieren, damit sich neue Arbeitsgruppen diesem Thema annehmen. So war es auch bei einer am SOLARbrunn-Projekt beteiligten Gruppe der Fall.

UT 2.4: VERHÄLTNIS ZUM BETREUER

Z. 208 – 215 Hr. Süd spricht an, dass bei der Wahl eines Diplomarbeitsthemas sehr oft nicht das Thema per se, sondern der Betreuungslehrer ausschlaggebend ist, mit dem sich die Schüler eine gute Zusammenarbeit erwarten.

UT 2.5: ABTEILUNGSINTERNER THEMENPOOL

Z. 216 – 227 Der Großteil der Aufgabenstellungen wird von den Lehrkräften entwickelt und den Schülern zur Verfügung gestellt, woraus die Arbeitsgruppen Präferenzen wählen können. Schlussendlich werden den Schülern Themen zugeteilt.

UT 2.6: PARTNERWAHL

Z. 228 – 247 Hr. Süd erklärt, dass sich aus der Abwicklung der Arbeiten in Teams von drei bis vier Personen auch Schwierigkeiten ergeben. Einerseits haben die Schüler selbst Präferenzen bei der Zusammenarbeit mit ihren Kollegen, andererseits stellt die schwer einzuschätzende Zahl an Repetenten die Betreuungslehrer regelmäßig vor organisatorische Herausforderungen.

UT 2.7: ARBEITSINTENSIVE BEGLEITUNG

Z. 248 – 256 Vor allem aus bürokratischer Sicht wertet Hr. Süd die Betreuung der Diplomprojekte als sehr aufwendig.

OT 3: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

UT 3.1: LOGISTIK ALS ZEITBESTIMMENDER FAKTOR

Z. 257 – 270 Da für die fachspezifischen Projekte meist konkrete Materialbeschaffungen notwendig sind, müssen diese auch explizit in den Zeitplan mitaufgenommen werden, um rechtzeitig für die praktische Arbeit ausgestattet zu sein.

UT 3.2: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

Z. 271 – 296 Hr. Süd erzählt, dass viele Schüler während einer Ferialpraxis an ihren Diplomarbeiten arbeiten, wenn ihnen das Unternehmen Zeit und Mittel dafür zur Verfügung stellt. Dann gestaltet sich auch die Betreuungsarbeit für die Lehrkräfte anders, wenn der Hauptteil der Betreuung von den Experten in den Unternehmen übernommen wird. Diesbezüglich bestehen zwischen der Schule und einigen Firmen der Umgebung bereits längere Kontakte, aus denen regelmäßig solche Kooperationen entstehen.

Die Zusammenarbeit mit Unternehmen betreffend spricht Hr. Süd noch an, dass das durchaus eine zusätzliche Belastung für die Betreuungslehrer bedeuten kann, wenn auch sie öfter zu den Firmenstandorten fahren müssen, um beispielsweise bei Besprechungen anwesend zu sein.

Pro Jahrgang entstehen etwa zwei bis drei solcher Projekte mit Unternehmen.

UT 3.3: ERWARTUNGSHORIZONT

Z. 297 – 304 Hr. Süd führt näher aus, dass seitens der Unternehmen der Erwartungshorizont bei den Diplomprojekten nicht besonders hoch liegt und man sich davon keine fertigen perfekten Lösungen erwartet.

UT 3.4: EIGENSTÄNDIGKEIT ALS VORAUSSETZUNG

Z. 305 – 311 Aufgrund des hohen organisatorischen Aufwandes wird von den Schülern ein hohes Maß an Eigenständigkeit beim Ausarbeiten ihrer Projekte verlangt.

UT 3.5: UNTERSTÜTZUNG BEI AUFTRETENDEN PROBLEmen

Z. 312 – 327 Bei auftretenden Problemen steht Hr. Süd seinen Diplomanden als Betreuer zur Verfügung, aber er erzählt, dass sich die meisten Probleme mit einigen wenigen Hinweisen lösen lassen und er versucht, die Schüler selbst die Lösung für ihr Problem finden zu lassen. „Ich setze mich nur dazu, lasse mir das erklären und nach fünf Minuten sagt er, ich weiß schon warum“ (Z. 324f).

UT 3.6: SCHÜLER HELFEN SCHÜLERN

Z. 328 – 340 Hr. Süd versucht auch die Schüler dazu zu bringen, sich gegenseitig zu unterstützen und hält „die Kommunikation unter den Schülern für sehr wichtig“ (Z. 337).

OT 4: PROJEKTVERLAUF VON SOLARBRUNN

UT 4.1: GROSSE DIFFERENZEN ZUM GEWOHNTE ARBEITEN

Z. 341 – 355 Mit Verweis auf die gesetzlichen Bestimmungen und den Genehmigungsprozess für Diplomarbeiten, die vor allem den Beginn der Projekte prägen, nennt Hr. Süd die Betitelung der Diplomarbeiten im Rahmen von SOLARbrunn als kleines anfängliches Problem.

UT 4.2: CLOUD-PROJEKT

Z. 356 – 387 Hr. Süd erzählt von einem abteilungsinternen Großprojekt, einer digitalen Cloud, in das regelmäßig neue Diplomprojekte einfließen und im Rahmen dessen viele bereits bestehende Teilprojekte weitergeführt werden. In diese Datenbank werden von unterschiedlichen, von Schülern selbst entwickelten Messgeräten laufend Daten eingespeist und ebenfalls von Schülern aufbereitet und verwaltet. Hr. Süd zählt dazu einige Beispiele auf, unter welche auch Teilprojekte fallen, die unter dem SOLARbrunn-Projekt abgewickelt wurden.

UT 4.3: BESPRECHUNGEN NICHT SINNSTIFTEND

Z. 388 – 399 Hr. Süd berichtet, dass die relativ häufigen Besprechungen und Zwischenpräsentationen bei seinen Diplomanden für Unmut gesorgt haben, das „war für uns ein verwaltungstechnischer und zeitlicher Mehraufwand, der nichts gebracht hat“ (Z. 398)

OT 5: TÄTIGKEITSBEREICH EINES TECHNIKERS

UT 5.1: SPEZIALISTENTUM IN TECHNISCHEN BERUFSFELDERN

Z. 401 – 427 Hr. Süd stellt klar, dass es nicht zum Anforderungsprofil eines Technikers gehört, seine Entwicklungen auch zu verkaufen oder den späteren Anwendern näher zu bringen, denn dafür gibt es eigene Professionen. Dass die Techniker auch für die „soziale Akzeptanz“ (Z. 418) ihrer Entwicklungen sorgen, entspricht nicht der beruflichen Realität. Hr. Süd begründet das mit der mittlerweile so weit fortgeschrittenen Spezialisierung, die es einem einzelnen Elektroniker unmöglich macht, sich zusätzlich zu seiner eigentlichen Profession um all diese zusätzlichen Dinge zu kümmern.

UT 5.2: TECHNIKER WOLLEN KEINE INTERAKTION MIT ANWENDERN

Z. 428 – 446 Hr. Süd vertieft die vorhin gemachten Aussagen, indem er meint „wenn ich als Techniker nicht in der Lage bin die Maschine denen ich sie hinstelle zu verkaufen, habe ich schon verloren“ (Z. 431f), aber „das ist niemals der Entwickler“ (Z. 433). Auch für Hrn. Süd wäre es optimal und wünschenswert, wenn auch die Techniker die entsprechende Interaktion mit Kollegen und Anwendern beherrschen würden, aber „der kann das nicht und der will das nicht“ (Z. 438). Diese Feststellung fußt auf der langjährigen Erfahrung von Hrn. Süd.

UT 5.3: SOLARBRUNN UND DIE REALE ARBEITSWELT

Z. 447 – 458 So wertet Hr. Süd auch die Eigenschaften des SOLARbrunn-Projektes mit der Beteiligung mehrerer unterschiedlicher Parteien und dem forcierten Austausch untereinander grundsätzlich als begrüßenswert und vorteilhaft, „aber die Schüler sehen es nicht als Vorteil, die Schüler sehen es nur als Belastung“ (Z. 452f). Die Nähe zum beruflichen Alltag sieht zwar Hr. Süd, nicht aber die Schüler.

UT 5.4: UNVERHÄLTNISMÄßIGER AUFWAND

Z. 459 – 466 Die Unverhältnismäßigkeit zwischen dem großen Zeitaufwand für SOLARbrunn und der dem entgegenstehenden Entlohnung spricht für Hrn. Süd gegen eine zukünftige Durchführung ähnlicher Projekte.

OT 6: VORBEREITUNG AUF DIE DIPLOMARBEIT IM UNTERRICHT

UT 6.1: SCHRITTWEISE HERANFÜHRUNG

Z. 471 – 482 Hr. Süd erklärt, dass die Schüler während ihrer Schullaufbahn immer wieder und mit wachsendem Umfang Projektarbeiten durchführen.

OT 7: FORSCHUNG

UT 7.1: BEGRIFFSDEFINITION

Z. 486 – 505 Hr. Süd sieht prinzipiell keine realistische Möglichkeit für Schule oder Schüler Forschung im Bereich Elektronik zu betreiben, denn diese ist an Fertigungsanlagen und Finanzierungen gebunden. Forschung sieht so aus, dass man „von einer Firma einen Forschungsauftrag [bekommt] und die wollen genau irgendein bestimmtes Ding haben“ (Z. 501f).

UT 7.2: KOMMUNIKATION UND WETTBEWERB

Z. 506 – 511 Den Alltag und Austausch zwischen den Entwicklern im Bereich Elektronik beschreibt Hr. Süd mit „die Kunst ist, möglichst wenig von sich preiszugeben und möglichst viel von den anderen zu hören“ (Z. 510f).

UT 7.3: FINANZIELLE ANFORDERUNGEN

Z. 512 – 516 „Forschen heißt, zehn Millionen und eine halbe Firma hinter mir“ (Z. 515).

UT 7.4: FORSCHUNG VON SCHÜLERINNEN IST EINE FARCE

Z. 517 – 527 Hr. Süd spricht die unterschiedlichen Programme und Wettbewerbe für SchülerInnen an, die die Jugendlichen zu forschenden Aktivitäten bewegen sollen und an denen auch seine Schüler immer wieder teilnehmen, „allerdings nehme ich das nicht ernst, das ist nur Show“ (Z. 523).

UT 7.5: INNOVATIVE IDEEN VON SCHÜLERINNEN

Z. 528 – 559 Mit einem Beispiel einer Idee seiner Schüler illustriert Hr. Süd den Begriff Innovation. Er differenziert aber zwischen Forschung und Innovation, „das ist eine kreative Idee und hat mit Forschung überhaupt nichts zu tun“ (Z. 552f). „Es ist schon ein Ansporn für die Jugendlichen neue Ideen zu entwickeln, aber wirklich forschen auf dem Gebiet ist unmöglich“ (Z. 556f), begründet durch das teure und umfangreiche Equipment.

UT 7.6: SOLARBRUNN UND FORSCHUNG

Z. 560 – 584 Auch im SOLARbrunn-Projekt kann Hr. Süd keinen Forschungscharakter erkennen, die Maßnahmen, die die Projektarbeiten entwickelt haben „das hat mit Forschung nichts zu tun, das ist einfach logisches Denken“ (Z. 571f).

REFLEKTIERENDE INTERPRETATION DER INTERVIEWS

Im Folgenden werden die vier Interviews in Relation zueinander gestellt. Unter dem Gesichtspunkt jeweils eines größeren Themas werden die relevanten Aussagen der Interviewpartner dazu herausgefiltert, zusammengestellt und unter dem Gesichtspunkt der zuvor gestellten Forschungsfragen interpretiert.

RAHMENBEDINGUNGEN

Von allen vier Gesprächspartnern werden mehrere Umstände, Vorgaben und Bedingungen der Betreuungsarbeit – sowohl im Allgemeinen, als auch im Speziellen zu SOLARbrunn – erwähnt, näher ausgeführt und in einigen Fällen auch persönlich kommentiert, woraus sich deutlich abzeichnet, dass hier immer wieder mit einigen Problemen zu kämpfen ist und es viel Raum für Verbesserungen der Umstände zum Erarbeiten, Abfassen und Begleiten der Diplomarbeiten gibt.

Die Rahmenbedingungen im Diplomarbeitsprozess stehen vor allem in den ersten Wochen stark im Fokus der DiplomandInnen und auch Betreuungslehrkräfte, da es in dieser ersten Phase etliche Formalitäten und Vorgaben zu beachten gilt. Hr. West nennt den Prozess, bis sämtliche Anmeldungen, Einreichungen und Genehmigungen erledigt sind, „sehr bürokratiebehaftet“¹³¹ und lässt durchklingen, dass die zahlreichen, sehr pingelig anmutenden Vorgaben und mehreren Genehmigungsebenen den gesamten Vorgang verzögern, da erst nach deren Erledigung mit dem eigentlichen Arbeiten begonnen werden kann. Auch Hr. Ost lässt Ähnliches anklingen, dass die erste Phase des Diplomprojektes vorrangig der Erfüllung von Richtlinien und Vorgaben geschuldet sei. Aus beiden Argumentationslinien ist herauszulesen, dass dieser Prozess sowohl für die Schüler und Schülerinnen, als auch für die Betreuungslehrkräfte zeitaufwendig ist. Diesbezüglich schildert Hr. West auch, dass diese bürokratisch aufwendige Einstiegsphase in die Projekte zeitlich mit der – ebenfalls für die betreuenden Lehrkräfte – sehr fordernden Schlussphase der Diplomarbeiten des vorangehenden Jahrganges zusammenfällt. Bildhaft beschreibt er diese Kumulation mit „dort brennt der Hut, weil die waren am letzten Zacken, bis zum Gehtnichtmehr wollen die das Projekt fertig haben“¹³².

Durch diese ersten Einblicke in die Betreuungsarbeit wird also ersichtlich, dass in dieser, besonders wenn eine Lehrkraft in jedem Jahrgang und dabei vielleicht auch mehrere Projekte gleichzeitig zu betreuen hat, durchaus recht stressige Phasen entstehen können. Jedes Arbeitsthema muss einen Genehmigungsprozess durchlaufen und in einer Datenbank registriert werden, um etwa Doppelbearbeitungen desselben Themas zu vermeiden. Dies gilt in identer Form auch für vorwissenschaftliche Arbeiten an den AHS und anderen

¹³¹ Int. West Z. 103

¹³² Int. West Z. 125 ff

Schulformen¹³³. Sowohl SchülerInnen als auch betreuende Lehrkräfte können sich hier mit der Gefahr konfrontiert sehen, dass durch die Fokussierung auf diese Formalitäten das Finden und Gestalten des eigentlichen Themas und der zu bearbeitenden Aufgabenstellungen ins Abseits rückt. Ein Sich-Begnügen mit „Standardthemen“ sollte aber nicht Ergebnis von Vorsichtsmaßnahmen sein, nur um befürchtete Probleme im Genehmigungsprozess er Arbeiten zu vermeiden. Dies ist durchaus immanent und ebenso verständlich, wenn etwaige zusätzliche und „unnötige“ Arbeitsbelastungen vermieden oder zumindest so gering wie möglich gehalten werden wollen. Dies knüpft an die verbreitete Unterrichtspraxis des „teaching to the test“ an, die ebenfalls den Fokus auf das möglichst ökonomische Erreichen des exakt vorgegebenen Ziels legt und individuelle Aspekte kaum zulässt. Ist im speziellen von naturwissenschaftlich orientierten VWA-Themen die Rede, laufen diese Gefahr, ebenso wie praktische Aufgaben im Unterricht, nach einer Art „Kochbuchstil“ abgearbeitet zu werden oder sich auf eine Art Zusammenfassung von Fachwissen zu beschränken.

Von allen Befragten wird beschrieben, dass in dieser ersten Phase bereits Thema, Ziel und Arbeitspakete bzw. Meilensteine definiert und vereinbart werden müssen, nach denen sich der Projektablauf richten wird. Hr. Nord merkt diesbezüglich an, dass das für die Schüler und Schülerinnen seiner Abteilung kein nennenswertes Problem darstellt, da dies Teil der Inhalte der berufsspezifischen Ausbildung des Schulzweiges ist¹³⁴. In den anderen Abteilungen sehen sich hierbei die Betreuungslehrer stark gefordert, um diese Skizzierung des gesamten Projektes mit ihren Schülern und Schülerinnen gemeinsam vorzunehmen. Wie später noch ausführlich behandelt werden wird, hat gerade diese der Arbeit vorausgehende Formulierung und Festlegung der Arbeitsschritte bei SOLARbrunn für teilweise doch recht gravierende Probleme gesorgt. Der für die Beteiligten ungewohnten Dynamik des Projektes geschuldet, haben sich die konkreten Teilaufgaben in Reaktion auf die jeweils vorangehenden Zwischenergebnisse mehrfach verändert, was einigen Projektteilnehmern Sorgen bezüglich der Einhaltung der Vorgaben bereitet hat. Dem setzt Hr. Ost zwar entgegen, „so flexibel ist unser System dann auch“ und man müsse „die Arbeitspakete so formulieren, dass das auch ein bisschen einen Spielraum zulässt“¹³⁵, aber es ist offensichtlich, dass es sich hier um einen heiklen Bereich handelt, dem besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Wie weiter unten noch genauer behandelt werden wird, befassen sich übliche Themen für Abschlussarbeiten meist mit der Realisierung einer bestimmten Gerätschaft, Elektroinstallation oder Software. Derartigen Aufgabenstellungen zeichnen sich natürlich dadurch aus, dass sie nicht viel Interpretationsspielraum oder unbekannte Faktoren beinhalten, weshalb es auch möglich und logisch ist, den Weg zu diesem Ziel in recht genau definierte Zwischenschritte zu gliedern, die dem in der Regel einzig möglichen Arbeitsweg entsprechen. Ebendas war bei SOLARbrunn nicht möglich, da zwar ein Ziel gegeben war, aber

¹³³ Siehe dazu: <https://genehmigung.ahs-vwa.at/Content/files/Dokumentation-V1-Gesamt.pdf>

¹³⁴ Int. Nord Z. 71 ff

¹³⁵ Int. Ost Z. 273 ff

zu Beginn noch keineswegs bekannt war, welche Maßnahmen, Entwicklungen oder Geräte für die Erreichung desselben benötigt werden würden. Dadurch konnten im Vorhinein eben auch keine exakten Arbeitspakte formuliert werden, die dann in einer bereits festgelegten Reihenfolge abgearbeitet werden könnten. Es ist sicherlich möglich, trotz anfänglicher Unkenntnis des genauen Projektablaufes, auch die Vorgaben und Formalitäten erfüllen und einhalten zu können, jedoch nicht trivial. Hier ist also ein Weg zu finden, in die Festlegung von Arbeitspaketen so viel Spielraum zu integrieren, dass dadurch der etwaige Forschungs- und Erarbeitungsprozess nicht eingeschränkt oder gar unterbunden wird.

Im Gegenteil lassen sich nicht nur die Vorgaben ausreichend erfüllen, sondern auch der Anspruch, die Arbeitsweise soll einer naturwissenschaftlich forschenden nahekommen, indem genau dieser Prozess, der zu einem Ergebnis führen soll, als Teilaufgabe oder Meilenstein definiert wird, und eben nicht das erwartete Ergebnis. Dabei handelt es sich dann zwar nicht um „handfeste“ Erzeugnisse, man ist aber auch nicht mehr eng an diese gebunden und erhält größeren Freiraum um auf Ereignisse oder Erkenntnisse im Arbeitsprozess reagieren zu können.

Um den bürokratischen und organisatorischen Arbeitsaufwand möglichst gering zu halten, werden die abschließenden Projektarbeiten unter allen befragten Betreuungslehrern als Gruppenarbeiten ausgeführt, was aber auch durch die vorgegebenen Richtlinien gewünscht wird¹³⁶. Einzelarbeiten werden nur in Ausnahmefällen zugelassen, weil es eben nicht der Präferenz der Betreuungslehrer entspricht, beziehungsweise wenn es triftige Gründe dafür gibt¹³⁷. Hr. Süd und Hr. West erläutern die Bildung von größeren Arbeitsgruppen betreffend, dass dies auch deshalb geschieht, um ein späteres Zerfallen einzelner Arbeitsgruppen zu verhindern. Diese Gefahr ist offensichtlich eine regelmäßige und an der Schule relativ stark ausgeprägte, da sich für viele Schüler und Schülerinnen der Aufstieg in die letzte Schulstufe (der bereits im Zeitrahmen des Diplomprojektes liegt) alles andere als selbstverständlich darstellt^{138 139}. Hier liegt es also an der betreuenden Lehrkraft, „dass man da den Spagat macht zwischen den Arbeiten, den Projekten und dem, dass die durchkommen“¹⁴⁰. Derartige Fälle traten auch während des SOLARbrunn-Projektes auf, dass einige wenige Schüler aus besagten Gründen während des Projektes wieder aussteigen mussten.

Diese Gegebenheit unterstreicht in jedem Fall die Sinnhaftigkeit von Gruppenarbeiten, die – wenn von den Betreuungslehrkräften vorausschauend und klug eingeteilt – einzelne Ausfälle oder genauso auch Zuwächse relativ unbeschadet überstehen können, ohne dass das Projekt als Ganzes ins Wanken gerät. Die Schilderungen in den Interviews lassen aber sehr deutlich erkennen, dass diese Voraussicht nicht selbstverständlich ist und bei mehreren gleichzeitig zu

¹³⁶ Vgl. Diplomarbeit an Höheren Technischen Lehranstalten – Durchführungsbestimmungen, S. 1

¹³⁷ Vgl. Int. Nord Z. 9 ff

¹³⁸ Vgl. Int. Süd Z. 241 ff

¹³⁹ Vgl. Int. West Z. 185 ff

¹⁴⁰ Int. West Z. 192 f

betreuenden Arbeitsgruppen offenbar regelmäßig Probleme bereitet. Teamarbeiten lassen natürlich auch umfassendere und tiefergehende Aufgabenstellungen zu, die von einzeln arbeitenden Schülern oder Schülerinnen nicht bewältigt werden könnten. Bei SOLARbrunn mit seinem noch um ein deutliches Maß weitreichenderen Rahmen wurden sogar mehrere Arbeitsgruppen aus den unterschiedlichen Abteilungen eingegliedert.

Tritt man aus der Perspektive der bei SOLARbrunn im Mittelpunkt stehenden Schule mit ihrem fachlich spezifischen Schwerpunkt heraus und betrachtet die Gegebenheiten an allgemeinbildenden höheren Schulen, so ist es fraglich, ob sich derartige Gruppenarbeiten in ähnlicher Form auch hier umsetzen lassen. Geht man vom Vorbild besagter HTL aus, kann andernorts wahrscheinlich keine vergleichbare fachlich inhaltliche Tiefe bei den Abschlussarbeiten erreicht werden.

Was die konkrete Arbeit der Diplomanden und Diplomandinnen an ihren Projekten betrifft, so besteht die gesetzliche Vorgabe, dass das außerhalb der regulären Unterrichtszeit passieren muss, worauf die Interviewten auch an mehrerlei Stelle hinweisen. Gleiches gilt für die Betreuung in Form von Besprechungen oder ähnlichem, dass diese „außerhalb des Unterrichts“¹⁴¹ stattfinden. Wie häufig oder regelmäßig diese abgehalten werden, dazu geben die Lehrkräfte unterschiedliche Vorgehensweisen wieder, wobei es sich immer um eine Form von Gespräch in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen handelt. Eine Ausnahme stellt hier Hr. Süd dar, der aufgrund der aus seiner Sicht sehr negativen Tatsache, dass „man als Betreuer keinen Rahmen, wo man mit seinen Schülern regelmäßig zusammenkommt“¹⁴², hat, eine schul- bzw. abteilungsinterne Regelung beschreibt, durch welche wöchentliche Einheiten des Regelunterrichts für die Arbeit an den Diplomprojekten freigespielt wurden¹⁴³. Auch Hr. Ost berichtet, „natürlich schauen wir, dass wir, vor allem in Konstruktionsübungen oder im Labor, dass man das irgendwie kombinieren kann“¹⁴⁴. Also falls sich die Möglichkeit ergibt, dass Diplomanden und Betreuungslehrkraft auch während des Regelunterrichts zusammentreffen und sich in diesem Rahmen Zeiträume erschließen lassen, versucht man den Schülern entgegenzukommen. Dadurch sind natürlich auch die Rahmenbedingungen wesentlich anders, was laut Hrn. Süds Angaben Vorteile für die Betreuungsarbeit mit sich bringt, aber trotzdem „keine saubere Lösung“¹⁴⁵ ist. Den generellen Betreuungsprozess betreffend erwähnt Hr. Ost auch, „es ist nirgends im Gesetz definiert, mein Betreuungsaufwand, wie viel das sein muss“¹⁴⁶. In welcher Form und wie häufig und regelmäßig ein Zusammentreffen mit den Diplomanden, fachliche Hilfestellungen und Kontrollen des Arbeitsfortschrittes stattfinden, liegt also im Ermessen der Betreuungslehrer.

¹⁴¹ Int. West Z. 175

¹⁴² Int. Süd Z. 90 f

¹⁴³ Vgl. Int. Süd Z. 94 ff

¹⁴⁴ Int. Ost Z. 105 f

¹⁴⁵ Int. Süd Z. 126

¹⁴⁶ Int. Ost Z. 19

Diese Schilderungen zeigen, dass die Art und Gestaltung der Betreuung von Diplomarbeiten Auslegungssache der betreuenden Lehrkräfte ist. Vorgeschrieben ist nur, dass sämtliche Tätigkeiten in Zusammenhang mit dem Diplomprojekt dokumentiert werden, in welcher Form und Intensität sich die Lehrkräfte ihren Diplomanden und Diplomandinnen dabei widmen, ist nicht definiert. Wie weiter unten noch thematisiert werden wird, fällt besonders zu Beginn den Betreuungslehrkräften eine prominentere Rolle zu, da die Schüler und Schülerinnen beim Finden und Ausformulieren ihres Themas und ihrer Aufgabenstellung Unterstützung brauchen. Im späteren Verlauf der Projekte nehmen sich die Betreuer dann etwas zurück, je nachdem wie selbstständig die Diplomanden und Diplomandinnen in der Abarbeitung der Teilaufgaben sind. Die sehr verschiedenen Formen der Betreuung sind sicherlich auch darauf zurückzuführen, dass diese Großteils die Freizeit eben auch der Lehrkräfte in Anspruch nimmt und dem Vernehmen nach nicht der wirklich aufgewandten Zeit und Leistung entsprechend entlohnt wird. Ebenfalls der Umstand, dass einige Lehrkräfte zugleich mehrere Arbeitsgruppen zu betreuen haben, ist diesbezüglich ein starker Einflussfaktor.

Ein weiterer wesentlicher Punkt, der jedoch eine Eigenheit der typischen technisch-praktischen Projektarbeiten ist, betrifft die Materialbeschaffung¹⁴⁷ und Finanzierung. Bleibt das Produkt der Arbeit in der Schule, übernimmt diese auch die notwendige Finanzierung¹⁴⁸, wozu sämtliche Lehrer anmerken, dass sie diese Variante sehr begrüßen, da sie so oft einen persönlichen Nutzen aus den Projekten für ihren Unterricht ziehen können¹⁴⁹. Diese Finanzierung wird oft auch dadurch geregelt, dass die Diplomarbeiten in Kooperation mit einem einschlägigen Unternehmen abgewickelt werden, die den Diplomanden das notwendige Equipment zur Verfügung stellen. Auch diese Variante kommt in allen vier Abteilungen der Schule zur Anwendung.

Dass solch handfeste Erzeugnisse mit direkter Zweckbindung für die Schule oder den Unterricht beispielsweise an einer AHS kaum entstehen werden, ist klar, muss aber nicht a priori ausgeschlossen werden. Zur Verdeutlichung des Gedankenganges ein Beispiel: An einer Wiener AHS entstand über einen Zeitraum mehrerer Jahre eine beachtliche Teslaspulen-Anlage¹⁵⁰, mit der diverse Experimente – beispielsweise zum Faraday-Käfig – durchgeführt werden können. Dieses Projekt weist deutliche Parallelen zu den von den an SOLARbrunn beteiligten Lehrkräften beschriebenen Projekten auf, die sich ebenfalls des Öfteren über mehrere Jahre erstrecken. Das Ergebnis waren in diesem Fall zwar keine vorwissenschaftlichen Arbeiten der Beteiligten, derartige Verwirklichungen bieten aber ähnliche Möglichkeiten wie die angesprochenen Projekte an der HTL. Es ist also sicherlich möglich, auch an „gewöhnlichen“ Schulen größere Dinge zu verwirklichen, die offiziellen Bestimmungen erlauben es jedenfalls¹⁵¹. Klar ist natürlich, dass so etwas den

¹⁴⁷ Vgl. Int. Süd Z. 264 ff

¹⁴⁸ Vgl. Int. West Z. 70

¹⁴⁹ Vgl. z. B. Int. Ost Z. 41 ff

¹⁵⁰ <https://kohaut.jimdo.com/tesla-anlage-plant/>

¹⁵¹ Vgl. Durchführungsbestimmungen § 9

Betreuungsaufwand erheblich steigern kann, welcher zwar besondere Ergebnisse hervorbringen, aber freilich nicht verpflichtend verlangt werden kann, da es, wie auch aus den Schilderungen der Interviewten unmissverständlich hervorgeht, zu Aufwendungen außerhalb der und zusätzlich zur bezahlten Arbeitszeit kommen wird.

VORBEREITUNG AUF DIE ABSCHLUSSARBEIT IM UNTERRICHT

Von einer expliziten Vorbereitung auf die Anforderungen, die auf die Schüler und Schülerinnen beim Erarbeiten ihres Diplomprojektes zukommen, kann keiner der Interviewpartner berichten. So stellt Hr. Ost fest, „dass das grundsätzlich fast neu kommt“¹⁵², „es das erste Mal ist, wo sie sowas machen“¹⁵³ und dies aus seiner Sicht auch ein markantes Problem darstellt. Hr. Nord berichtet in ähnlicher Weise, dass es „eher selten“¹⁵⁴ zu eigenständig zu erarbeitenden Aufgabenstellungen größeren Umfangs kommt. Er begründet das unter anderem auch damit, dass den Schülern und Schülerinnen die Informationsbeschaffung unter Eigenregie aus unterschiedlichen Quellen und Medien großen Probleme bereitet, was aber einen ganz wesentlichen Teil der selbstständigen Erarbeitung offen gestalteter Projektarbeiten ausmacht. Das Erlernen dieser Arbeitstechniken scheint generell in der schulischen Ausbildung kein expliziter Schwerpunkt im Unterricht zu sein, da auch von den anderen Interviewpartnern derartiges zu hören ist. Seinen Ausführungen ist zu entnehmen, dass in jenem Schulzweig, in dem er tätig ist, Projektmanagement zu den Unterrichtsinhalten gehört und er deshalb die Diplomarbeiten auch nach den dort vermittelten Schemata abwickelt¹⁵⁵. Seinen Diplomanden und Diplomandinnen sind also zumindest die Grundzüge solcher Projekte bereits geläufig. Ebenso erzählt Hr. Nord, dass in seinem Unterricht zumindest theoretisch im Rahmen von Fallbeispielen¹⁵⁶ Themen, Vorgänge und Projekte besprochen werden, die später als Diplomarbeit praktisch erarbeitet werden könnten. Die Kollegen West und Süd berichten hingegen schon von regelmäßig durchzuführenden Projektarbeiten „in kleinerer Form“¹⁵⁷, die während der gesamten Schullaufbahn immer wieder und in wachsendem Umfang anfallen¹⁵⁸. Trotzdem stellt Hr. Süd fest, dass die Schüler „relativ ahnungslos an die Dinge herangehen zum ersten Mal, wenn sie so ein großes Projekt angehen“¹⁵⁹. Durch das Einbetten kleinerer Projektarbeiten in den Unterricht kann also nicht automatisch auf ein reibungsloses und sofortiges Funktionieren der umfangreicheren Diplomprojekte geschlossen werden. Die im Unterrichtsrahmen möglichen Projektausmaße sind also offenbar mit dem Umfang einer Diplomarbeit nicht zu vergleichen. Diesbezüglich muss aber die Ausführung des Hrn. West erwähnt werden, der den Charakter dieser Aufgabenstellungen mit „da können sie natürlich auch nach Kochrezept oder Fachbuch

¹⁵² Int. Ost Z. 207

¹⁵³ Int. Ost Z. 29

¹⁵⁴ Int. Nord Z. 157

¹⁵⁵ Vgl. Int. Nord Z. 71 f

¹⁵⁶ Vgl. Int. Nord Z. 221 f

¹⁵⁷ Int. West Z. 354

¹⁵⁸ Vgl. Int. Süd Z. 36 ff und Z. 472 f

¹⁵⁹ Int. Süd Z. 70 f

nacharbeiten“¹⁶⁰ wiedergibt. Ähnlich gestaltet sich auch die Argumentation des Hrn. Nord, der große Defizite bei seinen Schülern und Schülerinnen ausmacht, wenn es um eigenständiges Erarbeiten von Inhalten geht¹⁶¹. Generell klingt in allen Interviews durch, dass vielen Diplandaten und Diplandinnen nicht nur eigenständiges Arbeiten, sondern beispielsweise auch die Verschriftlichung ihrer Arbeit massive Probleme bereitet. Hier sei auch nochmals auf die bereits erwähnten Probleme vieler Schüler beim Bestehen der Anforderungen des Regelunterrichts hingewiesen.

Es offenbart sich eine deutliche Diskrepanz zwischen den Anforderungen an die Schüler, die sie mit der Erarbeitung ihrer Abschlussarbeit erfüllen sollen, und dem, wie sie während ihrer Schullaufbahn darauf vorbereitet werden – oder eben nicht vorbereitet werden. Aus den Argumentationen der Lehrer lässt sich schließen, dass dies den Arbeits- und Betreuungsprozess stark beeinflusst und erschwert, da vielen Schülern und Schülerinnen schlicht die notwendigen Grundlagen fehlen. Auch kleinere Unterrichtsprojekte genügen den Anforderungen als Vorbereitung auf die Diplomprojekte anscheinend nicht, da sie – nota bene – nach rezeptartigen Vorlagen abgearbeitet werden können.

Dass sich DiplandInnen und ihre Lehrkräfte Gedanken über ein wissenschaftliches Vorgehen und Arbeiten machen, beziehungsweise die Arbeitsweisen selbst thematisiert werden, dazu kommt es offenbar nur selten bis gar nicht. Wiederum scheinen vor allem die zu erfüllenden Bestimmungen im ständigen Fokus zu stehen. Wissenschaftliches Arbeiten und ein ‚forschendes‘ Herangehen an Projekte wird den Jugendlichen dem Vernehmen nach im Unterricht auch nicht vermittelt – dazu im späteren Kapitel noch Ausführlicheres.

DER BETREUUNGSPROZESS

Die Schilderungen der Probanden zum typischen Verlauf eines Diplomprojektes und den damit verbundenen Betreuungstätigkeiten sind allesamt ähnlich. Nachdem schon vor Beginn der eigentlichen Projektarbeit das Vorhaben in Arbeitspakte und Teilaufgaben untergliedert wurde, ist damit der Ablauf des Projektes schon sehr genau definiert. Bei den bereits angesprochenen regelmäßigen Treffen – meist eben außerhalb der Unterrichtszeit – werden diese Teillösungen dann besprochen und eventuell korrigiert. Hier differieren die Vorgehensweisen der Betreuungslehrer etwas. Während die Kollegen Nord, Ost und West ihre Besprechungen des Projektfortschritts eher bedarfsoorientiert abhalten – Hr. Ost nennt beispielsweise eine monatliche¹⁶² Frequenz – und diese einen kontrollierenden Charakter für das Abarbeiten der zuvor festgelegten Arbeitspakte haben, treffen Hr. Süd und seine Diplandaten im Rahmen eines eigenen Unterrichtsgegenstandes einmal pro Woche zusammen, während welches – bei Bedarf eben auch mit Unterstützung des Betreuungslehrers – an den Diplomprojekten gearbeitet wird. Er legt in seinen Ausführungen

¹⁶⁰ Int. West Z. 359 f

¹⁶¹ Vgl. Int. Nord Z. 160 ff

¹⁶² Vgl. Int. Ost Z. 121

dar, dass „es sehr wohl möglich ist, dass man das im Unterricht begleitet“¹⁶³, sofern trotzdem, also zusätzlich zu den Unterrichtsstunden, die gesetzlich verlangten Arbeitsstunden in der Freizeit der Schüler erbracht und ausgewiesen werden. Auch hier sei nochmals auf die durch die Schilderungen der Interviewten etwas rigide wirkende Dokumentationspflicht hingewiesen, die auch in der Protokollierung sämtlicher Besprechungen nach einem „Vorlageprinzip“¹⁶⁴ durchschlägt. Wie schon an anderer Stelle genannt, sind die Diplandinnen aus Hrn. Nords Abteilung bereits von Unterrichts wegen mit der Struktur einer Projektarbeit vertraut¹⁶⁵ und gehen nach diesen Mustern vor. Der bei allen Arbeitsgruppen am Beginn definierte Arbeitsplan mit Teilaufgaben und Meilensteinen wird unter Hrn. Süd noch etwas verfeinert, indem die Schüler ein sogenanntes „Projektjournal“¹⁶⁶ führen, in dem die wöchentlichen Fortschritte dokumentiert werden und die jeweiligen Folgeschritte – ähnlich einer Hausaufgabe – festgelegt werden. Im Zuge des Unterrichts wird das dann auch regelmäßig kontrolliert. Diese Möglichkeit, sich in wöchentlicher Regelmäßigkeit ein Bild vom Fortschritt der Projekte machen zu können, bezeichnet Hr. Süd als „riesen Vorteil“¹⁶⁷. Auch Hr. West erwähnt trotz der Betreuung außerhalb der Regelunterrichtszeiten eine ähnliche Vorgangsweise. Er spricht von einem „Pflichtenheft“¹⁶⁸, worin die Arbeitsschritte für die Schüler klar definiert und aufgelistet sind.

Anzumerken ist auch, dass die Diplandinen bei auftretenden Fragen oder Problemen sich nicht ausschließlich an ihre eigenen Betreuungslehrer wenden, sondern auch in anderen Lehrkräften Ansprechpartner suchen und finden, wie das beispielsweise Hr. West erzählt¹⁶⁹. Das bietet sich in einem Haus mit derart hoher Expertendichte natürlich besonders an, ist durchaus gewünscht und in manchen Fällen auch notwendig, wie Hr. Nord verdeutlicht. Er schildert, dass manche Projekte als Ganzes „mit einem Kollegen abgewickelt“¹⁷⁰ werden, wenn diese ein Thema oder einen Teil beinhalten, der nicht in seine Expertise fällt und in dem er die Diplandinen nicht beraten könnte.

Anders kann sich die Betreuungssituation besonders dann gestalten, wenn die Diplomarbeit in Kooperation mit einem Unternehmen entsteht und das sogar mit einem Praktikum während der Sommerferien verbunden ist. Wenn diese Schüler und Schülerinnen „gleich in der Firma schon vier Wochen an dem Projekt gearbeitet haben“¹⁷¹, wie Hr. Süd erzählt, sind sie zu Schulbeginn dann wesentlich weiter in ihrer Arbeit fortgeschritten als andere Gruppen und benötigen dann oft nur mehr sehr wenig fachliche Unterstützung ihrer Betreuungslehrer, da sie diese bereits von den ExpertInnen des Unternehmens aus erster Hand erhalten haben.

¹⁶³ Int. Süd Z. 43

¹⁶⁴ Int. Ost Z. 82

¹⁶⁵ Vgl. Int. Nord Z. 71

¹⁶⁶ Int. Süd Z. 132

¹⁶⁷ Int. Süd Z. 140

¹⁶⁸ Int. West Z. 130

¹⁶⁹ Vgl. Int. West Z. 216 f

¹⁷⁰ Int. Nord Z. 7

¹⁷¹ Int. Süd Z. 273

In diesen Fällen schrumpft die Betreuungstätigkeit der Lehrkräfte auf die bürokratischen und formellen Aufgaben zusammen.

Den zeitlichen Umfang ihrer Betreuungstätigkeiten beziffern die befragten Betreuungslehrer unterschiedlich. „Sechzig bis achtzig Stunden“¹⁷² pro Projekt nennt Hr. Ost als über die gesamte Laufzeit summierten Aufwand, deutlich darunter bewegt sich die Einschätzung über seinen durchschnittlichen Zeitbedarf des Hrn. Nord¹⁷³, Hr. West¹⁷⁴ gibt wöchentlich etwa zehn Arbeitsstunden an, in denen er sich all seinen laufenden Abschlussprojekten widmet, bei Hrn. Süd ist der zeitliche Rahmen durch die fünf wöchentlichen Unterrichtsstunden vorgegeben.

Zusammenfassend ist hier nun festzuhalten, dass die Strukturierung der Projekte einen ganz wesentlichen Faktor darstellt. Der gesamte Arbeitsprozess wird a priori festgelegt und anschließend nach diesem Plan abgearbeitet. Daraus entstanden, wie später erörtert werden wird, bei SOLARbrunn einige Probleme, da solche eine Festlegung der genauen Arbeitsschritte im Vorhinein dort nicht möglich war. Diese Aufschlüsselung schließt an die im vorangegangenen Kapitel beschriebene Vorbereitung auf die Abschlussarbeiten im Unterricht an. Unterrichtsprojekte haben oft den Charakter einer rezeptartigen Abarbeitung von Teilschritten, was nun auch bei den Diplomprojekten vollzogen wird. Solch klare und detaillierte Arbeitspläne erleichtern die Arbeit für die Schüler und Schülerinnen einerseits, mindern den Betreuungsaufwand andererseits.

GENERIEREN VON AUFGABENSTELLUNGEN

Alle vier Betreuungslehrer nennen drei große Bereiche, aus denen Arbeitsthemen für die DiplandInnen gezogen werden. Das sind zum einen von der Lehrerschaft selbst erstellte Themen, zum anderen von einschlägigen Firmen zur Verfügung gestellte Themen, und natürlich von den DiplandInnen selbst entwickelte Aufgabenstellungen.

Von den Schülern und Schülerinnen selbst entwickelte Aufgabenstellungen sind zwar seitens der gesetzlichen Bedingungen gewünscht und werden auch von den Betreuungslehrern als erstrebenswert angesehen, machen aber realiter nur einen kleinen Teil der Arbeitsthemen aus, wie die Interviewten einhellig wiedergeben. Das wird damit begründet, dass den Jugendlichen das Einschätzungsvermögen und das notwendige Vorwissen fehlt, aus denen eine geeignete Aufgabenstellung entstehen könnte. „die Aufgabenstellungen sollten normalerweise von den Schülern kommen, aber die kommen in dem Alter eigentlich am allerseltensten. Sie haben Ideen und die müssen wir halt nachher eingrenzen“¹⁷⁵. Trotzdem werden die Schüler und Schülerinnen dazu animiert, eigene Ideen zu sammeln und Vorschläge zu machen. Hr. Süd berichtet von schulinternen Präsentationsveranstaltungen, bei denen DiplandInnen ihren jüngeren KollegInnen Projekte vorstellen, um diesen erste

¹⁷² Int. Ost Z. 24

¹⁷³ Vgl. Int. Nord Z. 18 ff

¹⁷⁴ Vgl. Int. West Z. 30 ff

¹⁷⁵ Int. West Z. 49 ff

Einschätzungen bieten zu können, wie ein Diplomprojekt aussehen könnte¹⁷⁶. Daraus eine realisierbare Aufgabenstellung zu machen, geschieht dann aber unter Anleitung der Betreuungslehrer, die die Ideen dann den Möglichkeiten und dem Umfang anpassen. Beispiele für von Schülern selbst konzipierte Arbeitsthemen spricht Hr. Ost an, „dass Schüler etwas für zu Hause machen oder für einen Bekannten“¹⁷⁷. Das betrifft seinen Ausführungen zufolge üblicherweise Gerätschaften, die im land- und forstwirtschaftlichen Gebiet Verwendung finden sollen.

Eine gern gesehene und seitens der Schule auch vorteilhafte Variante der Abfassung einer Diplomarbeit ist die Kooperation mit einem Unternehmen aus dem möglichen späteren Berufsfeld der Absolventen und Absolventinnen. Hr. Ost bezeichnet dies als den „optimalen Gedanken“¹⁷⁸. Das Zustandekommen dieser Partnerschaften ist meist darauf zurückzuführen, dass es „irgendwo einen Kontakt [gibt], dass die in Ferialpraxis waren in der Firma, oder es gibt Verwandtschaftsverhältnisse“¹⁷⁹, wie es Hr. Nord beschreibt. Auch versprechen sich die Betreuungslehrkräfte und die Schule selbst von derartigen Projekten „gute Reputationen“¹⁸⁰, was Hr. Ost damit unterstreicht, dass immer wieder auch Projekte gesucht und verwirklicht werden, die in irgendeiner Form den öffentlichen Bereich tangieren und einer breiteren Öffentlichkeit bekannt werden. Ein Beispiel dafür stellt natürlich das SOLARbrunn-Projekt durch die Miteinbeziehung des Kindergartens der Stadt dar. In diesem Zusammenhang sei jedoch auch auf die Einschätzung des Hrn. Süd die Wertigkeit und Relevanz dieser Firmenprojekte betreffend hingewiesen. Er gibt die Sichtweise der Unternehmen auf die Diplomprojekte folgendermaßen wieder: „ihr könnt das und das für uns ausprobieren, das brauchen wir nicht wirklich, das muss auch nicht gehen, aber wir haben keine Zeit uns damit auseinanderzusetzen, aber ihr könnt das machen“¹⁸¹. Diese Schülerprojekte werden demnach oft als experimentell und für den eigentlichen Betrieb eben nicht essenziell betrachtet. Einen Eingriff in die betriebliche Realität lässt man hier anscheinend nicht gerne zu, was aber in vielen Fällen wahrscheinlich gar nicht so einfach möglich wäre, da es sich ja doch oft um stark spezialisierte Unternehmen in der Elektronikbranche handeln wird. Deshalb ergänzt Hr. Süd weiter, „die wissen, was man von einer Diplomarbeit erwarten kann. Die Erwartungen sind nicht so hoch, dass man sagt, ich krieg ein fertiges Gerät auf den Tisch“¹⁸². Etwas mehr und tiefergehende Möglichkeiten scheinen da den Maschinenbauern zur Verfügung zu stehen, wie aus Hrn. Osts Schilderungen erkenntlich wird, der von Projekten erzählt, die auch wirklich ‚in Betrieb‘ gehen.

Die dritte Quelle für Diplomarbeitsthemen sind die betreuenden Lehrkräfte selbst, die den Schülern und Schülerinnen entweder eine Auswahl¹⁸³ zur Verfügung stellen („dass wir ihnen

¹⁷⁶ Vgl. Int. Süd Z. 172 ff

¹⁷⁷ Int. Ost Z. 38 f

¹⁷⁸ Int. Ost Z. 37

¹⁷⁹ Int. Nord Z. 61 f

¹⁸⁰ Int. Ost Z. 64

¹⁸¹ Int. Süd Z. 167 ff

¹⁸² Int. Süd Z. 298 ff

¹⁸³ Vgl. Int. Süd Z. 222

Vorschläge machen“¹⁸⁴), oder ihnen ein Thema zuteilen, sofern die Wahl der Betreuungsperson vor der Themenwahl gestanden hat. Diese Variante der „internen Themen“¹⁸⁵ kommt am häufigsten zu tragen, wie von allen befragten Betreuungslehrern zu vernehmen ist (z. B. „meistens geht es von mir aus“¹⁸⁶), was mehrere Gründe hat. Einer davon ist ein gewisser Eigennutzen, der sich für die Betreuungslehrer und beispielsweise deren Unterricht ergibt, wie es Hr. West formuliert: „ich möchte das auch nutzen können, beispielsweise für den Unterricht“¹⁸⁷. Deshalb entwickeln die Lehrkräfte Aufgabenstellungen und Projekte zu Dingen „was ich gerne hätte“¹⁸⁸. Aus seinem Tätigkeitsbereich nennt Hr. Nord diesbezüglich auch einige Beispiele von Diplomarbeitsprojekten, die nun die Infrastruktur der Schule selbst übernehmen, so werden unter anderem „Lagerbewirtschaftung, Bestellwesen, [...] auch die Budgetabwicklung“¹⁸⁹ mittels Programmen abgewickelt, die von Schülern als Abschlussarbeiten erarbeitet wurden.

Den meisten Diplomarbeiten aller Abteilungen ist gemein, dass die die Realisierung einer Lösung für eine ganz konkrete Problem- oder Aufgabenstellung sind, deren Triebfeder ein praktischer Nutzen ist. In manchen Fällen liegt dieser Nutzen bei den SchülerInnen selbst, in anderen Fällen erhoffen sich Unternehmen einen Nutzen von den Projekten, meistens versuchen aber die Lehrkräfte einen wie auch immer gearteten Nutzen für ihren Unterricht oder die Schule aus den Projekten zu ziehen. Da die Schule Ingenieure und Entwickler ausbildet, erscheint diese praktische Anwendungsorientierung naheliegend.

EIGENSTÄNDIGKEIT DER SCHÜLER UND SCHÜLERINNEN

Grundsätzlich wird bei der Erarbeitung der Abschlussprojekte seitens der ministeriellen Vorgaben ein möglichst hohes Maß an Eigenständigkeit von den Diplandanden und Diplandominnen gefordert. Hr. West stellt diesem Ideal die Realsituation gegenüber: „ich tu sie nur anleiten, was natürlich nicht stimmt.“¹⁹⁰ Die Schilderungen der befragten Betreuungslehrer grenzen die Umsetzbarkeit dieser Forderung in einigen Punkten doch recht stark ein. Bereits erwähnt wurde die starke Angewiesenheit an die Betreuungslehrer bei der Entwicklung der Aufgabenstellung, die in Eigenregie der Schüler und Schülerinnen wohl kaum zu zielführenden Ergebnissen gelangen würde.

Was den eigentlichen Arbeitsprozess angeht, so schätzen die Interviewpartner die Selbstständigkeit ihrer Schützlinge „sehr unterschiedlich“¹⁹¹ ein. Wie es hier Hr. Nord formuliert, hängt daran auch die Art und Intensität der Betreuung. Auch Hr. Ost beschreibt die Situation analog: „Die einen, da muss man nur relativ wenig unterstützen, da muss man nur

¹⁸⁴ Int. West Z. 61

¹⁸⁵ Int. Ost Z. 42

¹⁸⁶ Int. Nord Z. 29

¹⁸⁷ Int. West Z. 86 f

¹⁸⁸ Int. Nord Z. 33

¹⁸⁹ Int. Nord Z. 174 ff

¹⁹⁰ Int. West Z. 32 f

¹⁹¹ Int. Nord Z. 89

schauen, dass sie halbwegs in die richtige Richtung arbeiten, die anderen muss man halt wirklich bei der Hand nehmen und von Null anfangen.“¹⁹² Eigenständigkeit wird vor allem dann von den Arbeitsgruppen verlangt, wenn es um die Ausarbeitung der zu Beginn oder bei den Zwischenbesprechungen festgelegten kleineren Arbeitspakete geht. Durch das Führen eines „Pflichtenheftes“¹⁹³, wie Hr. West es nennt, wird den Schülern auch während des Arbeitsprozesses entgegengekommen und werden die jeweils zu erledigenden Teilschritte definiert. Auch seinen Ausführungen unterliegt der Grundton, dass die Eigenständigkeit der Arbeitsgruppen recht unterschiedlich ausfällt. In jedem Fall sieht er es als seine Aufgabe darauf zu achten, „dass sie auf die richtige Spur kommen“¹⁹⁴, völlig alleiniges Arbeiten funktioniert nicht. Hier stehen die Betreuer zwar bei Fragen und Problemen zur Verfügung, erwarten sich aber eine selbstständige Ausführung dieser Punkte. Dabei klingt von mehreren Seiten durch, dass diese Teilaufgaben ohnehin oft mittels der Unterlagen aus dem Unterricht oder zur Verfügung stehender Fachwerke als Analogien zu diesen abgearbeitet werden können. Wobei hier nochmals an die Ausführung von Hrn. Nord erinnert sei, der das eigenverantwortliche Arbeiten seiner Schüler und Schülerinnen mit unterschiedlichen Medien als problematisch beschreibt¹⁹⁵. In Hrn. Süds Fall steht den Schülern zwar der geregelte regelmäßige Unterrichtsrahmen zur Verfügung, doch fordert er auch dabei, „die Schüler müssen total eigenständig sein. Also ich habe ja auch gar keine Zeit, ich bin ja nur damit beschäftigt zu organisieren.“¹⁹⁶ Der gemeinsame Unterricht bietet außerdem die Möglichkeit – und Hr. Süd macht das zu einer Forderung –, dass sich die Schüler „untereinander helfen“¹⁹⁷. Bei Fragen und Problemen verweist er oft absichtlich auf andere Arbeitsgruppen, die vergleichbare Lösungen bereits gefunden haben, um die Interaktion der Schüler untereinander zu fördern.

Gesondert ist aus diesem Blickwinkel auch die Zusammenarbeit mit Unternehmen zu betrachten. Wenn diese nicht in Form eines Praktikums abläuft, sodass die Lehrkraft den Arbeitsprozess ohnehin nur von außen mitverfolgt, sind die Betreuer natürlich vor allem zu Beginn bei der Herstellung der Kontakte gefragt und begleiten die Diplomanden dabei. „Also ich lasse es schon ihnen machen, aber ich bleibe trotzdem dabei“¹⁹⁸, meint beispielsweise Hr. Nord Besprechungen und Befragungen in Firmen betreffend.

Die Lehrkräfte machen also deutlich, dass die von den Schülern und Schülerinnen geforderte Eigenständigkeit beim Erarbeiten ihrer Diplomarbeiten nicht uneingeschränkt möglich und in manchen Bereichen einfach unrealistisch ist, aber dort, wo es möglich ist, sehr wohl gelebt wird. Mit Verweis auf die oft unzureichende Vorbereitung im Unterricht ist es logische

¹⁹² Int. Ost Z. 123 ff

¹⁹³ Int. West Z. 130

¹⁹⁴ Int. West Z. 206 f

¹⁹⁵ Vgl. Int. Nord Z. 159 ff

¹⁹⁶ Int. Süd Z. 308 f

¹⁹⁷ Int. Süd Z. 332

¹⁹⁸ Int. Nord Z. 215

Konsequenz, dass die SchülerInnen auch hier nicht alleine gelassen werden können und angemessene Unterstützung bekommen.

SOLARBRUNN

Die Reaktionen auf den Verlauf und die Geschehnisse des SOLARbrunn-Projektes zeigen sich sehr unterschiedlich. In manchen Bereichen überwiegt positives Feedback, andere haben mehrheitlich für Unstimmigkeiten gesorgt, und in wiederum anderen Punkten fallen die Reaktionen sehr gemischt aus.

Der Ablauf und die Arbeits- und Vorgangsweisen waren für das Umfeld der HTL sehr atypisch, „aufgrund der Treffen, aufgrund der Präsentationen, der für mich halt Vielzahl und der Länge der Besprechungen hat sich das schon anders gestaltet“¹⁹⁹, wie Hr. Nord es zusammenfasst. Die erhöhte Frequenz der Besprechungen und Zwischenpräsentationen erwähnt Hr. Ost mit einer Konsequenz für seine Diplomanden, nämlich „weil es da mehr Termine gegeben hat, da haben sie gewusst, sie müssen bis dahin auch etwas zusammenbringen“²⁰⁰. Er nennt den Präsentationsaufwand zwar schon auch als zusätzliche Belastung für Schüler und Betreuer, konnte im direkten Vergleich mit anderen zeitgleich laufenden Projektarbeiten aber feststellen, dass der „Terminplan dann einfach besser eingehalten“²⁰¹ wurde, und es vor anstehender Abgabefrist zu keinen Problemen gekommen ist. Weiter schließt Hr. Nord, dass „die Arbeitsweisen halt ein bisschen anders ausgeschaut haben, denen wir uns unterwerfen mussten, was ja nicht negativ ist, also wir haben alle miteinander ziemlich viel gelernt“²⁰². Er sieht die Konfrontation mit anderen, ungewohnten Arbeitsweisen als Bereicherung für sich und auch seine Diplomandinnen. Entsprechend äußert sich auch Hr. Süd, weil die Schüler haben „viele Dinge, die in der Schule nicht gelebt werden, kennen gelernt. Das ist sicher ein riesen Vorteil, aber die Schüler sehen es nicht als Vorteil, die Schüler sehen das nur als Belastung“²⁰³. Er lässt damit also eine negative Sichtweise seiner Diplomanden durchscheinen. Positiv erwähnt Hr. Ost, dass durch die Zusammenarbeit mit mehreren unterschiedlichen Parteien, die Schüler „auch einmal Feedback von anderen Seiten“²⁰⁴ bekommen haben, was ansonsten kaum passiert und er für sehr hilfreich hält. Auch Hr. West schlägt da in dieselbe Kerbe, dass die Schüler durch den Umgang und das Zusammenarbeiten mit einigen anderen Parteien „vom sozialen profitiert“²⁰⁵ haben. Zum eigentlichen Arbeiten an den Teilprojekten meint Hr. Ost, „für die Diplomarbeiten selbst war es jetzt nicht der große Unterschied“²⁰⁶, die eigentlichen (praktischen) Tätigkeiten seiner Schüler hätten sich nicht sonderlich von anderen Projekten unterschieden. Doch mit deutlicheren Abweichungen ihres gewohnten Arbeitsprozesses haben sich Hr. West und seine Diplomanden konfrontiert gesehen. Er

¹⁹⁹ Int. Nord Z. 103 f

²⁰⁰ Int. Ost Z. 150

²⁰¹ Int. Ost Z. 156

²⁰² Int. Nord Z. 109 ff

²⁰³ Int. Süd Z. 451 ff

²⁰⁴ Int. Ost Z. 192 f

²⁰⁵ Int. West Z. 283

²⁰⁶ Int. Ost Z. 170 f

argumentiert „es hat der komplette Ablauf nicht gepasst“²⁰⁷. Das wird ausführlicher erläutert, er hätte sich gewünscht, „dass man die Schüler in langsamem Schritten auf ein Problem heranführt“²⁰⁸, sie also in die Entscheidungsprozesse, welche Aktionen und Teilschritte zu setzen sind, mehr einbezieht und ihnen diese Entscheidungen nachvollziehbar macht. Im speziellen führt er dabei Überlegungen dazu an, dass „sämtliche Rahmenbedingungen erfüllt sein müssen, man muss auf die sozialen Kompetenzen achten, man muss die wirtschaftlichen Gegebenheiten, die technischen, die rechtlichen Sachen, alles in Einklang bringen“²⁰⁹, was bei SOLARbrunn jedoch nicht passiert ist bzw. den Diplomanden so nicht vermittelt oder vorgelebt wurde.

Gerade den Beginn des Projektes haben einige Schwierigkeiten in Sachen Kommunikation geprägt. Da das eine Zeit lang sehr prominent im Vordergrund gestanden hat, kommen auch alle befragten Betreuungslehrer darauf zu sprechen. Hr. Nord merkt an, „wie schwierig es war, die Kommunikation aufzubauen und der Informationsaustausch“²¹⁰.

Den Inhalt und die methodische Schwerpunktsetzung betreffend stellten die Betreuungslehrer einstimmig große Unterschiede zu typischen Diplomarbeiten und deren Themen fest. Eine dieser Abweichungen vom gewohnten Vorgehen sorgte gleich zu Beginn für leichte Turbulenzen, nämlich beim Formulieren der Aufgabenstellung und deren Teilschritte. „Sonst sind die Aufgabenstellungen meistens klarer definiert. Also da wissen wir schon mit der Aufgabenstellung, oder wir haben schon ein Bild vor uns, was da rauskommen wird“²¹¹, während bei SOLARbrunn zwar eine Zielvorgabe gegeben war, nicht aber welche Arbeitsschritte erforderlich sein würden, um diese erreichen zu können. Hr. Ost ergänzt dazu, „in welche Richtung das wirklich dann genau gehen wird, war eigentlich offen“²¹². Dass sich die Aufgabenstellung einige Male „verändert und erweitert“²¹³ hat, sieht Hr. West auch aus pädagogischer Sicht problematisch. In dieser Hinsicht weist er auch darauf hin, dass es nicht der üblichen Arbeitsweise entspricht, „dass in der Mitte vom Projekt etwas dazukommt“²¹⁴. Wie auch aus den Beschreibungen der Kollegen zu entnehmen ist, werden normalerweise zu Beginn des Projektes sowohl das angestrebte Ergebnis, als auch die dafür notwendigen Arbeitsschritte bereits sehr genau definiert. Hr. Nord streicht etwa heraus, „da ist es ja in erster Linie um Befindlichkeiten gegangen. Dort gibt es normalerweise irgendein Sachproblem und das schaut man sich halt ziemlich eng an“²¹⁵. Gerade in von ihm betreuten Projekten werden zwar auch immer wieder Mitarbeiter befragt, „aber in dem Ausmaß, wie es da war,

²⁰⁷ Int. West Z. 230

²⁰⁸ Int. West Z. 251 f

²⁰⁹ Int. West Z. 275 ff

²¹⁰ Int. Nord Z. 116 f

²¹¹ Int. Ost Z. 245 ff

²¹² ebenda

²¹³ Int. West Z. 137

²¹⁴ Int. West Z. 164 f

²¹⁵ Int. Nord Z. 233 f

wo sehr viele Umgebungsparameter eine Rolle gespielt haben“²¹⁶, wird das üblicherweise nicht erfasst und berücksichtigt.

Im Vergleich mit den zuvor beschriebenen typischen Umständen und Vorgangsweisen die Abschlussarbeiten betreffend, ist es nicht verwunderlich, dass bei SOLARbrunn nicht alles von Beginn an reibungslos vonstatten gegangen ist. Die Methodik, die nicht ein konkretes Ergebnis, sondern der Erarbeitungsprozess in den Mittelpunkt gestellt hatte, steht in deutlichem Gegensatz zu üblichen Projektarbeiten.

Auf die Frage hin, ob nach den bei SOLARbrunn gemachten Erfahrungen ein erneutes Angehen ähnlicher Projekte denkbar sei beziehungsweise ob auch andere, kleiner geartete Projekte mit derartiger Schwerpunktsetzung realisierbar erscheinen, meint Hr. Nord, „vom Prinzip her kann ich es mir gut vorstellen, vom zeitlichen Ausmaß kann ich es mir nicht vorstellen“²¹⁷ Hr. Ost hält es schon für möglich, weitere ähnliche Projekte durchzuführen und hält dazu fest, „am Anfang gibt es die Schwierigkeiten, aber ich denke mir, das ist sicher realisierbar“²¹⁸. Auch Hr. West sieht einer erneuten Durchführung ähnlicher Projekte kein prinzipielles Hindernis entgegenstehen, denn „Mehraufwand, zeitlich, glaub ich, war es nicht unbedingt“²¹⁹. Gegenteilig beurteilt Hr. Süd die Lage, seine Bilanz zum Projekt ist „ein verwaltungstechnischer und zeitlicher Mehraufwand, der nichts gebracht hat für uns“²²⁰. Somit ist er auch einer Weiterführung solcher Projekte gegenüber negativ eingestellt und hält das für nicht realisierbar und sinnvoll.

FORSCHUNG – ENTWICKLUNG – INGENIEURSARBEIT

Das SOLARbrunn-Projekt stellte ja an sich selbst den Anspruch, den Beteiligten näherzubringen, wie ein Forschungsprozess funktioniert und abläuft. Deshalb wurden die Betreuungslehrer auch über ihre Ansichten dazu und besonders auch ihr Verständnis von Forschung im Allgemeinen und ihren Fachbereich betreffend befragt.

Forschung spielt im Regelunterricht eine, wenn überhaupt, untergeordnete Rolle. Praktische Tätigkeiten betreffend erklärt Hr. West, „es werden Prototypen entwickelt, es werden Anlagen gebaut und solche Sachen, aber das ist Stand der Technik, das ist keine Grundlagenforschung“²²¹. Hr. Süd definiert als charakterisierendes Unterrichtsziel, „die echte Ingenieurstätigkeit besteht ja darin, dass er einen theoretischen Background hat und einen praktischen handwerklichen Hintergrund hat, und diese beiden Dinge, Handwerk und Theorie zu einer Ingenieurstätigkeit destilliert.“²²²

²¹⁶ Int. Nord Z. 240 f

²¹⁷ Int. Nord Z. 135 f

²¹⁸ Int. Ost Z. 184 f

²¹⁹ Int. West Z. 312 f

²²⁰ Int. Süd Z. 399

²²¹ Int. West Z. 367 ff

²²² Int. Süd Z. 32 ff

Die Lehrkräfte stimmen auch in ihren Aussagen überein, dass es eigentlich nicht Aufgabe eines Ingenieurs, wie er an hiesiger Schule ausgebildet wird, ist, Forschung zu betreiben. „Der HTLler arbeitet in einem konkreten Bereich“²²³, soll in seiner Berufstätigkeit also konkrete Aufträge ausführen, wie es Hr. West umschreibt. Derart umfangreiche Analysen verschiedenster Umgebungsparameter gehören zu diesen Tätigkeiten nicht dazu. Sehr wohl stellt Hr. West klar, „das gehört zum Techniker dazu, dass er bestimmte Dinge analysiert und macht sich Gedanken, woher kann das kommen, macht Überschneidungen mit den sozialen Abläufen, [...]. Aber das ist für mich immer noch keine Forschung“²²⁴. Unter eigentlicher Forschung im Elektronikbereich versteht Hr. Süd, der Forschende „kriegt von einer Firma einen Forschungsauftrag und die wollen genau irgendein bestimmtes Ding haben“²²⁵. Weiters sieht er forschende Tätigkeiten im schulischen Rahmen deshalb nicht als realisierbar an, dann „Forschen heißt, zehn Millionen Euro und eine halbe Firma hinter mir“²²⁶. Einen anderen Punkt spricht Hr. Süd ausführlich an. Bei SOLARbrunn sahen er und die Diplomanden sich mit dem Anspruch konfrontiert, „die Techniker sind für die soziale Akzeptanz der Dinge, die sie dort aufstellen oder realisieren, zuständig. Das genaue Gegenteil wird gelebt in der Branche“²²⁷. Den Grund dafür sieht er in einer Übersteigung der Kapazitäten des Einzelnen: „um was sollen wir uns bitte noch kümmern“²²⁸. Die Aufgaben und Zuständigkeitsbereiche der hier ausgebildeten Ingenieure liegen in anderen Bereichen. Für die gerade angesprochenen Dinge „gibt es Leute, die das können. Das ist niemals der Entwickler“²²⁹ und belegt das mit der allgemeinen mittlerweile sehr stark fortgeschrittenen Spezialisierung in sämtlichen Berufsfeldern, im Besonderen aber in seiner Elektronikbranche. Er sieht auch nicht das Bedürfnis, seine Schüler in diese Richtung zu fördern und die angesprochenen Kompetenzen zu erlernen, denn „der kann das nicht und der will das nicht“²³⁰.

Ob typische Abschlussarbeiten in irgendeiner Form Forschungscharakter aufweisen oder mit Forschung in Verbindung zu bringen sind, wird einstimmig mit „der Großteil nicht“²³¹ beantwortet. Hr. Ost begründet das mit dem Argument, „es geht eher darum, dass man wirklich was baut“²³², es steht also ‚klassischer Maschinenbau‘ im Vordergrund, beziehungsweise werden konkrete Lösungen auch wirklich realisiert. Das passierte bei SOLARbrunn ja nicht, dieses Projekt endete mit der theoretischen Ausformulierung von Vorschlägen für Maßnahmen, die den Verantwortlichen des untersuchten Kindergartens als Entscheidungsträger übergeben wurden. Für Hrn. Süd spricht nach seiner Erfahrung auch gegen einen Fokus auf Forschungsarbeiten, dass dies „das Potenzial eines

²²³ Int. West Z. 375

²²⁴ Int. West Z. 393 ff

²²⁵ Int. Süd Z. 501 f

²²⁶ Int. Süd Z. 515

²²⁷ Int. Süd Z. 404 ff

²²⁸ Int. Süd Z. 423

²²⁹ Int. Süd Z. 432 f

²³⁰ Int. Süd Z. 438

²³¹ Int. Ost Z. 224

²³² Int. Ost Z. 226

achtzehnjährigen“²³³ schlicht überschätzt und das im Rahmen der Diplomarbeiten nicht möglich ist.

Dass SOLARbrunn in seiner Arbeitsweise als Forschungsprojekt aufgezogen wurde und das Vorgehen dem wissenschaftlichen Erkenntnisprozess entsprechen sollte, wurde nicht von allen betreuenden Lehrern als solches wahrgenommen. So meint Hr. West beispielsweise, dass die Diplomanden in ihren Tätigkeiten „nur ein Handwerk gemacht“²³⁴ haben. Auch Hr. Süd bezeichnet den Projektverlauf nicht als Forschungsprozess, sondern „das hat mit Forschung nichts zu tun, das ist ganz einfach logisches Denken“²³⁵.

²³³ Int. Süd Z. 490

²³⁴ Int. West Z. 389

²³⁵ Int. Süd Z. 571 f

NATURE OF SCIENCE UND SOLARBRUNN

Zurück zum Anfang: im ersten Teil dieser Arbeit hier wurden die Grundzüge von „Nature of Science“ erläutert, was damit gemeint ist und wie die Forschung und vor allem deren Erkenntnisse dazu Einzug in den Schulunterricht finden könnten. Auch wurde dort festgestellt, dass diverse Präkonzepte und unrichtige Vorstellungen zu Forschung und dem Funktionieren von Naturwissenschaft weit verbreitet sind – sowohl auf Seite der Schülerinnen und Schüler, als auch auf Seite der Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern. So drängt sich nun also die Frage auf, ob die angesprochenen Fehlvorstellungen auch in den Aussagen der Interviewpartner erkennbar sind und ob in weiterer Folge im Rahmen des SOLARbrunn-Projektes daran gerüttelt wurde. Dem soll nun im folgenden Abschnitt nachgegangen werden.

WAS IST FORSCHUNG?

Diese Arbeit wurde mit solch grundlegenden Fragen wie „Was ist denn diese Naturwissenschaft?“ und „Was macht man, wenn man ‚forscht‘?“ begonnen. Diese Fragen sollen hier nochmals aufgegriffen und mit den Aussagen der befragten Lehrkräfte zusammengebracht werden. Dass die Vorstellungen von naturwissenschaftlichem Arbeiten und Forschung fehlerbehaftet sind, wurde so zusammengefasst, dass „high school graduates, and the general citizenry, do not possess (and never have possessed) adequate views of NoS“²³⁶ und „students, as well as teachers continue to ascribe to naive views of NoS“²³⁷. Auch wurde das doch recht weit verbreitete Bild des eigenbrötlerischen Wissenschaftlers in seinem Elfenbeinturm bemüht.

Die Antworten der befragten Lehrkräfte hierzu lassen – wenig verwunderlich – deutlich erkennen, dass es sich bei ihnen und ihren SchülerInnen um (angehende) Techniker und Ingenieurinnen handelt. Die HTL Hollabrunn ist ja auch eine berufsbildende Schule, die gezielt auf bestimmte Berufsfelder hinarbeitet und in dem Sinn auch keinen explizit naturwissenschaftlichen, sondern einen technischen Schwerpunkt setzt. So geben alle vier einhellig an, dass „Forschung“ im Unterricht generell keine gesonderte Rolle zukommt. Auch bei Projektarbeiten bzw. den Abschlussarbeiten der Diplomanden und Diplomandinnen sehen die Lehrkräfte keinen Forschungscharakter. Beispielahaft erklärt dazu Hr. Süd, dass das auch nicht sinnvoll oder gar möglich sei, da in seinem bzw. dem werdenden Berufsfeld der Schülerinnen und Schüler Forschung so funktioniert, dass man „von einer Firma einen

²³⁶ Lederman (2006), S. 2

²³⁷ Abd-El Khalick (2012), S. 1041

Forschungsauftrag [bekommt] und die wollen genau irgendein bestimmtes Ding haben“²³⁸ und dass „Forschung heißt, zehn Millionen und eine halbe Firma hinter mir“²³⁹. In diesem höchst spezialisierten und technologisierten Bereich ist also ein Forschen auf schulischer Ebene schlicht nicht möglich. Anders argumentiert Hr. Ost, dass bei den (Diplom-)Projekten nicht der Prozess als Forschungsarbeit im Fokus steht, sondern es gehe darum, „dass man wirklich was baut“²⁴⁰. Er spricht also, wie auch seine Kollegen, den praktisch-handwerklichen Charakter der Projektarbeiten an, der meist im Vordergrund steht. Hr. West wiederum verneint den Fokus auf das Forschen mit dem Verweis darauf, dass „Literaturstudium in dem Sinne, dass man da was forscht“²⁴¹ als Schwerpunkt nicht vorgesehen sei, und verweist dabei auf die Vorwissenschaftlichen Arbeiten an den AHS, in deren Rahmen er das für möglich halten würde.

Alle Befragten berichten von unterschiedlich dimensionierten Projekten, die die Schülerinnen und Schüler im Laufe ihrer Schullaufbahn durchführen, allesamt sehen sie darin aber auch keinen naturwissenschaftlichen Forschungsprozess. Besonders Hr. West bringt es auf den Punkt, wenn er sagt „da ist die Aufgabenstellung klipp und klar, da können sie natürlich nach Kochrezept oder Fachbuch nacharbeiten“²⁴². Er nennt hier also klar eines der Hauptprobleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts²⁴³.

²³⁸ Int. Süd, Z. 501f

²³⁹ Int. Süd, Z. 515

²⁴⁰ Int. Ost, Z. 226

²⁴¹ Int. West, Z. 382

²⁴² Int. West, Z. 359

²⁴³ Vgl. diese Arbeit, S. 17f

WIE GEHT FORSCHUNG? SO WIE BEI SOLARBRUNN?

Im ersten Teil hiesiger Arbeit wurde auf die Problematik hingewiesen, dass wissenschaftliche Publikationen verschiedenster Art nur selten oder gar nicht den Forschungs- und Erarbeitungsprozess abbilden, der zu ihrer Entstehung geführt hat²⁴⁴. In diese Kerbe schlägt auch Hr. Ost, der anmerkt, dass das SOLARbrunn-Projekt sowohl für die DiplomandInnen als auch für die Lehrkräfte ein zeitlicher Mehraufwand im Vergleich zu anderen Abschlussarbeiten gewesen ist. Im Fokus standen hier oft „Dinge, die man am Ende bei der Arbeit dann selbst nicht so sieht“²⁴⁵, wobei sich Hr. Ost im selben Atemzug über die Lösung dieses Problems äußert, die er in einer entsprechenden Dokumentation des Arbeitsprozesses sieht.

Generell geht aus den Aussagen der Lehrkräfte sehr deutlich hervor, dass das Erarbeiten der Abschlussarbeiten der Schüler und Schülerinnen in allen Bereichen sehr stark vorstrukturiert ist. In diesem Zusammenhang spricht Hr. West beispielsweise von einem vor Arbeitsbeginn zu erstellenden Zeit- und Aufgabenplan und besonders von einem zu Beginn definierten Ergebnis²⁴⁶. Ganz ähnlich argumentiert Hr. Ost, der anführt, dass bei anderen Projektarbeiten die „Aufgabenstellungen meistens klarer definiert“²⁴⁷ seien und vor Beginn der eigentlichen Arbeit schon feststeht, „was da rauskommen wird“²⁴⁸. Dazu ergänzt er die Unterscheidung, dass bei SOLARbrunn zwar ein Ziel formuliert war, aber eben nicht bereits zu Beginn feststand, wie dieses Ziel erreicht werden könnte. Das wertet Hr. Ost zwar als Herausforderung, aber zugleich als wertvolle Möglichkeit zu lernen.

Bei SOLARbrunn wurde in dieser Hinsicht also anders gearbeitet. Den naturwissenschaftlich-forschenden Arbeitsprozess betreffend wurde im ersten Kapitel darauf hingewiesen, dass diesen oft „weniger Planung und Kontrolle, sondern vielmehr Improvisation und Zufall [...] prägen“²⁴⁹. Damit soll nun natürlich nicht gemeint sein, dass bei dem Projekt „auf gut Glück“ darauf losgearbeitet wurde, sondern dass eben nicht bereits im Vorhinein jeder einzelne Schritt festgelegt war und man die jeweiligen Folgeschritte auf die zuvor gewonnenen Messungen und Erkenntnisse aufzubauen und abzustimmen versuchte. Da an dem Projekt doch eine recht große Zahl an Lehrenden und Lernenden zusammengearbeitet hat, war somit auch ein regelmäßiger Austausch zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen notwendig, um Schritt für Schritt auf Neues reagieren und weiterplanen zu können. Hier sei nochmal auf den von allen vier befragten Lehrkräften genannten Faktor Zeit hingewiesen, beispielsweise

²⁴⁴ Vgl. Hötteke, Rieß (2015), S. 131

²⁴⁵ Int. Ost, Z. 162f

²⁴⁶ Vgl. Int. West, Z. 155 - 176

²⁴⁷ Int. Ost, Z. 245f

²⁴⁸ Int. Ost, Z. 247

²⁴⁹ Hötteke, Rieß (2015), S. 132

erwähnt Hr. Nord die „Vielzahl und Länge der Besprechungen“²⁵⁰, die sich zeitintensiver als üblich gestaltet haben, ebenso Hr. Süd, der dazu ergänzt, dass dieser zeitliche Mehraufwand „nichts gebracht hat“²⁵¹ und somit auch für Unmut auf Schülerseite gesorgt habe. Diesen opulenteren Zeitfaktor spricht auch Hr. Ost an, wertet die, aus seiner Sicht, ungewöhnlich große Anzahl an Besprechungen und Präsentationen des Zwischenstandes aber als großen Vorteil für die Schülerinnen und Schüler²⁵².

Dass das eher einem naturwissenschaftlich-forschenden Vorgehen entspricht, haben die Lehrkräfte nur bedingt so wahrgenommen. Die fehlende Schritt-für-Schritt-Vorgabe hat Unsicherheit und in Folge dessen auch gelegentlich Ärger erzeugt, hingegen wurden die häufigen Besprechungen und Präsentationen des Zwischenstandes als lästig und zeitraubend empfunden. Die Ansicht „uncertainty is an essential component of the growing of knowledge, in the scientist's activity as well as in the science classroom activity“²⁵³ wurde von den Lehrkräften im Verlauf des Projektes oft nicht als Chance wahrgenommen, sondern als fehlende Planung und Struktur problematisch bewertet. So argumentiert beispielsweise Hr. West²⁵⁴, der an anderer Stelle²⁵⁵ die laufenden Veränderungen und Neuorientierungen auch als pädagogisch kritisch bewertet. Hr. West spricht damit einen nicht unwesentlichen Faktor an, deshalb sei an dieser Stelle eingehakt: Das SOLARbrunn-Projekt stellte natürlich für sämtliche Beteiligte – also sowohl Lehrende als auch Lernende – ein Novum dar, es handelte sich also um eine Situation, die von Vornherein einige Unbekannte und Unsicherheiten mit sich bringt. Die Warnung aus pädagogischer Sicht ist sicherlich auch deshalb gerechtfertigt, da sich die Schüler und Schülerinnen beim Erarbeiten ihrer Abschlussarbeiten ohnehin in einer angespannten Lage befinden. Werden sie hier noch zusätzlich und zum ersten Mal in ihrer Schullaufbahn mit einer ihnen bis dato völlig unbekannten Arbeitsweise konfrontiert, kann das selbstverständlich zu Unsicherheiten führen. Das ist freilich ein kritischer Punkt, dem zukünftig natürlich vorgebeugt werden könnte, wenn die Prinzipien von NoS bereits in den Regelunterricht einfließen und dann in der entscheidenden Phase eines Abschlussprojektes eben nicht mehr neu wären.

In einer Hinsicht haben aber alle befragten Lehrer dem Projekt klar Positives abgewinnen können, nämlich bei der Kommunikation. Hr. Nord führt an, dass sich gerade dieser Punkt vor

²⁵⁰ Int. Nord, Z. 104

²⁵¹ Int. Süd, Z. 398

²⁵² Vgl. Int. Ost, Z. 139 - 174

²⁵³ Tiberghien et al. (2014), S. 934

²⁵⁴ Vgl. Int. West, Z. 22 - 28

²⁵⁵ Vgl. Int. West, Z. 132 – 154 und Z. 233 - 242

allem anfänglich als große Schwierigkeit dargestellt hat, aber gleichzeitig eine Lerngelegenheit für sämtliche Beteiligte am Projekt geworden sei²⁵⁶. Auch an anderer Stelle nennt er die „Aufbereitung der Kommunikation“ und den „Informationsaustausch“²⁵⁷ als Profit für seine Diplomandinnen in Hinblick auf deren zukünftiges Berufsleben. Hr. Süd begrüßt ebenso den forcierten Austausch zwischen den beteiligten Parteien des Projektes und nennt auch dessen Nähe zum zukünftigen beruflichen Alltag der SchülerInnen²⁵⁸.

²⁵⁶ Vgl. Int. Nord, Z. 114 - 131

²⁵⁷ Int. Nord, Z. 255f

²⁵⁸ Vgl. Int. Süd, Z. 447 - 458

FAZIT – AUSBLICK – EPILOG

Man muss zugeben, dass in den vorangegangenen Ausführungen der Eindrücke der befragten Lehrkräfte doch einiges an negativer Kritik dabei war und – um es salopp zu sagen – in Sachen ‚Nature of Science‘ auf den ersten Blick „nicht viel zu holen war“. Doch hat gerade das sehr klar gezeigt, dass die Problemfelder, die von der Forschung zu ‚Nature of Science‘ und deren Vermittlung an die Schülergenerationen, absolut präsent und eben auch an der hier im Fokus stehenden Höheren Technischen Lehranstalt vorzufinden sind. Darauf hingewiesen sei hier auch, dass genannte Problemfelder, also falsche Vorstellungen von Forschung und einem naturwissenschaftlichen Arbeiten, nicht immer „nur“ die ansonsten oft im Mittelpunkt stehenden Schülerinnen und Schüler betreffen, sondern ebenso auf Seite der Lehrerschaft da sind, was die Aussagen der Interviews klar belegen.

Keinesfalls darf dies jedoch als Kritik an den am Projekt beteiligten Lehrkräften, deren Unterricht oder Betreuungsarbeit der Diplomanden und Diplomandinnen verstanden werden! Ihre Aussagen sind bezeichnend für eine vielmehr strukturelle Problematik, also das allgemeine – nicht korrekte – Verständnis der Natur der Naturwissenschaften, was wiederum unabhängig von Schule oder Schultyp ist. Das Verfassen und Betreuen von Abschlussarbeiten der SchülerInnen ist auch geprägt von mittlerweile eingespielten Strukturen, die sich etabliert haben und dementsprechend auch fortgeführt und weitergegeben werden, wie auch aus den Interviews zu vernehmen ist²⁵⁹. Diesem Sachverhalt muss Verständnis entgegengebracht und er muss auch bei zukünftiger Gestaltung von Projekten oder Unterrichtskonzepten berücksichtigt werden. Denn, wie in vielen anderen Bereichen auch, ist es für die Betroffenen ein Stressfaktor und erzeugt Unsicherheiten, wird man unvorbereitet mit bisher unbekannten Arbeitsweisen konfrontiert. Ähnlich ist natürlich auch der vorgegebene Lehrplan oder die Organisation der Unterrichtsfächer an den Schulen eine solche vorgegebene Struktur. Hier sehen aber auch die befragten Lehrkräfte Potenzial für Veränderungen und würden sich durchaus Verbesserungen wünschen, wie sie das auch in den Interviews ansprechen²⁶⁰.

Das zeigt nun, bei all der bereits formulierten Kritik, doch auch eine entsprechende Bereitschaft der Lehrkräfte. Trotz der Schwierigkeiten, die das SOLARbrunn-Projekt mit sich gebracht hatte, konnte den an NoS orientierten Arbeitsweisen und dem Vorgehen dann doch etwas abgewonnen werden und lässt sich eine gewisse Akzeptanz erkennen. Besonders das Wegbewegen von Einzelarbeiten hin zu einem größeren, als Gruppe aus unterschiedlichen Parteien Projekt wird von den Lehrkräften in den im Nachhinein durchgeföhrten Befragungen positiv hervorgehoben, gleichwohl ebendas vor allem in der Anfangsphase für Herausforderungen gesorgt hat. Im Besonderen wurde von den Lehrkräften dieser berufsbildenden Schule die Bedeutung der den SchülerInnen hier nähergebrachten intensiven Kommunikation zwischen den vielen Beteiligten am Projekt für deren zukünftiges Berufsleben

²⁵⁹ Vgl. Int. Süd, Z. 171 – 182; Z. 208 – 215;

²⁶⁰ Vgl. z. B. Int. Ost, Z. 95 – 110; Z. 201 – 220; oder Int. Süd, Z. 69 – 92;

angemerkt. Das ist insofern bemerkenswert, da in den Interviews doch einhellig konstatiert wurde, dass Forschung und forschendes Arbeiten an sich im Unterricht keine Rolle spielen, und das auch gar nicht vorgesehen sei. Nach Abschluss des Projektes wurden dann aber zumindest manche der NoS-typischen Arbeitsweisen als positiv, lehrreich und sinnvoll bewertet.

Geht man davon aus, dass Lehrenden und Lernenden an Schulen all diese Prinzipien von ‚Nature of Science‘ nicht geballt auf einmal „vorgesetzt“ werden, sondern ihnen schrittweise nähergebracht werden, so stellt das ja eine richtiggehende Forderung dar, das naturwissenschaftliche Arbeiten verstärkt in den Unterricht zu integrieren. Die an SOLARbrunn beteiligten Lehrer berichteten selbst allesamt, dass die Schüler und Schülerinnen während ihrer Schullaufbahn immer wieder Projekte in unterschiedlichem Umfang durchführen. Hier bräuchte es klarerweise entsprechende Unterstützung für die Lehrkräfte, also Tipps, Anleitungen oder vielleicht sogar vorgefertigte Unterrichtskonzepte und -einheiten, anhand derer man sich der Materie entsprechend annähern kann. Die Interviews haben gezeigt, dass nicht nur Schülerinnen und Schüler, sondern gleichermaßen auch die Lehrkräfte einen Lernprozess absolvieren müssen. Jedoch geht aus besagten Interviews ebenso klar hervor, dass die Bereitschaft für einen solchen jedenfalls gegeben ist.

Die Situation an der Höheren Technischen Lehranstalt, an der das SOLARbrunn-Projekt durchgeführt wurde, hat für selbiges natürlich gute Voraussetzungen geboten, da hier im Rahmen der Abschlussarbeiten der Diplomandinnen und Diplomanden ohnehin bereits recht umfangreiche Projekte erarbeitet werden und dafür auch entsprechend Zeit und Mittel zur Verfügung stehen. Das kann natürlich nicht für sämtliche Schulen als gegeben angenommen werden. Jedoch wurden zuvor kleiner dimensionierte Projektarbeiten angesprochen, wie sie auch die interviewten Lehrkräfte erwähnt hatten. Solche finden in sämtlichen Schulformen in allen Altersklassen Platz. Mit entsprechender Adaptierung können die Prinzipien von NoS auch hier umgesetzt werden, angefangen von kleinen Lerneinheiten im naturwissenschaftlichen Unterricht, über Projekte ganzer Schulklassen, bis hin zu Vorwissenschaftlichen Arbeiten oder Diplomprojekten.

ANHANG

LEITFRAGEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG DER INTERVIEWS

ERSTER TEIL - ALLGEMEINES

- A) Wie viele Diplomarbeiten betreuen Sie pro Schuljahr?
- B) Wie viel Zeit steht Ihnen dafür grundsätzlich zu Verfügung?
- C) Wie viel Zeit wenden Sie tatsächlich für die Betreuung Ihrer Schüler auf?
- D) Wie gehen Sie bei der Entwicklung der Aufgabenstellungen vor?

ZWEITER TEIL – BETREUUNG VON DIPLOMARBEITEN

- E) Können Sie beschreiben, wie Sie bei der Betreuung der Schüler prinzipiell vorgehen?**
- F) In welchem Ausmaß und in welcher Form arbeiten die Schüler eigenständig an ihrem Projekt? Wann und wie intervenieren Sie und leiten die Schüler an?
- G) Inwiefern hat sich die Betreuung der Diplomarbeiten im Rahmen des Projektes Solarbrunn anders als üblich gestaltet?
- H) Können Sie sich vorstellen bei anderen Diplomarbeiten ähnlich vorzugehen? In welchem Ausmaß erscheint es Ihnen realisierbar? Was würden Sie anders machen?
- I) Von welchen Aspekten des gemeinsamen Projektes haben die Schüler Ihrer Meinung nach profitiert?

DRITTER TEIL - FORSCHUNGSBEGRIFF

- J) Wie werden die Schüler auf das (selbstständige) Erarbeiten ihrer Diplomarbeit vorbereitet?**
- K) Wird dem Begriff „Forschung“ im Rahmen typischer Diplomarbeiten Ihrer Meinung nach gerecht? In welcher Form wird von den Schülern Forschung betrieben?
- L) Welche Rolle spielt der Begriff „Forschung“ im allgemeinen Unterrichtsgeschehen? In welchen Zusammenhängen setzen sich die Schüler explizit damit auseinander?
- M) War der Forschungsbegriff bei dem Solarbrunn-Projekt ein anderer als üblich? Wie hat sich das bemerkbar gemacht? Haben die Schüler Ihrem Eindruck nach davon profitiert und etwas gelernt?

TRANSKRIPTE DER INTERVIEWS

Interview Hr. West

Lehrkraft der Abteilung Elektrotechnik an der HTL Hollabrunn

Transkript

Die Namen der Gesprächspartner wurden verändert.

DS – Interviewer

WE – Hr. West

1 **OT 1: ARBEITSAUFWAND**

2 DS ...Mir geht es vor allem um den Forschungsbegriff, was für eine Rolle der
3 grundsätzlich spielt und wie das Betreuen einer Diplomarbeit prinzipiell abläuft.
4 Vielleicht zum Anfang – wie viele Diplomarbeiten haben Sie pro Schuljahr zu
5 betreuen?
6 WE Pro Schule und pro Lehrer?
7 DS Pro Schuljahr.

8 **UT 1.1: ANZAHL DER DIPLOMARBEITEN PRO LEHRKRAFT**

9 WE Was ich persönlich habe, das waren jetzt drei Diplomarbeiten und neun Schüler.
10 DS Drei Diplomarbeiten, das ist Durchschnitt, oder?
11 WE Nein, das war eher, ja das war eher an der unteren Grenze.
12 DS Aha, grundsätzlich sind es mehr?
13 WE Bei mir schon, bei anderen weniger, aber im Endeffekt, wenn alle Diplomarbeiten
14 machen müssen und wir haben ungefähr zehn Lehrer zur Verfügung, maximal, und
15 haben jetzt die Elektrotechnik mit achtunddreißig, dann heißt das drei Komma acht
16 Schüler ungefähr pro Lehrer, und dann sind wir in den anderen Bereichen auch noch
17 tätig, wie im Kolleg, dann wird's natürlich mehr. Maschinenbauer hab ich auch ab
18 und an, also das kann man jetzt nicht so sagen. Im Kolleg sind es jetzt, derzeit... ja ich
19 bin bis siebzehn, achtzehn auch schon gekommen.
20 DS Pro Jahr, also in einem Jahr?
21 WE In einem Jahr.

22 **UT 1.2: AUFWENDIGE BETREUUNG BEI SOLARBRUNN**

23 Und vor allem das mit BLUKONE oder mit Solarbrunn, das hat erstens einmal länger
24 gedauert, und dann war das nie ganz klar, von Anfang an, die Aufgabenstellungen,
25 und wenn man mehrere solche Aufgabenstellungen hat, und mehrere solche
26 Diplomarbeiten, dann ist man halb am Verzweifeln, weil wir da natürlich das straff
27 durchorganisiert haben und nicht immer irgendwie ins Wischiwaschi reinarbeitet.
28 DS Mhm.

29 **UT 1.3: ANSPRUCH DER SELBSTSTÄNDIGEN SCHÜLERARBEIT UND REALITÄT**

30 DS Das heißt, wie viel Zeit haben Sie grundsätzlich pro Diplomarbeit oder pro Schüler...
31 WE Ich dürfte normalerweise gar nichts für eine Diplomarbeit aufwenden, weil die
32 Schüler das alles selbstständig machen und ich tu sie nur anleiten, was natürlich nicht
33 stimmt. Prinzipiell, schätze ich, was wird denn rauskommen, ungefähr zehn Stunden
34 auf die Woche.
35 DS Pro Woche, für alle Arbeiten zusammen.
36 WE Ja, für alle Arbeiten.
37 DS Das heißt, das was grundsätzlich veranschlagt wäre...
38 WE Veranschlagt ist nichts, das darf man gar nicht umrechnen, weil da sind drei oder vier
39 Stunden veranschlagt, und jetzt muss ich an und für sich mehrere Arbeiten
40 durchkorrigieren und anschauen, und beurteilen und Anleitungen geben, da brauch
41 ich schon gar nicht mehr darüber nachdenken.

42 Das heißt, im Prinzip ist eine Stunde Unterrichten wesentlich besser bezahlt, als zehn
43 Diplomarbeiten oder zehn Diplomanden. Also um das braucht man sich nicht reißen,
44 wirklich.

OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN

UT 2.1: SCHÜLER BRINGEN EIGENE IDEEN EIN

47 DS Vor allem, wenn es jetzt zum Beispiel so viele Diplomarbeiten sind, wie gehen Sie da
48 vor, wenn es um die Aufgabenstellungen geht, also wie finden Sie die, oder wie...

49 WE Naja, die Aufgabenstellungen sollten normalerweise von den Schülern kommen, aber
50 die kommen in dem Alter eigentlich am allerseltensten. Sie haben Ideen, und die
51 müssen wir halt nachher eingrenzen.

52 Prinzipiell fange ich damit an, dass ich sie das punktuell nochmal aufschreiben lasse,
53 was sie für Vorstellungen haben, und dann muss ich das in den Rahmen
54 zusammenpacken oder runterstreichen, dass das hundertfünfzig bis hundertachtzig
55 Stunden ergibt.

56 DS Aber das heißt, grundsätzlich funktioniert das so, also der erste Schritt ist, dass die
57 Schüler zu Ihnen kommen und sagen, sie wollen bei Ihnen...

UT 2.2: VORSCHLÄGE WERDEN VON LEHRKRÄFTEN ERSTELLT

59 WE Wir machen das anders, das heißt, damit wir ein bisschen eine gleichmäßige
60 Aufteilung haben unter den Kollegen und dass sie nicht alle zu einem Kollegen rennen
61 und der hat fünfzig Diplomanden, wird es so gemacht, dass wir ihnen Vorschläge
62 machen, was Themen wären, ob vom Bereich Energiemanagement, Elektromobilität
63 beispielsweise, Laststeuerungen und auch andere Themen im Bereich der
64 Automatisierungstechnik, und da gibt's Vorschläge, wo man was tun kann und dann
65 suchen sie sich entweder von dort einen Vorschlag oder sie kommen mit irgendeiner
66 Idee daher, was weiß ich, wie ein Dreirad, das was schleudert und das wollen sie

UT 2.3: FINANZIERUNG

68 elektrisch betreiben, und dann sag ich, na gut, ok, dann müssen sie einen Financier
69 finden, weil die Schule kann sich das nicht leisten und dann können wir das machen.
70 Wenn es für die Schule ist, dann wird das selbstverständlich finanziell unterstützt,
71 aber wenn das nicht für die Schule gedacht ist, also wenn es in der Form ist von
72 Laborübungen, dann gibt es Geld von der Schule für Gerätschaften oder für sonstige
73 Sachen, aber ansonsten gibt es nichts. Oder wenig, das heißt, meistens haben sogar
74 die Lehrer selber schon reingebissen, das muss ich auch sagen, also, das heißt, kann
75 schon durchaus einmal sein, dass ich ein Jahr habe, wo ich die Entschädigungen, die
76 ich krieg, wieder eins zu eins in die Aufwendungen reinstecke.

UT 2.4: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

78 DS Ok, also es ist schon so, dass teilweise die Ideen von den Schülern selbst kommen
79 und teilweise wird es...

80 WE Circa zwanzig Prozent.

81 DS Zwanzig Prozent. Das heißt, meistens wird ein Themengebiet vorgeschlagen und da
82 suchen sich die Leute dann was aus.

83 WE Es gibt auch Kooperationen mit Firmen, wo man sagt, man braucht Schüler, oder wie
84 es jetzt mit der Uni war, dass man sagt, man braucht die Schüler weil wie das und das

85 zu tun hätten, aber lieber ist es mir, wenn sie mit etwas daherkommen oder ich
86 selber was vorschlagen kann, wo ich sage, ok, ich möchte das auch nutzen können,
87 beispielsweise für den Unterricht oder für irgendwas. Das heißt, was mich selber
88 auch weiterbringt, das ist mir ehrlich gesagt am liebsten. Muss ja auch was haben
89 davon, wenn ich schon nichts gezahlt kriege, sollt ich wenigstens irgendwas davon
90 haben.

91 DS Aha, das heißt, von Firmen kommen da teilweise auch Anfragen...

92 WE Ja. Siemens zum Beispiel, dort ist ein elektrisches Go-Kart gebaut worden, dann hat
93 es Regelungstechnische Modelle gegeben, wo sie mit anderen zusammengearbeitet
94 haben, nur weiß ich jetzt nicht, wie die Firma geheißen hat, auch dort hat es an und
95 für sich Firmenkontakte gegeben. Also es ist nicht so, dass das nur da in der Schule
96 bleibt.

97 DS Aha.

OT 3: RAHMENBEDINGUNGEN

99 Die Betreuung dann, wie schaut das in groben Zügen grundsätzlich aus? Gibt es da
100 irgendwelche ganz wichtigen Elemente, nach denen Sie immer vorgehen?

UT 3.1: VORGABEN DES MINISTERIUMS

102 WE Ja es gibt die Vorgaben oder die Leitlinien, den Leitfaden vom Ministerium und das ist
103 halt sehr bürokratiebehaftet, das heißt, da darf die Aufgabenstellung nur fünfhundert
104 Zeichen haben und dann hat man die Abgabetermine, dann muss ein Terminplan
105 aufgestellt werden, dann müssen Meilensteine aufgestellt werden, das Ganze ist
106 dann hochzuladen, dann wird's genehmigt oder nicht genehmigt, wieder
107 zurückgeschickt, wenn der Titel nicht passt, oder wie auch immer. Das ist ein Prozess,
108 der von den Schülern zu mir kommt, von mir meistens nicht zurückgeht, weil ich es
109 schon vorher sehe, aber dann geht es zu meinem Vorgesetzten, der kann es
110 zurückschicken oder weiterschicken, und dann kann es vom Landesschulinspektor
111 wieder zurückgeschickt werden zum Überarbeiten. Also das ist ein, bis die
112 Aufgabenstellung einmal steht und bis es wirklich so weit ist und die vorgesetzte
113 Stelle weiß, was sie haben will, wie viele Zeichen das haben soll, in welchem Umfang
114 das entstehen soll, das ist halt immer gegliedert zwischen Aufgabenstellung, Ziele,
115 und was ist noch, ja, welche Ziele es sein sollen und wie das Ergebnis ausschauen soll,
116 ungefähr in dem Bereich bewegt sich das. Das sind die Vorgaben und dann ist das
117 einmal so weit, und dann kann man sagen, ok, jetzt hat man das, und dann muss man
118 auch schon festgelegt haben, wer finanziert die ganze Sache.

119 Wenn das alles einmal steht, dann kann man schön kleinweise anfangen zu arbeiten.

UT 3.2: UNVERMEIDLICHE ZEITLICHE KUMULATION

121 Am Anfang rennt das natürlich noch nicht so, das wird dann erst zum Schluss
122 hektisch. Das ist aber blöderweise so, dass wir erst anfangen Mitte vierter Jahrgang
123 mit der Themenfindung, mit der Team- und Themenfindung, das heißt, die Schüler
124 müssen sich zueinander finden in ein Team und sie müssen ein Thema finden mit der
125 Aufgabenstellung. Und gleichzeitig werden die vom Jahr davor fertig, dort brennt der
126 Hut. Weil die waren am letzten Zucken, bis zum Gehnichtmehr wollen die das

127 Projekt fertig haben, vorher tun sie nichts, das heißt, immer genau dort im
128 Sommersemester ist prinzipiell immer High noon, im Herbst nachher weniger.
129 So ungefähr kann man das sagen, das heißt, das wird abgearbeitet, die ganzen
130 Aufgaben nach diesem Katalog, nach dem Pflichtenheft, und am Schluss kommt es zu
131 einer Abgabe.

UT 3.3: ÄNDERUNGEN DER AUFGABENSTELLUNGEN BEI SOLARBRUNN

132 Und das ist eben der Unterschied zu dem, wie es bei Solarbrunn gerannt ist, bei
133 Solarbrunn haben wir nie dieses, hab ich immer wieder urgert, wir brauchen ein
134 Pflichtenheft und eine Aufgabenstellung damit man...

135 DS ...weil sich das immer wieder verändert und erweitert hat...

136 WE ...das hat sich immer verändert und erweitert, das heißt, auf der einen Seite hab ich
137 einen zeitlichen Rahmen für meine Schüler, wo ich auch nicht drüber fahren kann,
138 weil sonst bring ich sie um, unter Anführungszeichen, pädagogisch gesehen, und
139 wenn ich laufend was ändere in dem Prozess und das Endziel laufend verändere, aber
140 gravierend verändere, dann, und dann kommt der nächste daher und sagt, das
141 könnten sie ja eigentlich auch noch dazu machen, das ist natürlich für mich, sag ich
142 einmal, das brauch ich überhaupt nicht. Ich brauch nicht, dass noch irgendeiner
143 dazwischen kommt und sagt, das machen wir jetzt auch noch dazu und das. Und das
144 war mir viel zu wenig im Vorfeld überlegt. Das ist so dahingeplätschert und dann hat
145 man immer irgendwo eine gute Idee gehabt und dann ist wieder was
146 dazugekommen. In Summe, glaub ich, haben wir zeitig angefangen und hab dreimal
147 die Aufgabenstellung umgedreht, das hat mich besonders zur Weißglut gebracht.
148 Weil ich mir gedacht habe, zuerst sind wir über Weihnachten, wo ich gesagt habe,
149 jetzt wird es höchste Zeit, dass wir was tun, mit der Frau Ortiz beisammen gesessen
150 und haben das abgesegnet, hat es geheißen so machen wir das, so ist es gut, und
151 dann bei der nächsten Sitzung war alles anders und dann war es noch einmal anders.
152 Dann war man irgendwie nicht mehr gut auf mich zu sprechen, weil ich schon grantig
153 war, weil ich das nicht gewohnt bin.

UT 3.4: REGULÄRER ABLAUF EINER DIPLOMARBEIT

155 Ich sag immer, ich hab ein Pflichtenheft und dann machen wir ein Lastenheft daraus
156 und dann machen wir das.

157 DS Das heißt, grundsätzlich wird am Anfang von jedem Projekt ein Zeitplan erstellt...

158 WE ...ein Zeitplan und das Projekt definiert.

159 DS Es ist am Anfang also wirklich schon klar, was am Schluss rauskommen soll.

160 WE Ja. Es kann natürlich sein, dass das am Schluss nicht rauskommt, wenn man erfährt,
161 dass man gewisse Teile nicht erfüllen kann, oder wie auch immer, das gehört zu so
162 einem Projekt dazu, das ist schon klar. Aber das ist das, was am Anfang festgelegt
163 worden ist und was vielleicht nicht so funktioniert hat. Aber es ist nicht so, dass in der
164 Mitte vom Projekt normalerweise etwas dazukommt.

165 DS Ok. Wenn das dann einmal rennt, haben Sie fixe Stunden in der Woche, wo sie das
166 dann besprechen...

167 WE Ja, im Prinzip schon, alle vierzehn Tage haben wir das gehabt.

169 Wenn ich natürlich, wenn wir gefährliche Arbeiten machen, irgendwo, das heißt,
170 unter Spannung arbeiten oder so, das mach ich, das ist auch klar, da kann ich die
171 Schüler nicht arbeiten lassen. Und im Labor, wenn wir Laborübungen machen und die
172 arbeiten mit vierhundert Volt, kann ich sie auch nicht alleine arbeiten lassen, da muss
173 ich dabei sein.

174 DS Ja, das ist klar. Aber das ist im Regelunterricht, oder sind das zusätzliche...
175 WE ...das ist alles außerhalb des Unterrichts. Das heißt, das ist nicht im Unterricht, das ist
176 außerhalb, und das ist nämlich eh eine Menge.

177 UT 3.5: PROBLEMATIK REGELUNTERRICHT FÜR SCHÜLER
178 Weil sie haben eh achtunddreißig Stunden Unterricht, normalen Regelunterricht, und
179 dann haben sie die hundertfünfzig Stunden oben drauf, bis hundertachtzig. Das ist
180 dann das, was sie noch zusätzlich haben.

181 Da können sie ein bisschen was vielleicht in den Ferien machen, da sind sie aber
182 meistens nicht so weit mit dem Projekt und mit den Gedanken...

183 DS ...in den Sommerferien...

184 WE ...in den Sommerferien, weil das zu früh ist, da könnten sie etwas machen, aber da ist
185 es noch zu früh und da haben sie noch nicht angefangen. Und dann am Schluss, wo
186 sie natürlich alles auf einmal brauchen, Entscheidungsprüfungen, das war heuer
187 schlimm, ich hab heuer gehabt, was weiß ich, beim Halbjahr siebenunddreißig Nicht
188 Genügend, was weiß ich von der Klasse mit zwanzig Leuten, das haben wir maximal in
189 der zweiten oder dritten Klasse gehabt, mit mehr Schülern, nicht mit weniger.

190 DS Ok, das heißt, da sind dann die Arbeiten sowieso eher ein bisschen in den
191 Hintergrund gerückt...

192 WE Ja man hat schauen müssen, dass man da den Spagat macht zwischen den Arbeiten,
193 den Projekten und dem, dass die durchkommen. Es haben eh nicht alle geschafft,
194 muss man dazusagen.

OT 4: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

196 DS Ok. Und wenn es nicht gerade so Sachen sind, wo sie zum Beispiel aus
197 Sicherheitsgründen dabei sein müssen, wie schaut das eigentlich aus, arbeiten die
198 Schüler selbstständig, eigenständig, also...

UT 4.1: ANGELEITETE EIGENSTÄNDIGKEIT

200 WE Ja eigenständig mitunter schon. Also ganz eigenständig, da werden sie nichts
201 zusammenbringen, das bringen sie nicht einmal auf der Uni zusammen, wenn sich die
202 hinsetzen und sagen, der soll das selbstständig machen.
203 Im Gesetz steht es so drin, dass sie es so machen, aber ganz eigenständig wird es
204 nicht sein. Man muss schauen, dass man sie in die richtige Richtung hinführt und sagt,
205 probiert das einmal, probiert das einmal, vielleicht wäre das eine Idee, und dass sie
206 dort dann nacharbeiten, und schaut dort nach, schaut da nach, dass sie auf die
207 richtige Spur kommen. Aber prinzipiell und größtenteils wird das dann schon
208 eigenständig sein.

209 DS Ok, aber Sie schauen schon immer drauf, wo es vielleicht irgendwie in eine andere
210 Richtung gehen sollte...

211 WE ...ja, wenn sie kommen, natürlich, aber sie wissen ja, was sie machen und was sie zum
212 Schluss brauchen und was gefordert ist.
213 DS Also während dem Arbeiten sind sie eher weniger dabei...
214 WE ...ja es sei denn, es gibt Fragen, dass sie daherkommen, aber sie kommen ja, sie
215 gehen ja im ganzen Haus und es ist auch geplant, dass sie die Werkstätten und so
216 benutzen, und bei den anderen Kollegen, wenn sie glauben, dass sie Unterstützung
217 finden, fragen sie die. Und bei mir sind auch wiederum andere und fragen mich
218 irgendwas.

UT 4.2: SICHERHEITSBESTIMMUNGEN BEIM ARBEITEN

220 DS Das heißt, sie können auch jederzeit die Werkstätten benützen, das...
221 WE ...die Werkstätten nur in Vereinbarung mit der Werkstättenleitung, natürlich. Und
222 Labor natürlich gar nicht, wenn ich dort unter Spannung arbeiten will, da brauchen
223 sie einen Lehrer dabei, der ihnen sagt, sie dürfen einschalten, der vorher die
224 Schaltung kontrolliert, ob die nicht gefährlich ist.
225 DS Ja, ist klar.

OT 5: DER IRREGULÄRE VERLAUF VON SOLARBRUNN

227 Und ist das jetzt im Rahmen des Solarbrunn-Projektes anders abgelaufen, ich mein,
228 abgesehen von den organisatorischen Sachen und so weiter, die Betreuung selbst,
229 hat das anders ausgeschaut, oder war das...
230 WE Es hat der komplette Ablauf nicht gepasst, das hat mir ja gar nicht gepasst. Ich hätte
231 das ja komplett anders aufgezogen dieses Projekt, und dann sind wir auf einmal
232 mittig eingestiegen.

UT 5.1: VERWERFEN DER URSPRÜNGLICHEN AUFGABENSTELLUNG

234 Ich wollte ja eigentlich von den Schülern haben, dass sie sagen, ok, jetzt haben wir die
235 Problemstellung, was müssen wir jetzt machen, was müssen wir für
236 Sicherheitsvorschriften einhalten, damit wir dort in den Schaltschrank reinkönnen,
237 was haben wir für Schutzmaßnahmen zu treffen, was brauchen wir dazu, das hätten
238 eigentlich die Schüler ausarbeiten sollen. Und dann es ist gekommen, das bauen wir
239 ein, tschack tschack, und dann hast du auf einmal vom kompletten Umfang nur mehr
240 die Hälfte, und dann machen wir das und das und das, und da steht ganz was anderes
241 in der Aufgabenstellung drinnen. Und das war für mich, das ist etwas, da kann ich
242 ehrlich gesagt nicht gut leben damit.

UT 5.2: DEGRADIERUNG DER SCHÜLER ZU „MESSSKLAVEN“

244 Wenn ich mir denke, ok, sie sollen das von der Picke auf lernen, wenn sie eine
245 Problemstellung haben, sollen sich überlegen, wie sie zu dem Weg kommen, und auf
246 einmal schmeißen wir ihnen das und das hin und machen aus denen – das ist wirklich
247 anders gerannt – machen aus ihnen Messsklaven, und interpretieren tun es die
248 Lehrer. Das ist was, das mir so gegen den Strich gegangen ist, weil das so was von
249 daneben gegangen ist, also das ist wirklich eine ernsthafte Kritik gewesen von mir. Zu
250 sagen, wir gehen, zuerst wissen wir nichts, was wir machen sollen, dann dort, was
251 eigentlich die Aufgabe ist, dass man die Schüler in langsam Schritten auf ein
252 Problem heranführt und sagt, ok, das Problem haben wir, was müssen wir jetzt

253 beachten, was müssen wir tun, das streifen wir alles runter, wir bauen ein Messgerät
254 ein, und noch dazu haben wir das Messgerät eingebaut in eine fertige Anlage, wo ich
255 gar nicht eingreifen hätte dürfen, eingebaut hab es schlussendlich ich, das heißt, die
256 Plombe noch gerissen von der EVN, damit wir in den Vorrätersicherungen
257 reinkommen. Also alles Dinge, die man den Schülern nicht einmal ansatzweise
258 vorleben soll. Erstens einmal, dass man sagt, ok, man arbeitet unter Spannung, nicht
259 mit den Sicherheitsvorkehrungen, man überlegt sich nicht, wo muss ich das in einen
260 Schaltplan einbauen, was brauche ich dort dazu, und so weiter. Wenn wir das
261 gemacht hätten, Schritt für Schritt, dann hätten wir wirklich dort mit der Frau Ortiz
262 anfangen müssen, weil das hat leider gefehlt.

UT 5.3: FEHLEN DES PROJEKTVORLAUFS

264 Das heißt, mir hat der komplette Vorlauf gefehlt von dem Ganzen. Man hat immer
265 nur gesagt, ja ok, und dann machen wir Kurven und Ding, und dann ist der nächste
266 gekommen, ja eigentlich zu wenig. Klar ist es zu wenig, weil der komplette Vorlauf
267 gefehlt hat.

268 DS Mhm. Das heißt, wenn es jetzt neue Diplomarbeiten gibt, würden Sie grundsätzlich
269 anders...

270 WE ...ja immer anders. Nicht einmal ansatzweise. Jetzt bei dem Treck [?] beispielsweise
271 da sag ich, überlegt euch, was wollt ihr für Punkte haben, was brauchen wir für
272 Punkte, dass wir das Projekt; dann führ ich sie schön kleinweise darauf hin, dass man
273 sich die physikalischen Gegebenheiten überlegen muss, dass man sich genau das, was
274 wir bei BLUKONE gemacht haben. Beim BLUKONE haben wir eigentlich gesagt, es
275 müssen sämtliche Rahmenbedingungen erfüllt sein, man muss auf die sozialen
276 Kompetenzen achten, man muss die wirtschaftlichen Gegebenheiten, die
277 technischen, die rechtlichen Sachen, alles in Einklang bringen. Und dass man dann
278 Schritt für Schritt ein Projekt aufzieht, das ist dort aber so was von überhaupt nicht
279 passiert für mich, und das hat mich ehrlich gesagt komplett gestört.

280 DS Sie glauben also auch, dass, so wie das hier passiert ist, die Schüler auch eher nicht so
281 davon profitiert haben?

OT 6: LERNFELD ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN INSTITUTIONEN

283 WE Sie haben nur quasi vom sozialen profitiert, weil sie einmal einen Umgang gelernt
284 oder mitgemacht haben mit anderen Gruppierungen und mit anderen Teilnehmern
285 und Partnern bei dem ganzen Projekt.

286 DS Also das schon, dass alle Abteilungen zusammengekommen sind und...

UT 6.1: DER SOZIALE ASPEKT GING AUF KOSTEN DES TECHNISCHEN ASPEKTES

288 WE ...ja das schon, aber rein von der technischen Seite, wie man ein Projekt aufzügelt,
289 wie man an eine Problemstellung herangeht, war man komplett daneben, neben der
290 Rolle. Das muss ich klipp und klar sagen, da war man komplett neben der Rolle und
291 das ist auch nicht irgendwie ins Gleichgewicht zu bringen gewesen.

UT 6.2: REGELMÄßIGE KOOPERATION ZWISCHEN DEN ABTEILUNGEN

293 DS Mhm. Und dass zum Beispiel auch bei zukünftigen Arbeiten Schüler aus mehreren
294 Abteilungen zusammenarbeiten, ist das vorstellbar und realisierbar?

- 295 WE Das ist sicher vorstellbar und realisierbar, es geht auch über andere Klassen hinüber
296 und das wird auch gemacht, das muss man auch dazu sagen. Das ist ja nicht das
297 einzige Projekt, obwohl es immer wieder gesagt wird, es gibt ein paar Parallelprojekte
298 auch noch, wo aber denjenigen Leuten gar nicht so bekannt sind, dass es das auch
299 gibt, dass man vielleicht noch auch mit den Maschinenbauern zusammenarbeitet,
300 wenn es um Pneumatik- und Hydraulikprüfstände geht. Und dass teilweise da eben
301 schon zusammengearbeitet wird, auch bei der Elektromobilität, beispielsweise das
302 Go-Kart ist ein Gemeinschaftsprojekt für Elektrotechnik, Maschinenbau und
303 Elektronik. Das ist parallel gelaufen, aber man schmückt sich da halt jetzt mit den
304 Federn und sagt, das ist über alle Bereiche darüber gegangen. Ja, die Wirtschaftler
305 waren da ausnahmsweise nicht dabei, also es waren nicht alle vier dabei, aber drei
306 waren dabei.
- 307 DS Aha, also das kommt öfter vor. Ist das vom zeitlichen dann auch wieder ein
308 Mehraufwand? Oder es hat ja auch hier immer wieder die Treffen gegeben zwischen
309 den Abteilungen und so weiter, war das ein zeitlicher Mehraufwand?
- 310 WE Naja, es hat ein bisschen Zeit gebraucht, bis der eine den anderen informiert hat,
311 aber ob das schlussendlich der Stein der Weisen war, weiß ich nicht, aber es ist
312 probiert worden, dass man sagt, unter den Dings kommuniziert man. Mehraufwand
313 zeitlich, glaub ich, war es nicht unbedingt.
- 314 DS Also nicht so, dass das ein Problem war.
- 315 WE Nein.
- 316 DS Aha.

OT 7: VORBEREITUNG AUF DIE DIPLOMARBEIT IM UNTERRICHT

- 318 Ok, wie werden die Schüler eigentlich auf das Erarbeiten ihrer Diplomarbeit
319 vorbereitet, gibt's in den vorherigen Schuljahren im Unterricht, ist das ein Thema,
320 oder kommt das dann ganz neu?

UT 7.1: PROJEKTARBEITEN ALS VORBEREITUNG

- 322 WE Das kommt auf die Abteilung darauf an. Jetzt beispielsweise hab ich – gut, im Kolleg,
323 die machen jetzt momentan keine Diplomarbeit, aber die müssen als Projektarbeit
324 die Fertigung einer Motorradrückleuchte vollautomatisch ein Konzept erstellen und
325 das zum Berechnen und zum Auslegen, und auch die ganzen Fertigungsanlagen dazu.
326 Und die machen das in Gruppen, vier Gruppen, macht jeder ein Projekt und vier
327 Schüler sind, glaub ich, überall drinnen. Dann gibt's eine Präsentation und eine
328 Bewertung von dem Ganzen, und da hat jeder seinen eigenen Bereich, den er für sich
329 ausfertigt, und das wird dann gemeinsam präsentiert.
330 Das heißt, das ist im Prinzip schon einmal ein bisschen so eine Vorbereitung.

UT 7.2: ERLÄUTERUNGEN ZU SCHULZWEIG

- 332 DS Das Kolleg, was sind das für...
333 WE ...das sind Fachschüler, das ist ganz wild gemischt, das sind Fachschüler, die weiter
334 die HTL machen wollen.
335 DS Aha, die machen im Anschluss an das Kolleg die HTL.

336 WE Das heißt sogenannter Aufbaulehrgang, die haben eine Matura, AHS oder HAK oder
337 was anderes, die steigen dort ein, die wollen die technische Ausbildung, das sind
338 Meister, die irgendwo in einem Sozialplan drinnen sind, das geht in der Altersschicht
339 von achtzehn bis fünfzig.
340 DS Aha, die machen das als Vorbereitung zur HTL.
341 WE Naja, um zu einem HTL-Abschluss zu kommen. Das ist das Kolleg. Das sind Studenten,
342 die sich ein Standbein schaffen wollen mit einer technischen Ausbildung, ob das jetzt
343 Musiker sind, oder Biologen oder Zoologen oder sonst was, die halt irgendetwas
344 studiert haben, was nicht wirklich geldbringend ist, und dann machen sie da noch die
345 zwei Jahre Kolleg dazu. Also das ist so unterschiedlich gemischt, und auch von den
346 Nationalitäten, das geht von China bis Osttirol, die kommen da alle zusammen und
347 muss man jetzt zusammenfinden, unter Anführungszeichen, dass sie eine
348 Gruppenarbeit machen.

UT 7.3: PROJEKTE NACH „KOCHREZEPT“

350 DS Und das geht eh so quasi in die Richtung wie eine Diplomarbeit.
351 WE Das ist jetzt eine Projektarbeit von Konstruktionsübungen aus und
352 Projektentwicklung heißt es, glaub ich, auch.
353 DS Und solche Projekte gibt es auch in der HTL immer wieder?
354 WE So wie jetzt im Kolleg? Jaja, das gibt es natürlich da auch in kleinerer Form, dass man
355 sagt, sie kriegen eine Aufgabenstellung, aber die Aufgabenstellungen sind halt anders
356 geartet, sie müssen beispielsweise einen Aufzug konzipieren, die Steuerung dazu, den
357 Antrieb auslegen, die Mechanik dazu auslegen und natürlich die Ablaufsteuerung mit
358 einer SPS programmieren, das kommt schon vor, und die wichtigsten Sachen dazu
359 berechnen. Aber da ist die Aufgabenstellung klipp und klar, da können sie natürlich
360 auch nach Kochrezept oder Fachbuch nacharbeiten.
361 DS Mhm, ok.

OT 8: FORSCHUNG – INGENIEURSARBEIT

363 Spielt eigentlich der Begriff Forschung im Unterricht irgendeine Rolle oder in welcher
364 Form...

UT 8.1: GRUNDLAGENFORSCHUNG SPIELT IM UNTERRICHT KEINE ROLLE

366 WE ...also Forschung in diesem Sinn tun wir eigentlich garnichts, das heißt, Forschung
367 wird da nicht betrieben. Es werden Geräte entwickelt, es werden Prototypen
368 entwickelt, es werden Anlagen gebaut und solche Sachen, aber das ist Stand der
369 Technik, das ist keine Grundlagenforschung in diesem erweiterten Sinn.
370 DS Das heißt, im Unterricht ist das eigentlich überhaupt kein Thema.
371 WE Ja die neuesten Entwicklungen erzählt man, aber Forschung in diesem Sinne im
372 Unterricht bringt man auch nicht wirklich rein.

UT 8.2: FORSCHUNG SPIELT BEI DIPLOMARBEITEN KEINE ROLLE

374 DS Und im Rahmen der Diplomarbeiten, spielt da ein Forschungsbegriff dann eine Rolle?
375 WE Auch nicht, wir sagen immer, der HTLler arbeitet in einem konkreten Bereich und
376 zum Beispiel Vorwissenschaftliche Arbeiten vom AHS-Bereich, die sind anders
377 gelagert, aber das passt bei uns aus mehreren Gründen nicht zusammen, erstens

378 steht bei uns drinnen, das muss eine Teamarbeit sein, das muss ein Projekt sein, das
379 ist zu qualifizieren, und bei der Vorwissenschaftlichen Arbeit wird ein spezielles
380 Thema eingeengt und dort wird dann geschaut, was ist dort wissenschaftlich passiert,
381 was kann man an Literaturstudium rausholen und was kann man machen.
382 Ich sag einmal, Literaturstudium in dem Sinne, dass man da was forscht, passiert
383 weder bei den Diplomarbeiten, noch sonst irgendwo. Ist mir nicht bekannt.

UT 8.3: BEI SOLARBRUNN WURDE KEINE FORSCHUNG BETRIEBEN

384
385 DS Haben Sie den Eindruck, dass das in dem Projekt jetzt passiert ist, dass da mehr an
386 einen Forschungsbegriff...
387 WE Nein.
388 DS Warum nicht?
389 WE Weil sie haben nur ein Handwerk gemacht. Sie haben die Kurven aufgenommen,
390 haben das interpretiert, wenn man das interpretieren als Forschung nehmen kann,
391 dann kann man sagen, ja, wo ist Forschung und wo ist eine Analyse von
392 Messergebnissen, wo ist der Grat, wo sind wir bei der Forschung und wo sind wir
393 beim täglichen Handwerk eines Technikers. Ich sage, das gehört zum Techniker dazu,
394 dass er bestimmte Dinge analysiert und macht sich Gedanken, woher kann das
395 kommen, macht Überschneidungen mit den sozialen Abläufen, die dort unten sind,
396 und sagt, aufgrund dessen kann dieser Stromanstieg nur das und das bedeuten und
397 von der Ursache herkommen und so weiter. Und der nächste sagt eventuell, wenn
398 man sich die Klimadaten von den Räumen sich anschaut in Zusammenhang mit
399 Temperatur und Nutzungsgewohnheit, dann kann man vielleicht irgendwo
400 herauslesen, warum die Luftfeuchtigkeit dort niedrig oder weniger niedrig ist und das
401 in Zusammenhang mit der Lüftung. Aber das ist für mich immer noch keine
402 Forschung, sondern das sind, das ist das Analysieren von technischen Gegebenheiten.
403 Und wenn Sie jetzt sagen Forschung, welche Auswirkungen hat das Soziale, die
404 sozialen Abläufe auf eine Projektentwicklung, dann sag ich ja, dann sind wir vielleicht
405 leicht in einer Forschung drinnen.
406 DS Ok. Aber grundsätzlich ist das auch nicht eingeplant und vorgesehen, dass in diese
407 Richtung...
408 WE ...nicht wirklich. Es hat Versuche gegeben mit einer Plattform, die heißt
409 YoungScience, aber die ist an und für sich gestrickt für die AHS und die passt für die
410 HTL nicht, da muss ich mir vorstellen, wenn wir Diplomarbeiten machen und wir
411 gehen rein und suchen im Netz beispielsweise schon solche Diplomarbeiten auf
412 Bachelor niveau raus und sagen, die haben das und das gemacht, das könnten wir
413 auch machen, oder kommen auch teilweise drauf, und nicht böse sein deswegen,
414 dass unsere Diplomarbeiten mitunter sogar wertiger sind als das, was dort, oder
415 anspruchsvoller sind, als das, was dort als Bachelorarbeit gemacht wird, dann... ja,
416 aber vielleicht seh ich das auch falsch, wenn ich seh, die haben einen Kühlschrank
417 untersucht, wie der ein- und ausschaltet, dann, ja, dann sag ich ok, dann haben sie
418 eine Wissenschaft daraus gemacht, aber für mich ist das keine Wissenschaft.
419 DS Mhm.

Gut, das wäre es von meiner Seite aus gewesen, ich sage danke. ...

Interview Hr. Nord

Lehrkraft der Abteilung Wirtschaftsingenieure an der HTL Hollabrunn

Transkript

Die Namen der Gesprächspartner wurden verändert

DS – Interviewer

NO – Hr. Nord

1 **OT 1: ARBEITSAUFWAND**

- 2 DS ...vielleicht zu Beginn ein paar ganz allgemeine Sachen: Wie viele Diplomarbeiten
3 betreuen Sie in einem Schuljahr?
- 4 **UT 1.1: ANZAHL DER DIPLOMARBEITEN PRO LEHRKRAFT**
- 5 NO Also bis dieses Schuljahr hab ich immer nur eine bis zwei betreut. Das war mir
6 Aufwand genug, und im heurigen Jahr hab ich fünf, wobei zwei Diplomarbeiten mit
7 einem Kollegen abgewickelt wurden.
- 8 DS Von den Schülern her sind das immer Teamarbeiten?
- 9 NO Die sind immer zu zweit. Also eine Diplomarbeit habe ich, der hat es alleine gemacht,
10 aber der Grund war der, das war nämlich mit der Firma „Haas Waffelmaschinen“ in
11 Korneuburg. Das war eine wertanalytische Untersuchung vom Produktionsprozess
12 und da war die Firma eigentlich dahinter, dass einer alleine das macht, da geht es
13 auch um Sicherheiten, Geheimhaltung und so weiter.
- 14 DS Ok.

15 **UT 1.2: GRÖßERER AUFWAND BEI SOLARBRUNN**

- 16 Und wie viel Zeit haben Sie grundsätzlich zum Betreuen für eine Diplomarbeit? Wie
17 viel Zeit können Sie aufwenden? Beziehungswese wie viel wenden Sie wirklich auf?
- 18 NO Zu viel. Also es ist unterschiedlich. Ich habe zum Beispiel mit dem Solarbrunnprojekt
19 sehr viel Zeit verwandt mit den zwei Damen. Die waren auch sehr
20 Unterstützungsbedürftig. Also ich habe es jetzt zusammengerechnet, ich bin mit den
21 zwei Damen ungefähr gekommen auf knapp fünfzig Stunden. Das ist, finde ich, ganz
22 schön viel.
- 23 DS Mhm. Ansonsten, wie viel ist es ungefähr?
- 24 NO Ansonsten würde ich sagen, so zwischen zwanzig und dreißig Stunden.

25 **OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN**

- 26 DS Ok. Und wie machen Sie das mit Aufgabenstellungen? Wie entwickeln Sie die? Oder
27 kommen da die Schüler mit Vorschlägen oder geht das von Ihnen aus?
- 28 **UT 2.1: IDEEN DER LEHRKRÄFTE**
- 29 NO Meistens geht es von mir aus. Ich habe zum Beispiel ein Projekt gehabt mit einem –
30 wir haben so ein Hochregallager im Modell, das ist so groß, und da ist mir ganz
31 einfach eingefallen, wir machen chaotische Lagerhaltung, aber mit einer Schnittstelle
32 zu einer höheren Programmiersprache mit SP-Steuerung. Und da haben dann vier
33 Leute daran gearbeitet. Da kommen mir einfach viele Ideen, was ich gerne hätte.
34 Nämlich auch dass man es präsentieren kann am Tag der offenen Tür, dass das auch
35 visualisiert wird am Bildschirm, über Handy steuerbar und, und, und. Das war recht
36 eine Gaude. Das wird dann, ein bisschen Eigendynamik bekommt das Ganze, und das
37 passiert eher rollierend.
- 38 DS Ok. Also die Ideen kommen grundsätzlich von Ihnen, Sie haben Vorschläge und die
39 Schüler können...
- 40 NO ...setzen um. Also ich kann oft, dass ich die technische Umsetzung gar nicht
41 zusammenbringe. Dann hole ich mir Kollegen dazu und so kannst du sie unterstützen.
42 Aber ich sage, das hätte ich gerne und ja.

43 DS Da heißtt, die Schüler kommen am Anfang zu Ihnen und sagen, wir würden gerne
44 irgendwas schreiben und Sie machen ihnen dann einen Vorschlag.
45 NO Genau. Also jetzt in den vierten Klassen, das ist ja schon eineinhalb Jahre vorher,
46 kommen die und sagen, wir haben mit einer Firma Kontakt und da würden wir gerne
47 bei ihnen.

UT 2.2: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

49 DS Ist das oft in Zusammenarbeit mit einer Firma?
50 NO Das ist oft mit einer Firma. Also das „Haas Waffelmaschinen“, dann haben wir eine
51 mit der Firma „Steininger“, das ist in Eggenburg, die machen so Maschendrahtzäune.
52 Hört sich vielleicht komisch an, aber die machen auch so Maschendrahtzäune für die
53 Hangverbauung, für Sicherheit, also echt cool. Also sie machen nichts anderes als
54 Maschendrahtzäune unterschiedlicher Stärke, unterschiedlicher Mattengröße, und
55 da haben wir zum Beispiel, die haben keine Kostenrechnung, also einen
56 Steuerberater mit Buchhaltung, und die haben jetzt eine Kostenrechnung selber
57 geschrieben auf Excel-Basis mit VBA-Unterstützung. Ja, solche Sachen machen wir da
58 halt.
59 DS Mhm. Da kommen die Firmen von sich aus zur HTL und sagen, wir hätten da...
60 NO ...Oder die Schüler nehmen Kontakt auf mit den Firmen. Und meistens gibt es
61 irgendwo einen Kontakt, dass die in Ferialpraxis waren in der Firma, oder es gibt
62 Verwandtschaftsverhältnisse. Also wir haben zum Beispiel, das war eher mit der
63 Management-Klasse und auch mit der Maschinenbau-Umwelttechnik, dass wir AWKs
64 entwickelt haben, Abfallkonzepte für Lokalbetriebe der Gemeinde. Also
65 Umweltwirtschaft und Umweltgesetzmäßigkeiten, dass die eingehalten werden, was
66 im AWG geregelt ist. Ja, also unterschiedlichst.

OT 3: RAHMENBEDINGUNGEN

68 DS Ok. Wenn dann an der Diplomarbeit gearbeitet wird – wie schaut die Betreuung aus?
69 Gehen Sie nach einem Schema vor oder haben Sie irgendwelche bestimmte Punkte...

UT 3.1: ABWICKLUNG ÜBER EINEN PROJEKTSTRUKTURPLAN

71 NO ...Also nachdem unsere auch Projektmanagement haben, versuche ich das Ganze in
72 diesem Schema abzuwickeln. Das heißtt, ich krieg einen Projektstrukturplan, ich krieg
73 Arbeitspakte, es werden Meilensteine definiert, sie machen die
74 Projektdokumentation dazu und wir treffen uns halt regelmäßig, schauen, wie
75 funktioniert das, aber es kommt oft, dass wir nicht nur die vereinbarten Termine
76 haben, sondern sie kommen auch zwischendurch. Also ich bin die ganze Woche da
77 und ich hab allerhand Bürozeiten, ich unterrichte nicht da ganze Woche, und somit
78 finden sie mich immer.

UT 3.2: BETREUUNG AUßERHALB DES UNTERRICHTS

80 DS Ok. Also die Betreuung findet grundsätzlich außerhalb des Unterrichts statt, Sie
81 haben nicht irgendein Fach, das quasi dafür...
82 NO ...Ich hab schon ein Fach, aber da will ich nicht über die Diplomarbeit reden, weil das
83 die anderen eigentlich nichts angeht, Punkt eins, Punkt zwei Zeit verloren geht. Das
84 heißtt, das sollten sie schon in ihrer Freizeit machen.

OT 4: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

86 DS Und arbeiten die Schüler dann eigentlich eigenständig an ihrem Projekt,
87 beziehungsweise wie weit arbeiten sie eigenständig?

UT 4.1: INDIVIDUELLE BETREUUNGSGEWEISE

88 NO Sehr unterschiedlich. Also es gibt, wie das Team von dem ich Ihnen gerade erzählt
89 habe, von dem Hochregallager, die sind irrsinnig eigenständig gewesen, haben
90 getüftelt und sind immer wieder mit Teillösungen gekommen, ob das so passt. Und
91 dann gibt es halt Leute, die sehr viel Unterstützung brauchen, wie die Mädels zum
92 Beispiel, die habe ich wirklich sehr intensiv betreuen müssen.

93 DS Das heißt, die haben Sie dann mehr angeleitet und da hat es wahrscheinlich auch
94 mehr Treffen gegeben.

95 NO Genau. Wobei das oft von den Mädchen angestoßen war, dass die gesagt haben,
96 können wir, wir haben ein Problem.

UT 4.2: VORGEGEBENER PROJEKTABLEAUF BEI SOLARBRUNN

97 DS Und hat sich jetzt im Solarbrunnprojekt die Betreuung anders gestaltet oder war das
98 eh ungefähr in dem Schema wie es üblich ist?

99 NO Natürlich nicht. Sie kennen ja Solarbrunn selber und ich meine, die Art und Weise,
100 wie sie arbeiten, ist an der Uni, ist natürlich projektmanagementmäßig abgewickelt
101 worden, aufgrund der Treffen, aufgrund der Präsentationen, der für mich halt
102 Vielzahl und der Länge der Besprechungen hat sich das schon anders gestaltet.

103 DS Ok, also einfach zeitintensiver.

104 NO Genau.

105 DS Aber ansonsten vom Ablauf der Diplomarbeiten?

106 NO Naja, der Ablauf des Projektes selber, was ja uns auch betroffen hat, war, dass die
107 Projektleitung die Frau Bartosch gehabt hat und somit die Arbeitsweisen halt ein
108 bisschen anders ausgeschaut haben, denen wir uns unterwerfen mussten, was ja
109 nicht negativ ist, also wir haben alle miteinander ziemlich viel gelernt.

110 DS Ok, von welchen Aspekten des Projektes haben die Schülerinnen profitiert?
111 Beziehungsweise von welchen nicht?

UT 4.3: LERNFELD ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN INSTITUTIONEN

112 NO Wo sie wirklich viel gelernt haben – ich glaube das war bei allen so – ist die
113 Zusammenarbeit aller vier Abteilungen gewesen, wie schwierig es war, die
114 Kommunikation aufzubauen und der Informationsaustausch. Also das war sehr
115 problematisch. Und nachdem mich das ja auch betroffen hat, weil wir ja nicht
116 gewusst haben, wie machen wir das, wie bringen wir die Leute dazu, dass die ihre
117 Informationen weitergeben, da waren die Mädels schon ziemlich gefordert. Und da
118 haben wir eh oben auch bei der Präsentation erzählt, wenn solche Projekte
119 abgewickelt werden und da gibt es jemanden, der fürs Projektmanagement zuständig
120 ist, dann sollten diese Grundsätze der Führungstechnik erfüllt sein. Also ich krieg eine
121 Aufgabe, dann brauche ich aber auch Kompetenzen, nicht nur die fachliche
122 Kompetenz, sondern auch Entscheidungskompetenz und eine, ich sag einmal,
123 Einforderungskompetenz, und das müssen alle wissen, dann kann er die
124 Verantwortung übernehmen. Aber wenn er nicht diese Kompetenzen hat, dann tut er

128 sich schwer, und das ist in diesem Projekt halt passiert, dass die halt nicht die
129 Möglichkeit gehabt haben zu sagen, du lieferst mir bis zu diesem Termin und das ist
130 verpflichtend. Das war eben nicht so.

131 DS Mhm.

UT 4.4: MEHRAUFWAND DURCH BETEILIGUNG DER STAKEHOLDER

133 Können Sie sich vorstellen, dass zukünftige Diplomarbeiten ähnlich wie das
134 Solarbrunnprojekt ablaufen? Oder in welchem Ausmaß?

135 NO Also vom Prinzip her kann ich es mir gut vorstellen, vom zeitlichen Ausmaß kann ich
136 es mir nicht vorstellen. Aber sonst vom Ablauf und auch die Methoden, die
137 verwendet wurden...

138 Ja, die SWAT-Analyse, die war, glaub ich, aber auch notwendig, weil die Stakeholder
139 die da eine Rolle gespielt haben, sind normalerweise viel eingeschränkter. Weil ich
140 hab die Firma, und dann noch der Betreuer und dann war es das. Also dass wir eine
141 ausgiebige Umweltanalyse machen, das passiert normalerweise nicht.

142 *Unterbrechung*

143 DS Also zeitlich gesehen, war es für die Schülerinnen auch mehr Aufwand oder vom
144 Betreuungsaufwand her?

145 NO Ich glaube für die Schülerinnen war es auch mehr, wobei ich die zwei halt viel
146 anleiten musste, schaut euch das an, und das könnte man so machen, also ja, war
147 halt so.

OT 5: VORBEREITUNG IM UNTERRICHT

149 DS Werden die Schüler und Schülerinnen auf das selbstständige Arbeiten im Unterricht
150 eigentlich vorbereitet? Gibt es vorher schon Projekte und so weiter, an denen sie
151 eigenständig arbeiten sollen, oder kommt das dann bei der Diplomarbeit zum ersten
152 Mal?

153 NO Es ist so, für die anderen Abteilungen kann ich nicht reden, ich weiß nur, dass die
154 Elektroniker, die machen immer so Schülerprojekte, die machen das, soviel ich weiß,
155 schon.

UT 5.1: EIGENSTÄNDIGES ARBEITEN BEI HAUSÜBUNGEN

157 Bei uns, also wenn ich nur von mir rede, passiert das eher selten, dass ich ihnen
158 eigenständige Aufgaben gebe und sage, das sind nur ein bisschen größere
159 Hausübungen. Ich bin nur drauf gekommen, aber das liegt wahrscheinlich auch an
160 mir, sie haben Unterlagen und Bücher bei mir, und wenn ich nicht sage, im Buch dort,
161 und so weiter, wo finde ich das, da gibt's ein Inhaltsverzeichnis. Hört sich wahnsinnig
162 an, das sind vierte und fünfte Klassen, vor allem letzte Klasse, und es ist eigenständig
163 mit Büchern zu arbeiten, oder Informationsbeschaffung über das Internet ist kein
164 Problem, aber gib ihnen kein Buch in die Hand.

OT 6: BEISPIELE FÜR DIPLOMARBEITSTHEMEN

166 DS Ok. Sind die typischen Diplomarbeiten, würden Sie sagen, das sind in irgendeiner
167 Form Forschungsarbeiten? Das muss jetzt nicht naturwissenschaftliche Forschung
168 sein, das könnte auch Sozialforschung sein, wenn das in diese Richtung geht?

UT 6.1: ENTWICKLUNG BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHER LÖSUNGEN

170 NO Also meine betreffen hauptsächlich betriebswirtschaftliche Lösungen, und da sind
171 natürlich Ideen gefragt. Also sie schauen, was gibt es, was könnten wir hier machen,
172 die Firma kann sich zum Beispiel nichts leisten, oder will nicht, und meistens geht es
173 eben um eine Software zu programmieren. Also wir haben zum Beispiel gemacht die
174 ganze Lagerbewirtschaftung, Bestellwesen und so weiter, das sind lauter
175 Maturaprojekte gewesen, die rennen im ganzen Haus, also das ganze Bestellwesen
176 wird bei uns abgewickelt, die Lagerbewirtschaftung passiert hinten und das ist alles
177 ein Programm, auch die Budgetabwicklung, und das sind Maturaprojekte gewesen,
178 die halt nicht über ein Jahr gegangen sind, sondern das haben sie übergeben und
179 wieder verbessert, also so gesehen ist da irrsinnig viel Eigenentwicklung dabei. Und
180 die kommen wirklich mit Ideen und sagen, können wir das so und so machen.
181 Also ein bissen SAB-anlehnt – wenn Sie SAB kennen – das ist eine riesige
182 betriebswirtschaftliche Software, die alle Großunternehmen eigentlich fast haben
183 müssen, und wir haben das auch unterrichtet und haben dann gesagt, ok, schreiben
184 wir uns so was ähnliches.

UT 6.2: WEITERENTWICKLUNG BEREITS LAUFENDER PROGRAMME

185
186 DS Da werden also die einzelnen Projekte jedes Jahr immer wieder weiterentwickelt.
187 NO Also ich habe heuer wieder eines, das sind drei Leute, die sich mit „M“ beschäftigt
188 haben, das sind sehr hochtalentierte Programmierer, leider Gottes nicht sehr
189 zuverlässig, aber die haben sich das genommen, und das ist irrsinnig schwer sich in
190 ein so großes Programm einzulesen, aber die haben jetzt große Teile umgeschrieben,
191 Eigenentwicklungen, ja.

OT 7: ERHEBUNGEN ZUM PROJEKTUMFELD

192
193 DS Jetzt beim Solarbrunnprojekt, die beiden Mädels haben sich ja mit den Befragungen
194 beschäftigt, das geht ja in Richtung Sozialforschung, ist so etwas üblich, dass das
195 gemacht wird, zum Beispiel wenn sie sagen, sie wollen für einen Betrieb irgendein
196 Konzept entwickeln, dass sie da auch Befragungen oder etwas in die Richtung
197 durchführen?

UT 7.1: ÜBLICHE BEFRAGUNGEN BEI KOOPERATIONEN MIT FIRMEN

198
199 NO Also die Befragungen im Kindergarten habe ich gemacht...
200 DS ...ja, aber die Mädchen haben sie ja ausgewertet.
201 NO Genau, sie haben das ausgewertet. Wenn so etwas passiert, vielleicht bin ich da zu
202 selbstherrlich, das weiß ich nicht, dass ich mir denke, es ist gescheit, wenn ich da
203 dabei bin. Von den Fragestellungen her, wenn wir mit Firmen etwas machen, bei den
204 ersten Besprechungen bin ich immer dabei, weil oft Dinge übersehen werden von
205 den Schülerinnen oder Schülern, was gleich für den Beginn der Arbeit wesentlich
206 wäre. Wenn dann irgendwas zusätzlich zu erledigen ist, dann sag ich, fahrt hin und
207 klärt das. Der eine, wo ich gesagt habe von der Firma „Haas“, der hat das fast ganz
208 selbstständig gemacht, die ganzen Treffen mit der Leitung der Firma, mit
209 Nachbesprechungen, mit Kostenverantwortlichen, der hat alles selber gemacht.

UT 7.2: GEMEINSAME ENTWICKLUNG DER FRAGEBÖGEN

211 DS Also wenn am Anfang überlegt wird, was muss ich von der Firma wissen, werden da
212 die Schüler schon miteinbezogen?
213 NO Ja, wir setzen uns vorher schon zusammen, dass wir so einen Fragenkatalog
214 entwickeln. Und ich sitze dann oft eh dabei, und wenn mir was auffällt und einfällt,
215 dann frag ich halt dazwischen. Also ich lasse es schon ihnen machen, aber ich bleibe
216 trotzdem dabei. Ich ziehe mich dann immer mehr zurück beim Kontakt Firma –
217 Schüler.

UT 7.3: FALLBEISPIELE ALS VORBEREITUNG

218 DS Ja, das ist eh klar, dass am Anfang etwas mehr unterstützt wird. Wird auf so etwas im
219 Unterricht schon darauf hingearbeitet?
220 NO Nachdem ich Betriebstechnik unterrichte, das hört sich technisch an, ist es aber nicht,
221 und da auch über Organisationslehre und über Aufbau- und Ablauforganisation rede,
222 dann kommen schon solche Sachen zu Tage. Weil wir schon viele Kontakte hatten, ich
223 selber sehr viele Firmenkontakte habe aufgrund des Einkaufens und so weiter. Ich
224 erzähl ihnen viel, was passieren kann, worauf Rücksicht zu nehmen ist, worauf
225 aufzupassen ist.
226 DS Das heißt, ganz neu ist das nicht.

UT 7.4: INTERVIEW BEI SOLARBRUNN OHNE SCHÜLERBETEILIGUNG

227 Und ist das wiederum beim Solarbrunnprojekt anders abgelaufen, wenn es in
228 Richtung Forschung geht? Ist das da anders aufgegriffen worden? Zum Beispiel die
229 Befragungen im Kindergarten, hat sich das von Befragungen in Firmen
230 unterschieden?

231 NO Ja total. Da ist es ja in erster Linie um Befindlichkeiten gegangen. Dort gibt es
232 normalerweise irgendein Sachproblem und das schaut man sich halt ziemlich eng an.
233 Also dass da intensiv mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern geredet wird, das
234 machen Schüler manches Mal schon, wir haben zum Beispiel eh bei dieser
235 Maschendrahtzaunfirma, da ist auch geschaut worden, was so abfallwirtschaftlich
236 passiert und da sind sie natürlich in die Werkstätte gegangen und haben mit den
237 Leuten geredet und da gab es einige Verbesserungsvorschläge, also das passiert
238 schon. Aber in dem Ausmaß, wie es da war, wo sehr viele Umgebungsparameter eine
239 Rolle gespielt haben, wo ich auch gemerkt habe bei der Befragung, dass es einen ganz
240 großen Wunsch gegeben hätte über die Führung zu reden, über den Arbeitgeber zu
241 reden, wo gerade der Arbeitgeber und die Leitung schon im Vorfeld darauf bedacht
242 waren, ja nicht darauf einzugehen, weil die Gefahr ist zu groß. Besonders die
243 Gemeinde war dahinter, der Verwaltungsdirektor hat, glaube ich, panische Ängste
244 gehabt, dass über das Thema geredet werden könnte, und ich habe die Damen auch
245 darauf hinweisen müssen, weil die hätte sofort davon angefangen. Noch dazu waren
246 es zwei Gruppen, die Pädagoginnen und die Helferinnen, und offensichtlich gibt es
247 auch zwischen diesen beiden Gruppen Spannungen. Also soziologisch wäre da einiges
248 drinnen gewesen, aber da habe ich sofort abblocken müssen, und das habe ich auch
249 mit den Mädels besprochen, da sind ein paar Meldungen gekommen, da hab ich
250 gesagt, das müssen sie unbedingt rauschneiden, das darf nicht sein.
251

- 253
- 254 DS Bringt das den Schülerinnen was fürs Berufsleben? Kann man das verwerten?
- 255 NO Auf jeden Fall. Gerade die Arbeit, die sie machen mussten, eben diese Aufbereitung
256 der Kommunikation, Informationsaustausch, da haben sie gemerkt, wo eckt es,
257 welche Probleme können auftreten. Und ich denke mir, wenn sie in eine Firma
258 rauskommen, ich habe selber vier Kinder, die alle erwachsen sind, da ist es dasselbe
259 Bild, eines der Hauptprobleme ist innerbetriebliche Kommunikation.
- 260 DS Also das war mehr oder weniger genau das, was später auch immer wieder
261 vorkommen wird.
- 262 Gut, dann Dankeschön...

Interview Hr. Ost

Lehrkraft der Abteilung Maschinenbau, Anlagen- und Umwelttechnik an der HTL Hollabrunn

Transkript

Die Namen der Gesprächspartner wurden verändert

DS – Interviewer

OS – Hr. Ost

- 1 OT 1: ARBEITSAUFWAND
- 2 DS ...Vielleicht zu Beginn ein paar allgemeine Sachen – Wie viele Diplomarbeiten haben
- 3 Sie in einem Schuljahr...
- 4 UT 1.1: ANZAHL DER DIPLOMARBEITEN
- 5 OS ...zwei bis drei.
- 6 DS Zwei bis drei, das ist regelmäßig so, das ist der Durchschnitt?
- 7 OS Es nimmt natürlich jetzt zu, weil jetzt auch im Kolleg Diplomarbeit für alle gekommen
- 8 ist, das heißt, da wird wahrscheinlich noch eine dazukommen, aber so im Schnitt, sag
- 9 ich, werden es dann sein drei bis vier Diplomarbeiten bei zwei bis drei Schülern pro
- 10 Diplomarbeit.
- 11 DS Alle Diplomarbeiten sind grundsätzlich immer Teamarbeiten?
- 12 OS Es kann auch eine Einzelarbeit sein, aber grundsätzlich wird der Teamgedanke
- 13 forciert, also das heißt, grundsätzliche Gruppengröße bei uns sind zwei bis vier.
- 14 DS Zwei bis vier Schüler, mhmm.
- 15 UT 1.2: KEINE VORGABEN FÜR DEN BETREUUNGSRAHMEN
- 16 Und wie viel Zeit haben Sie da grundsätzlich für eine Diplomarbeit...
- 17 OS ...Was ich aufwende?
- 18 DS Ja, was ist vorgesehen?
- 19 OS Zeitlich ist grundsätzlich kein Rahmen vorgesehen. Also es ist nirgends im Gesetz
- 20 definiert, mein Betreuungsaufwand, wie viel das sein muss. Was definiert ist, ist der
- 21 Aufwand von den Schülern, das sind hundertfünfzig bis hundertachtzig Stunden
- 22 außerhalb der Unterrichtszeit. Und unser Aufwand, sag ich jetzt, das ist schwer
- 23 einzuschätzen, was ich wirklich habe, bewegt sich zwischen vierzig bis – vierzig ist
- 24 schon die Untergrenze – ich sag einmal sechzig bis achtzig Stunden.
- 25 DS Pro Diplomarbeiten oder für alle zusammen?
- 26 OS Im Grunde pro Diplomarbeit, sechzig bis achtzig Stunden, das wird hinkommen, circa.
- 27 Hängt natürlich schon stark davon ab, wie gut – also vom Schüler mal grundsätzlich,
- 28 und das Deutsch ist oft dann auch die Herausforderung, also wie gut sie sind, so
- 29 etwas zu dokumentieren, weil es ist ja das erste Mal wo sie sowas machen.
- 30 DS Aha, also die Verschriftlichung, dass das ein großes Problem manchmal ist...
- 31 OS ...Ja genau.
- 32 DS Ok.
- 33 OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN
- 34 Jetzt ist es ja so, es muss jeder Schüler und jede Schülerin eine Arbeit schreiben, wie
- 35 machen Sie das mit Aufgabenstellungen, wie finden oder entwickeln Sie die?
- 36 UT 2.1: MÖGLICHKEITEN DER THEMENFINDUNG
- 37 OS Naja, der optimale Gedanke wäre, wenn es in Kooperation mit einer Firma ist, das ist
- 38 der eine Pool. Der zweite ist, dass Schüler etwas für zu Hause machen oder für
- 39 irgendeinen Bekannten oder so, dass man da was macht. Zum Beispiel, oft haben wir
- 40 den Fall, da hat wer eine Landwirtschaft und der braucht für seinen Traktor
- 41 irgendeinen Aufnehmer, dass man so etwas plant und fertigt. Und das dritte, der
- 42 dritte Bereich sind die internen Themen, die wir an der HTL haben, die sind meistens,

43 dass man sagt, so wie es in meinem Fall ist, wenn man ein Labor betreut, dass man
44 sagt, irgendeine Laborübung, die man dann weiter in Zukunft verwenden kann.

45 DS Aha, also wenn man da mit Firmen zusammenarbeitet, kommen da die Anfragen von
46 den Firmen, oder geht das trotzdem von der Schule aus?

UT 2.2: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

48 OS Teils Teils. Teilweise kommen sie von den Firmen herein, aber so wie in meinem Fall
49 ist, mit meiner Ex-Firma, ich rufe halt alle paar Jahre an und frage, habt ihr irgendwas,
50 braucht ihr irgendwas, dass wir da dann einfach kooperieren. Beziehungsweise die
51 Firmen, die man einfach kennt, dass man sich dort regelmäßig meldet und schaut, ob
52 man was machen kann.

53 DS Was sind das zum Beispiel für Projekte, was kann ich mir darunter vorstellen?

54 OS Ja wir haben zum Beispiel, ich war bei der Firma Liebherr, wir haben so einen
55 Klappenantrieb entwickelt, das sind so Projekte, oder, was auch recht bekannt war,
56 ist, wir haben gebaut eine Dammbalkenreinigungsanlage, das sind diese, für den
57 mobilen Hochwasserschutz, den es da in Krems gibt, da die Reinigungsanlage dazu
58 gebaut. Dann, aktuelle Projekte sind mit der Firma Xyline [?], also das ehemalige
59 Vogelpumpenwerk in Stockerau, wo wir für eine Pumpe was entwickelt haben. Also
60 das sind so, also eher in Richtung klassischer Maschinenbau. Dann machen wir auch
61 so Umweltprojekte ein paar, zum Beispiel dass wir ein Abfallwirtschaftskonzept
62 erstellen für Firmen, dann, jetzt machen wir so einen Energieausweis für ein
63 Gemeindezentrum, also auch die Kommunen kommen auf uns zu, weil die sich Arbeit
64 ersparen und das sind gute Reputationen.

UT 2.3: IDEEN VON SCHÜLERSEITE

66 DS Und die Schüler selber kommen auch oft mit Ideen, ist das ein großer Anteil?

67 OS Prozentuell, wenn man es auf die drei Bereiche aufteilt, hätte ich gesagt, vierzig
68 Prozent mit Firmen, vierzig Prozent wo wir von der HTL was machen, und zwanzig
69 Prozent kommt von Schülern. Aber, wie gesagt, Schüler, wo es daheim irgendeine
70 Firma gibt, oder eine Landwirtschaft, das sind meistens die, die...

71 DS Aha, die haben einen eigenen praktischen Nutzen dahinter.

72 OS Genau. Wir haben zum Beispiel jetzt einen gehabt, der ist Jäger, und der hat für
73 seinen Jeep eine Vorrichtung gebraucht, dass er das Wild abschleppen kann.

74 DS Mhm, ok.

OT 3: RAHMENBEDINGUNGEN

76 Gut, wie schaut das dann prinzipiell aus, wie läuft die Arbeit dann ab? Wie betreuen
77 Sie das?

UT 3.1: ZEITLICHE ORGANISATION

79 OS Das schaut so aus, in der Vierten, bis zum Semester sollte einmal das grundsätzliche
80 Thema gefunden sein. Das heißt, wir schauen eben, dass wir in der Vierten die
81 Themen vergeben haben im Februar, und dann gibt's mittlerweile sehr klare Vorgaben,
82 es gibt ein eigenes Vorlageprinzip, wie diese ganzen Besprechungen zu protokollieren
83 sind. Also der erste Schritt ist einmal die Themenfindung, dann kommt es, dass die
84 Arbeitspakete aufgeteilt werden auf die einzelnen Schüler, die Arbeitspakete werden

85 mit Terminen versehen, und der Hauptteil im zweiten Semester ist dann einfach,
86 diese Aufgabenstellung klar zu definieren. Also, dass wirklich klar definiert ist, wie
87 heißt die Diplomarbeit und wie sind die Aufgabenstellungen von den einzelnen
88 Schülern. Weil diese Aufgabenstellung muss dann am Beginn des fünften Jahrgangs
89 eingereicht werden über die Datenbank, bis Ende September muss das alles von den
90 Schülern eingereicht sein, von mir das Ok da sein, dann wird das Ganze freigegeben.

91 DS Da müssen die genauen Schritte und ein Zeitplan, muss da alles schon stehen.

92 OS Also, üblich ist es, dass man pro Schüler, also es ist nicht ein detaillierter Terminplan,
93 pro Schüler hat man vier bis fünf Arbeitspakte und die hat man mit Terminen
94 versehen, und der Endtermin steht sowieso fest, der ist im Normalfall Anfang April.

UT 3.2: MOTIVATION UND ARBEITSMORAL

96 Das Schwierige ist am Anfang, die Schüler heranzuführen, wie geht man so eine
97 Arbeit grundsätzlich an. Weil es ist, so wie fast überall, am Anfang die Euphorie, dann
98 ein bisschen, dann kommt der Rückschlag, der erste, und dann muss man halt
99 schauen, dass man sie wirklich soweit da hinführt, dass das bis Anfang April dann eine
100 halbwegs vernünftige Arbeit ist.

101 DS Und das eigentliche Arbeiten, wie läuft das dann ab?

102 OS Grundsätzlich ist ein bisschen die Problematik, dass wir kein eigenes Fach dafür
103 haben. Es gibt kein Fach Diplomarbeit, also das passiert grundsätzlich in der Freizeit
104 von, also in meiner Freizeit, unter Anführungszeichen, und auch in der Freizeit von
105 den Schülern. Natürlich schauen wir, dass wir, vor allem in Konstruktionsübungen
106 oder im Labor, dass man das irgendwie kombinieren kann, dass man sagt, dass man
107 das auch irgendwie nutzen kann, aber die Hauptherausforderung ist am Anfang, den
108 Schülern überhaupt einmal bewusst zu machen, was heißt das, so ein Thema
109 anzugehen, und da wirklich eine, unter Anführungszeichen, vorwissenschaftliche
110 Arbeit zu schreiben.

OT 4: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

112 Und, was wir die Erfahrung haben, ist, dass am Anfang oft sehr viel Zeit verloren geht.
113 Natürlich ist das für den, der im Februar mit diesem Thema anfängt, der weiß, es ist in
114 vierzehn Monaten Abgabe, das ist halt ein sehr langer Zeitbereich.

115 DS Arbeiten die Schüler dann eigentlich eigenständig und selbstständig?

UT 4.1: UNTERSTÜTZUNG WÄHREND DES GESAMTEN PROZESSES

117 OS Grundsätzlich ist ja dieses Projekt von den Schülern selbst zu erbringen, also wir, ich
118 kann jetzt nur von mir sprechen, schauen wir, dass wir einmal einen Terminplan
119 erstellen, einen gemeinsamen, am Anfang, dass diese Arbeitsaufteilung klar definiert
120 ist. Dann lass ich die Schüler einmal arbeiten, und dann beim ersten Zwischentermin
121 – wir machen das im Normalfall einmal im Monat, da haben wir so Zwischentermine,
122 die wir auch dokumentieren – da schau ich mir an, in welche Richtung geht das. Und
123 das ist dann sehr individuell von Schüler zu Schüler. Die einen, da muss man nur
124 relativ wenig unterstützen, da muss man nur schauen, dass sie halbwegs in die
125 richtige Richtung arbeiten, die anderen muss man halt wirklich bei der Hand nehmen
126 und von Null anfangen.

127 Unterstützung ist sowohl die Fachliche, Unterstützung heißt aber vor allem auch das
128 ganze Drumherum, was es heißt, eine Diplomarbeit zu schreiben.

UT 4.2: KONKRETE AUSFÜHRUNG ERFOLGT EIGENSTÄNDIG

130 DS Aber wenn dann wirklich gearbeitet wird, dann sind die Schüler grundsätzlich für sich,
131 das machen sie selbst, ohne ständige...

132 OS ...Genau. Wenn sie jetzt irgendein, nehmen wir zum Beispiel, wenn sie eine Welle
133 dimensionieren müssen, ist das nicht, dass ich ihnen das vordimensioniere, sondern
134 sie rechnen das wirklich selbst runter, und dann, bei mir ist es auch so, das Thema
135 Zwischenkontrollen, also da hat der Schüler ein bisschen die Bringschuld bei mir, also
136 ich sag, sie können mir jederzeit was zeigen, dann gebe ich ihnen ein Feedback, aber
137 ich bin da jetzt keiner, der jede Woche den Druck macht. Aber das hat bis jetzt ganz
138 gut funktioniert.

OT 5: REAKTIONEN ZU SOLARBRUNN

140 DS Und ist das jetzt im Rahmen von dem Solarbrunn-Projekt anders abgelaufen, also
141 generell das Arbeiten und Ihre Aufgabe als Betreuung, hat das anders ausgeschaut?

142 OS Naja, sagen wir so, es waren Vor- und Nachteile zugleich.

UT 5.1: ZWISCHENPRÄSENTATIONEN

144 Erster Vorteil war, dass es wirklich einige, ich sag einmal, unter Anführungszeichen,
145 öffentliche Zwischentermine gegeben hat. Das haben wir, wenn wir es vergleichen
146 mit unseren Diplomarbeiten, wir haben solche Zwischenpräsentationen zwei bis zur
147 Abgabe. Warum machen wir das, weil wenn sie in der Öffentlichkeit etwas
148 präsentieren müssen, die Schüler, ist es umso peinlicher, wenn sie nichts haben, wie
149 wenn sie nur mir irgendetwas zeigen. Da war der Druck natürlich größer für die
150 Schüler, weil es da mehr Termine gegeben hat, da haben sie gewusst, sie müssen bis
151 dahin auch etwas zusammenbringen. Also bei mir der Unterschied war sicherlich
152 mehr Präsentationsaufwand, also mehr Zeit in die Präsentationen zu investieren, weil
153 ich mir die Präsentationen ja auch immer wieder anschauen muss.

154 Aber andererseits, ich hab heuer den Vergleich gehabt, heuer hab ich zwei
155 Diplomarbeiten gehabt, die eben bei dem Solarbrunn mitgearbeitet haben, die haben
156 den Terminplan dann einfach besser eingehalten als die, die ein internes Projekt
157 gemacht haben.

158 DS Also eine Art organisatorischer Vorteil.

159 OS Das war sicher ein Vorteil, aber andererseits, sie haben halt mehr Aufwand gehabt
160 für solche Präsentationen, und auch die Präsentation, die wir am Anfang vom
161 Schuljahr gehabt haben in Wien, eben diese allgemeine Sparkling Science-Geschichte
162 Präsentation, das sind halt alles Dinge, die man am Ende bei der Arbeit dann selbst
163 nicht so sieht. Das ist halt natürlich schon, wenn dann einer sitzt und sagt, naja, vom
164 Umfang her ist das nicht so berauschend, aber das müsste man sich überlegen, wie
165 man das vielleicht noch besser dokumentiert, dass wir solche Sachen auch machen
166 hat müssen. Das sind halt wir als technische Schule nicht so gewohnt, muss man auch
167 sagen, das war für uns auch etwas Neues. Dass man sowas mehr dokumentiert.

168 DS Und das Arbeiten der Schüler, war das anders als...

169 OS ...Nein. Für die Schüler war es grundsätzlich – ich sag, das Solarbrunn war halt das
170 Mascherl, das drüber war, aber sonst für die Diplomarbeit selbst war es jetzt nicht
171 der große Unterschied. Ich sag so, der Nutzen war sicher in dem Fall, weil sie für die
172 Präsentation selbst einiges gelernt haben. Wenn man vergleicht, die erste
173 Präsentation, die sie gemacht haben und wie sie jetzt präsentieren, da sind sie sicher
174 sehr viel selbstsicherer geworden.

UT 5.2: ABTEILUNGSÜBERGREIFENDE ARBEIT

175 DS Und ist das vorstellbar, dass zukünftige Diplomarbeiten auch in einem ähnlichen
176 Rahmen ablaufen, also dass sie zum Beispiel Abteilungsübergreifend oder in
177 Zusammenarbeit mit anderen Organisationen...

178 MS ...ja auf jeden Fall. Ich glaube, das sollte man viel mehr nutzen. Es gibt auch ein, wir
179 bauen so ein Elektro-Kart, das ist jetzt auch abteilungsübergreifend, wir haben auch
180 so Messgeräte, die wir abteilungsübergreifen machen, aber das wird hoffentlich
181 forciert werden, vor allem dass alle Abteilungen da zusammenarbeiten.

182 DS Das heißt, das ist organisatorisch durchaus auch realisierbar und vorstellbar.

183 OS Ja. Ich meine, wir haben es eh gesehen, am Anfang gibt es die Schwierigkeiten, aber
184 ich denke mir, das ist sicher realisierbar.

185 DS Ok. Von welchen Teilen des Projektes, glauben Sie, haben die Schüler profitiert, hat
186 es da Sachen gegeben, wo Sie gemerkt haben, das bringt den Schülern was?

187 OS Ja, ich kann es jetzt von meinen beiden sagen, eben das mit der Präsentation, dann
188 das zweite, was sicherlich viel gebracht hat, was nicht unmittelbar mit dem Sparkling
189 Science war, das ist das Praktikum, das der eine Schüler gemacht hat,

UT 5.3: ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN INSTITUTIONEN

190 und ich denke mir, es war auch ganz wichtig für die Schüler, auch einmal Feedback
191 von anderen Seiten zu bekommen. Weil sonst kriegen sie ja das Feedback für die
192 Diplomarbeit nur von mir und dann am Ende bei der Präsentation vom Vorsitzenden
193 von der Matura. Aber ich sag, von unterschiedlichen Seiten, das heißt, von der Uni,
194 von anderen Abteilungen und ganz zum Schluss auch ein bisschen von der Kommune,
195 von der Gemeinde, ich denke, das war schon einmal ganz wichtig für die Schüler. Und
196 einfach auch, dass sie sehen, wie wo anders gearbeitet wird, das war, glaub ich, ganz
197 interessant.

198 DS Mhm.

OT 6: VORBEREITUNG IM UNTERRICHT

199 Ja, eine Sache noch, wie werden die Schüler eigentlich auf die Diplomarbeit
200 vorbereitet? Gibt's in den vorherigen Schuljahren, ist das ein Thema, dass man da
201 drauf hinarbeitet, oder kommt das dann ganz neu, dass sie jetzt ein Projekt
202 verwirklichen müssen?

UT 6.1: SCHWACH AUSGEPRÄGTE VORBEREITUNG

203 OS Zurzeit ist es so, dass das grundsätzlich fast neu kommt. Was sie machen, sie haben
204 Informatik, da lernen sie ein bisschen, dass die das Word bedienen, halbwegs, sprich,
205 damit sie damit eine Diplomarbeit schreiben können, automatische Verknüpfungen
206 und Verweise, in die Richtung, in Deutsch lernen sie ein bisschen was dazu, aber der

211 Großteil ist, dass das für sie ein komplett neues Thema ist, und das ist auch die große
212 Herausforderung.
213 DS Aha, also es gibt auch vorher nicht irgendwelche Projekte, dass sie eben selbst
214 kleinere Projekte, oder in Gruppen...
215 OS Wir haben das in Konstruktionsübungen, dass wir so Kleinprojekte machen, aber das
216 ist auch sehr, das kommt meistens auch erst in der Vierten. Das heißt, von der Ersten
217 bis zur Dritten ist diese Gruppenarbeit zurzeit nicht wirklich ausgeprägt. Es gibt
218 Einzelfälle, ich überleg noch gerade, aber grundsätzlich, maximal dass sie zu zweit
219 was machen müssten, aber das ist sehr selten. Da muss man sicherlich noch ein
220 bisschen mehr machen, in die Richtung.

UT 6.2: KEINE FORSCHENDE HERANGEHENSWEISE

221 DS Ok. Und spielt eigentlich bei den verschiedenen Diplomarbeiten ein
222 Forschungsbegriff eine Rolle, sind das in irgendeiner Form Forschungsarbeiten?
224 OS Der Großteil nicht. Teilweise, ich sag jetzt einmal, wenn man so finite
225 Elementeberechnungen vielleicht macht, dass das da in die Richtung geht, aber sonst
226 geht es eher darum, dass man wirklich was baut, ich würde sagen, Forschung ist das
227 in dem Sinn noch nicht. Sagen wir so, die Ausnahmen sind die Forschungsthemen.
228 DS Das heißt, spielt Forschung im Unterricht eine Rolle in irgendeiner Form, wie auch
229 immer, Forschung oder wissenschaftliches Arbeiten?
230 OS Ja, sagen wir so, wir machen schon diese Konstruktionsübungsprojekte, und wo wir
231 es auch haben, ist bei den Laborprojekten, diese Laborprojekte haben einen Umfang
232 von zehn bis fünfzehn Seiten, und da wir schon geschaut, dass gewisse Grundregeln
233 des wissenschaftlichen Arbeitens eingehalten werden. Ist aber nicht eins zu eins mit
234 einer Diplomarbeit, aber die Grundlegenden Dinge, das heißt, dass auch geschaut
235 wird, Quellenverweise zitieren und so, eine Forschungsfrage einmal stellen, das wird
236 da zum Teil schon auch behandelt. Das ist aber erst in der Vierten, Fünften bei uns
237 der Fall. Das heißt, das überschneidet sich oft, diese Thematik, mit dem wann die
238 Diplomarbeit beginnt.

OT 7: ERGEBNISORIENTIERTE ARBEITSWEISE / SOLARBRUNN

240 DS Und so wie es jetzt in dem Projekt war, haben Sie den Eindruck, dass das
241 Forschungsarbeiten waren? Oder in welcher Form hat sich da dahingehend
242 unterschieden?

UT 7.1: KLÄRUNG UND VERMITTLUNG DER AUFGABENSTELLUNG

244 OS Wenn ich es jetzt mit anderen, mit meinen Diplomarbeiten vergleiche, würde ich
245 schon sagen, dass es sich unterschieden hat, weil sonst sind die Aufgabenstellungen
246 meistens klarer definiert. Also da wissen wir schon mit der Aufgabenstellung, oder
247 wir haben schon ein Bild vor uns, was da rauskommen wird. Das war sicherlich bei
248 dem Solarbrunn-Projekt ein bisschen der Unterschied, da hat man jetzt zum Beispiel
249 gewusst, man will die Behaglichkeit steigern, aber in welche Richtung das wirklich
250 dann genau gehen wird, war eigentlich offen.

251 DS Das heißt, sonst die Aufgabenstellungen sind mehr ergebnisorientiert, da ist am
252 Anfang schon klar, was am Schluss rauskommen wird?

253 OS Der Großteil der Aufgabenstellungen zurzeit, ja.
254 DS Das war eben da nicht so. War das eine besondere Herausforderung oder würden Sie
255 das als Problem auffassen?
256 OS Nein, ein Problem nicht. Es war sicherlich eine zusätzliche Herausforderung für die
257 Schüler, weil sie das Arbeiten so nicht unbedingt gewohnt waren. Sie waren gewohnt,
258 eben das ergebnisorientierte Arbeiten, aber in dem Fall war das sicher mehr eine
259 Herausforderung, dass man einfach offen ist, für unterschiedliche Lösungsansätze.
260 DS Also finden Sie, dass die Schüler da durchaus auch was gelernt haben.
261 OS Ja auf jeden Fall.

UT 7.2: REALITÄTSBEZUG

262 DS Kann das für das zukünftige Berufsleben auch, hat das einen Wert?
264 OS Ja, weil man muss ja offen sein, in der Berufswelt weiß ich ganz selten, was am Ende
265 rauskommt, da ist das oft der Fall. Also diese Aufgabenstellung, wie sie da war, ist
266 sicher, und auch das Offensein für verschiedene Lösungsansätze, ich denke mir, das
267 können sie sicher verwerten.
268 DS Es haben sich ja im Laufe des Projektes immer wieder neue Dinge ergeben, es haben
269 sich Dinge verändert. Ist das von bürokratischer Seite ein Problem, wenn sie jetzt am
270 Anfang schon die Aufgabenstellung definieren und einreichen müssen und so weiter?
271 OS Man muss es halt dann anpassen. Wie gesagt, am Anfang diese Arbeitspakete
272 definieren, man sieht dann, ok, mit dem, was ich mir da vorgestellt habe, kommen
273 wir nicht weiter, ich denke mir, so flexibel ist unser System dann auch, dass man
274 diese Arbeitspakete dann anpasst. Man muss halt da flexibel sein und das anpassen.
275 Aber ein wirkliches Problem war das nicht, das ist durchaus handlebar. Natürlich
276 versucht man, diese Arbeitspakete so zu formulieren, dass das auch ein bisschen
277 einen Spielraum zulässt, dass man das nicht zu sehr eingrenzt.
278 DS Mhm. Gut, dann Danke vorerst, das waren meine Sachen, die ich wissen wollte...

Interview Hr. Süd

Lehrkraft der Abteilung Elektronik und Technische Informatik an der HTL Hollabrunn

Transkript

Die Namen der Gesprächspartner wurden verändert

DS – Interviewer

SU – Hr. Süd

1 **OT 1: RAHMENBEDINGUNGEN**

2 DS ...Wie viele Diplomarbeiten hast du pro Schuljahr?

3 **UT 1.1: TEAMARBEITEN VERRINGERN DEN BETREUUNGSAUFWAND**

4 SU Manchmal hab ich vier, manchmal hab ich drei. Ich schau immer, dass wir mehrere –
5 also früher haben wir immer Zweierteams gebildet, aber es ist besser, wenn zum
6 Beispiel vier oder drei beieinander sind, weil ansonsten die Organisation im
7 Verhältnis zu einigen Arbeiten auch mehr ist. Wenn mehrere in einem Team sind, die
8 Organisation ist immer nur einmal zu erledigen.

9 DS Also es sind grundsätzlich immer Teamarbeiten.

10 SU Das sind immer Teamarbeiten. Von den Diplomarbeiten, da gibt es eine eigene
11 Handreichung mit hundert Seiten vom Landesschulinspektor, wie das abzuhandeln,
12 abzuarbeiten ist und da steht drinnen, es sind Teams von bis zu fünf Schülern
13 anzustreben. Einer alleine darf gar nicht, das gibt es bei uns nicht. Der Anteil der
14 Teamarbeit muss in irgendeiner Form zu erkennen sein.

15 **UT 1.2: DOKUMENTATION ALS HERAUSFORDERUNG**

16 Es ist auch so, dass in der Dokumentation, die die Schüler dann abgeben, in den
17 Fußzeilen genau stehen muss, wer für welche Seite zuständig ist. Das geht im Word
18 zum Beispiel gar nicht so einfach, es gibt Leute, die schreiben das in LaTech, da gibt's
19 Leute, die lernen im Word erst kennen, wie man Filialdokumente erstellt, dass man
20 das doch schafft, dass man die Autoren in den Fußzeilen speziell ausweist, das ist gar
21 nicht so einfach, aber es wird verlangt, das muss man machen.

22 DS Und sind es jetzt, wo es ja verpflichtend ist, dass jeder Schüler eine Diplomarbeit
23 schreibt, sind es für Sie jetzt mehr Diplomarbeiten zu betreuen oder ist das im
24 Vergleich zu vorher...

25 **UT 1.3: PROJEKTARBEITEN ALS VORLÄUFER DER DIPLOMARBEITEN**

26 SU ...Wir haben früher auch die schlechten Schüler im Schuljahr – also sagen wir so: Jetzt
27 ist es ja so, dass es Teil der Maturaprüfung ist, die Diplomarbeit. Das ist neu mit der
28 letzten Lehrplangeneration passiert. Vorher – muss ich anders anfangen: Wir haben
29 immer Projekte gemacht, also die, wie soll ich sagen, ich unterrichte ja hauptsächlich
30 Werkstättenlabor, das ist Prototypenbau, wie es so schön heißt bei uns. Das ist
31 immer ein Gegenstand gewesen, wo man die Erkenntnisse aus dem Theorieunterricht
32 und die Kenntnisse aus der Werkstatt so kombiniert – also die echte
33 Ingenieurstätigkeit besteht ja darin, dass er einen theoretischen Background hat und
34 einen praktischen handwerklichen Hintergrund hat, und diese beiden Dinge,
35 Handwerk und Theorie, zu einer Ingenieurstätigkeit destilliert. Das ist immer schon
36 unser Ansinnen gewesen, das heißt, wir haben immer schon Projekte gemacht, wir
37 haben es nur, die einen haben eine Diplomarbeit gehabt und die anderen haben ein
38 Unterrichtsprojekt gehabt. Und wir haben es auch immer so gemacht, dass wir im
39 Unterricht – also jetzt ist es ja offiziell so, dass diese Diplomarbeit rein in der Freizeit
40 zu passieren hat, also ein Umfang von einhundertachtzig Stunden, der als
41 Freizeitanteil auszuweisen ist, was, wenn Teile davon im Unterricht entstehen, genau
42 im Unterricht entstanden ist, und die Teile, die in der Freizeit entstanden sind. Also es
43 ist sehr wohl möglich, dass man das im Unterricht begleitet, aber die hundertachtzig

44 Stunden müssen nachgewiesen werden, das ist ganz wichtig. Und früher war es eben
45 so, dass die Unterrichtsprojekte keine Diplomarbeiten gehabt haben, sondern nur im
46 Unterricht fertig geworden sind, die Diplomarbeiten halt dann bei der Matura als
47 Diplomarbeit präsentiert worden sind. Die Unterrichtsprojekte hat es bei der Matura
48 nicht gegeben, die sind nur im Zeugnis unter einem Gegenstand, die waren dann
49 abgehakt, die andern haben das bei der Matura als Diplomarbeit verkaufen können.
50 Aber Unterrichtsprojekte haben wir immer gehabt, also so gesehen hat sich für mich
51 überhaupt nichts geändert, weil wir immer geschaut haben, dass alle Schüler in allen
52 Klassen in einem Team an einem Projekt arbeiten. Vom Umfang her haben wir
53 vielleicht ein bisschen einen Unterschied gemacht, wenn wir gesagt haben, das ist
54 nur ein Unterrichtsprojekt, wo man eben keinen Freizeitanteil verlangt, wobei das
55 auch nicht stimmt, es gibt bei uns ja keinen Gegenstand, wo man nicht Hausübungen
56 verlangt, also die müssen natürlich auch was daheim machen, aber selbstverständlich
57 haben die nicht so viel daheim gemacht, weil sie gar nicht die Kapazität haben.

58 UT 1.4: ARBEITEN WÄHREND DER „FREIZEIT“

59 Das was jetzt auch dazukommt, dass man eben hundertachtzig Stunden verlangt, das
60 werden in Wirklichkeit vierhundert Stunden, also die hundertachtzig Stunden sind für
61 mich eigentlich der Vierer, sag ich einmal. Das Sehr Gut sind bei mir mindestens
62 dreihundertsechzig, in der Regel sind es bei mir vierhundert Stunden. Also meine
63 Projektschüler haben einen Freizeitanteil zwischen dreihundert und vierhundert
64 Stunden. Das ergibt sich, das verlange ich nicht, sondern das ergibt sich über die
65 Aufgabenstellung, man muss ja nachweislich einen Terminplan erstellen im
66 September, wo man die ganzen Arbeitspakete einteilt, das muss jetzt nicht ein
67 Gannt-Projekt sein, aber das ist halt in irgendeiner Form vorgegeben und die werden
68 automatisch in die Freizeit gezwungen, weil sonst werden sie nicht fertig.

69 UT 1.5: PROBLEMATIK EINGRENZUNG DES PROJEKTES

70 Weil am Anfang, es ist ja so, dass sie relativ ahnungslos an die Dinge herangehen zum
71 ersten Mal wenn sie so ein großes Projekt angehen, nämlich teamübergreifend, wenn
72 wirklich vier Leute zusammenarbeiten, dass die Schüler auch gar nicht die Erfahrung
73 haben abzuschätzen, wie viel Arbeit wird das. Auch der Lehrer weiß das oft gar nicht,
74 weil die Schüler oft gute Ideen haben, die du als Lehrer auch nicht kennst, und dann
75 gibt es halt welche, die scheitern, und welche, die bauen das aus und scheitern dann
76 im Theoriegegenstand, weil sie dummerweise dann so viel Zeit in das Projekt stopfen,
77 also da muss man als Lehrer sehr lenkend eingreifen, dass man die guten Schüler
78 davor bewahrt, dass sie sich umbringen, weil sie die anderen Gegenstände
79 vernachlässigen, das passiert wenn man Pech hat. Beziehungsweise man muss die
80 schlechten Schüler halt durch Zeitvorgaben, Meilensteine und strenge Kontrollen
81 zwingen, dass sie trotzdem daheim was machen, weil die schlechten Schüler sind
82 nach wie vor für Hausübungen schwer zu begeistern, sag ich einmal, die muss man
83 mit Terminen und Meilensteinen für sie einsichtig so gestalten, dass sie sehen, jetzt
84 muss ich was tun.

85 DS Ok. Wie viel Zeit steht dir grundsätzlich zum Betreuen der Arbeiten zur Verfügung
86 beziehungsweise wie viel Zeit wendest du wirklich auf? Was ist vorgesehen und wie
87 schaut es wirklich aus?
88 SU Also ich muss dazu sagen, ich weiß nicht wie es andere Abteilungen machen, rein wie
89 es geplant ist, die offizielle Linie in den HTLs ist eigentlich nicht gut gelöst, da hat man
90 als Betreuer keinen Rahmen, wo man mit seinen Schülern regelmäßig
91 zusammenkommt. Es wird zwar irgendetwas bezahlt, angeblich nur die Beurteilung
92 der schriftlichen Arbeit, ich weiß das gar nicht, keine Ahnung was ich dafür krieg.

UT 1.6: BETREUUNG DER DIPLOMARBEITEN IM UNTERRICHT

94 Bei uns in der Abteilung ist es so, dadurch dass wir eine Geschichte haben und sehr
95 viel Erfahrung haben im Begleiten von solchen Dingen, immer geschaut haben, dass
96 wir im theorie – wir hätten in der Fünften ein achtständiges Labor, haben aber ein
97 fünfständiges daraus gemacht und machen ein zweites, ein dreiständiges, wo wir
98 diese Projekte begleiten. Das ist einmal das Eine. Und das Zweite ist, wir haben einen
99 Gegenstand, der heißt FST, fachspezifische Softwaretechnik, das ist ebenfalls ein
100 Übungsgegenstand, und wenn da mehr als zwanzig Schüler drinnen sind, wird die
101 Klasse geteilt, und auch diesen Gegenstand benutzen wir – also wir machen im
102 Endeckkt am Freitag fünf Stunden, zwei davon sind FST und drei davon sind Labor.

UT 1.7: UNSAUBERE LÖSUNGEN FÜR DIE BETREUUNGSARBEIT

104 Da haben wir dann einen Pool von fünf Lehrern zur Verfügung und auf diese fünf
105 Lehrer werden dann die zwei Klassen aufgeteilt. Also wir haben immer eine A und
106 eine B Klasse, und da schauen wir dann – also für die Lehrer ist es insofern schlecht,
107 weil wir haben die Werteinheitenzuteilung, nach der wir bezahlt werden, dass wir
108 eigentlich – von der Bezahlung her ist es für den Lehrer ein total schlechtes Geschäft
109 eine Fünfte zu unterrichten, weil die Fünfte hört auf Mitte Mai und du hast
110 eineinhalb Monate, wo du nichts verdienst aber in Wirklichkeit Maturanten hast, die
111 ununterbrochen was von dir wollen. Das ist nämlich ein Betrug am Lehrer eigentlich,
112 was man da gemacht hat, dass man sagt, ihr habt ja keinen Unterricht mehr, in
113 Wirklichkeit hat man aber Maturanten die einen ununterbrochen beschäftigen. Jetzt
114 brauchst du nur schauen, da hinten sind Leute, die wollen was von mir, die müssen
115 halt warten.

116 Das ist das Eine. Und das Zweite ist, dass wir durch diese Gegenstände, die man da
117 halt entfremdet – Labor heißt ja, man hat einen Teiler von acht, du musst also
118 schauen, wenn du zwanzig Schüler drinnen hast, drei mal acht sind vierundzwanzig,
119 wäre schön, geht aber nicht, also sind es nur zwei Lehrer. FST hab ich eine
120 Neunzehner- und eine Zwanzigerklasse, das heißt die eine Klasse darf ich teilen, die
121 andere darf ich nicht teilen, dort krieg ich einen Lehrer, da zwei Lehrer. Und in
122 Summe kommt raus, dass ich am Freitag sechs Stunden lang da bin, aber nur vier
123 Stunden bezahlt krieg. Also so ist es geregt. Wir machen es so, weil wir sagen,
124 andere haben es noch viel schlimmer, die Maschinenbautechniker müssen das
125 überhaupt irgendwie in ihrer Freizeit unterbringen und wir haben halt eh das Glück,

126 dass wir – wir haben aber auch ziemlich viel Freizeitanteil drinnen, es gibt keine
127 saubere Lösung.

UT 1.8: PROJEKTJOURNAL

129 DS Das heißt, es gibt im Regelunterricht...
130 SU ...wir haben uns den Freitag freigespielt, wo wir wirklich regelmäßig mit den Schülern
131 zusammentreffen. Ich verlange auch am Donnerstagabend von jedem wöchentlich
132 ein Projektjournal, wie es so schön heißt, das ist ein Excel-Sheet, wo die Schüler
133 genau schreiben, wann hab ich gearbeitet, was hab ich gearbeitet, welches
134 Dokument habe ich bearbeitet. Wo ich mir schon für Freitag überlegen kann, welche
135 Richtung gehen wir weiter, oder was ist schief gegangen, was ist gut gegangen. Also
136 ich sehe am Donnerstag, was die einzelnen Schüler gemacht haben und am Freitag in
137 der Früh weiß ich, wie ich mit ihnen... Also ich habe das Glück, dass ich Bahnfahrer
138 bin und ich kann in der halben Stunde, wo ich da her fahre mir in Ruhe überlegen,
139 also die Vorbereitung mache ich in der Schnellbahn, wo ich mit wem in welche
140 Richtung weitergehen werde. Aber das ist ein riesen Vorteil wenn man sich jede
141 Woche sieht.

UT 1.9: BLICK IN ANDERE ABTEILUNGEN

143 Ich weiß nicht, ob du das mitbekommen hast, die Elektrotechniker, der Hr. West sieht
144 seine drei Mal im Jahr oder so, wenn er nicht zufällig ein Labor hat, wo sie in seiner
145 Gruppe sind. Da entgleiten dir die Guten garantiert – also nicht die Guten, die
146 Schlechten, die Guten machen eh was sie wollen, die sind eh brav. Die Schlechten
147 sind froh, wenn sie den Lehrer nicht sehen, und wenn du keinen geregelten Rahmen
148 hast, wo du mit ihnen zusammentrifft, wird nicht viel passieren. Bei uns passiert da
149 schon, auch bei den Schlechten, wie soll ich sagen, sehe ich genau, wo stehen die
150 gerade und ich kann ein bisschen Druck wegnehmen und ich kann sie schon lenken.

OT 2: QUELLEN FÜR AUFGABENSTELLUNGEN

152 DS Mhm. Wie schaut es mit den Aufgabenstellungen aus? Wie werden die entwickelt?
153 Kommen die von den Schülern oder geht das von dir aus?
154 SU Beides.

UT 2.1: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

156 Wir machen so einen Netzwerktag, wir haben jedes Jahr Absentententreffen, das
157 machen wir regelmäßig mit allen fünfjährigen Jubiläumsjahren, da gibt es
158 institutionell Klassentreffen. Da hat der Chef zu den Drittklässlern, die da Führungen
159 mitmachen, gesagt, schaut, dass ihr Netzwerke schafft, redet mit den Leuten, die vor
160 dreißig Jahren maturiert haben...

161 Unterbrechung

162 SU So, Netzwerktag. Der Chef schaut, dass die Absolventen erzählen, wie war ihr
163 Werdegang, welche Firmen habe ich schon hinter mir, was mache ich gerade, was
164 war wichtig in der Schule. Es gibt die Möglichkeit, dass ich Ferialpraxis anbiete an
165 Drittklässler oder so. Das machen wir sehr intensiv. Und beziehungsweise, habe ich
166 Ideen, wie könnte man das Potential der Diplomarbeiten für unsere Firma nutzen. Da
167 gibt es immer wieder Leute, die sagen, ihr könntet das und das für uns ausprobieren,

168 das brauchen wir nicht wirklich, das muss auch nicht gehen, aber wir haben keine Zeit
169 uns damit auseinanderzusetzen, aber ihr könnt das machen.

170 Also eine Schiene ist, es kommt von einem ehemaligen Absolventen.

UT 2.2: SCHULINTERNE PRÄSENTATIONEN

172 Das zweite ist, die Schüler selbst sehen – wir machen es so, dass die Viertklässler
173 immer wieder die Präsentationen der Diplomarbeiten in einem großen Rahmen, also
174 fünf oder sechs Stunden, wo vierzig oder fünfzig verschiedene Präsentationen sind,
175 die schauen sich das mit an, müssen das auch bewerten, also wir zwingen sie dazu,
176 dass sie auch wirklich aufpassen, muss nach einem Punktesystem bewerten wie ihm
177 das gefallen hat und warum was schlecht oder gut war.

178 Das heißt die Schüler wachsen schön langsam hinein und sehen, was ist da üblich,
179 was gibt es da für Ideen, und aus diesen Weiterführungen kommen dann von den
180 Viertklässlern im April oder so eigene Ideen, ich hätte das und das gesehen, dazu
181 hätte ich eine eigene Idee, kann man das machen. Sie müssen nur einen Lehrer
182 finden, der sagt, ok, ich kann mir vorstellen so etwas zu betreuen.

UT 2.3: WEITERFÜHRUNG LÄNGER LAUFENDER PROJEKTE

184 Es gibt auch immer wieder Projekte, die nicht fertig werden, da könnte man sagen,
185 wir hätten schon einen Teil, aber das und das gehört da noch dazu gemacht. Das ist
186 bei mir zum Beispiel bei SOLARbrunn der Fall gewesen, wo man vom Vorjahr etwas
187 übernimmt, das hat sich ja jetzt über vier Semester gezogen, obwohl das
188 normalerweise sehr schwierig ist. Schüler wollen immer was eigenes, was neues
189 erfinden, das ist der Normalfall. Sie wollen einen sauberen Tisch, ein leeres Blatt zum
190 Denken und jetzt bauen wir uns irgendetwas. Wenn man ihnen sagt, ich habe da was,
191 das müsst ihr fertig machen, interessiert sich kein Mensch dafür. Das braucht man
192 aber, wir kaufen viel, in der Schule gibt es viel Material. Jetzt liegt da ein Haufen
193 Klumpert, hat zweihundert Euro gekostet, es geht nichts, was machen wir jetzt damit,
194 ich kann es nicht wegschmeißen. Also mache ich es umgekehrt, dass ich ganz einfach
195 neue Themen ausgebe, die aber thematisch und schwerpunktsmäßig sehr gut da
196 dazu passen. Dann fangen sie zu arbeiten an und kommen nach den Ferien und
197 sagen, wir haben eigentlich nichts, es geht nichts, was sollen wir tun. Dann gebe ich
198 ihnen das und sage, schau her, da wäre was, da haben schon Leute Ideen und
199 Material investiert. Sie stürzen sich dann sofort darauf, nehmen das auseinander und
200 nehmen sich die Dinge, die sie brauchen können und was ihnen nicht gefällt oder was
201 sie nicht verstehen lassen sie weg. Aber aus dem entwickelt sich dann etwas, und das
202 ist der bessere Weg. Das war auch bei SOLARbrunn so, die haben nicht als
203 SOLARbrunn angefangen, sondern die haben eigentlich eine neue Idee von mir
204 bekommen und dann haben wir gesagt, wir hätten da zufällig noch etwas, was wir da
205 auch reinnehmen müssten.

206 Schüler, die ein Sehr gut oder einen Zweier haben, die sagen nicht so schnell Nein, die
207 kann man leichter zu etwas überreden.

UT 2.4: VERHÄLTNIS ZUM BETREUER

209 Weil erstens wollen die meistens einen bestimmten Betreuer, weil sie mit der Zeit ein
210 Vertrauen oder, weiß ich nicht, es entwickeln sich, wie soll man sagen,
211 zwischenmenschliche Situationen, wo man sagt, ich hätte den gerne als Betreuer
212 oder den will ich sicher nicht haben, und der hat halt nur das Thema, also nehme ich
213 den auch. Schüler wählen oft nicht nur das Thema, sondern Schüler wählen auch den
214 Betreuer, weil sie das Gefühl haben, der versteht mich besser oder mit dem kann ich,
215 der schätzt mich oder so in der Richtung.

UT 2.5: ABTEILUNGSGINTERNER THEMENPOOL

216 DS Aha, also da geht doch relativ viel von der Schülerseite aus, wenn es am Anfang
217 darum geht, das...

218 SU ...Wir machen es so, dass wir im Februar oder so ein Excel-Sheet im Kreis schicken,
219 das bekommen die Schüler und dürfen Themen sammeln, die Lehrer dürfen Themen
220 sammeln, der AV schreibt die Sachen von den Netzwerken rein. Das ist eine riesige
221 Liste mit viermal so vielen Themen rein als wir brauchen, die Schüler tun dann, da
222 gibt es eine Spalte mit Wunsch eins, Wunsch zwei, Wunsch drei, sie dürfen sich dann
223 aussuchen, was die höchste Priorität in ihren Augen hat, und einen Zweitwunsch, was
224 wir nicht so gern hätten, und einen Drittunsch, das wollen wir nicht so gerne aber
225 zur Not nehmen wir das auch. Aus dem entwickelt sich dann die tatsächliche
226 Zuteilung.

UT 2.6: PARTNERWAHL

227 Das ist nicht ganz leicht, dass man die Teams – die Schüler kennen sich in der Vierten
228 dann schon sehr gut und wissen aus dem Laborunterricht heraus mit wem ich sicher
229 nicht arbeiten will und mit wem ich gut arbeiten kann. Das heißt die Schülerteams,
230 also wie gesagt, im Labor gibt's Gruppen, in FST gibt's Gruppen, die haben schon
231 Erfahrung, auf wen kann ich mich verlassen, wer ergänzt mein Wissen. Also es ist ja
232 oft so, einer kann gut Software machen, einer kann gut Hardware machen, einer sagt,
233 ich greif keinen Lötkolben an, und die miteinander einmal ein Team werden, aber das
234 lernen sie. Am Ende der Vierten kennen sie sich so gut, dass sie sagen, mit dir kann
235 ich nicht, ich will nicht, oder ja, wir passen gut zusammen, wir werden das
236 weitermachen. Und auch zum Betreuungslehrer entsteht ein Vertrauensverhältnis,
237 wo man sagt, ok den hätten wir gerne.

238 Dann macht der Chef aus dem eine tatsächliche Einteilung, dann reden wir nochmal
239 wenn es immer noch nicht passt, dann gibt es noch Repetenten, von denen man noch
240 nicht weiß, kommen die überhaupt in die Fünfte, die sind halt dann einmal irgendwo
241 in einem Dreierteam dabei, weil ein ganzes Team auflösen will man nicht, deshalb
242 schaut man halt, dass die irgendwo dabei sind. Das ist das Schwierigste überhaupt,
243 die Repetenten unterzubringen. Du hast im Herbst das Problem, dass du entweder
244 als Lehrer keine Schüler hast, oder umgekehrt zu viele hast, das ist alles nicht so
245 einfach. [...]

UT 2.7: ARBEITSINTENSIVE BEGLEITUNG

246 Die Arbeit ist, den Schüler die ganze Zeit zu begleiten, ihm viermal im Jahr Noten zu
247 verpassen und auch den ganzen Papierkrieg zu führen, also ein Begleitprotokoll zu

251 führen – also Schüler führen ein eigenes Journal und ich muss ein Begleitprotokoll
252 führen, wo ich jeden Meilenstein, wann habe ich welches Gespräch mit ihnen
253 geführt, ich muss das dokumentieren, da gibt es einen eigenen Ordner, wo die
254 Papiere dann alle gesammelt werden.

255 Gut, also noch einmal die Frage: es gibt drei Quellen, aus denen sich die Themen
256 speisen.

OT 3: ARBEITS- UND BETREUUNGSPROZESS

258 DS Ok. Und wenn dann wirklich gearbeitet wird – dadurch dass es jede Woche die
259 Treffen gibt, ist wahrscheinlich alles recht genau geregelt, wie das Arbeiten selbst
260 dann abläuft?

261 SU Wir schauen, dass die Themenstellung vor den großen Ferien wirklich klar ist. Also wir
262 beginnen – wir haben jetzt schon drei, vier Wochen intensiv gearbeitet.

UT 3.1: LOGISTIK ALS ZEITBESTIMMENDER FAKTOR

264 Du brauchst für ein HTL-Projekt meistens irgendein Equipment, das heißt das müssen
265 wir so kaufen, dass das am letzten Schultag spätestens im Haus ist, das muss man
266 drei Wochen vorher bestellen, weil sie bestellen das, weiß ich nicht, bei alibaba.com,
267 das kommt aus China, oder Firmen haben oft sechs Wochen Lieferzeit, da muss man
268 sich schon rechtzeitig überlegen, was machen wir, was brauchen wir, wann bestellen
269 wir es, das muss am Schulschluss da sein, damit sie in den Ferien arbeiten können.
270 Viele Schüler stecken wirklich Wochen in den Ferien rein.

UT 3.2: KOOPERATION MIT UNTERNEHMEN

272 Viele haben auch das Glück, dass sie über die Netzwerke, über Ferialpraxis gleich in
273 der Firma schon vier Wochen an dem Projekt gearbeitet haben, das passiert immer
274 wieder, dass wir Leute haben, die über die Ferialpraxis in einer Firma an der
275 Diplomarbeit arbeiten, und die sind dann schon sehr weit. Erstens kennen die die
276 Leute dort, wir haben viele externe Projekte, wo man als Lehrer viel weniger weiß als
277 der Schüler, weil der das mit einem Experten erarbeitet hat, und du als
278 Betreuungslehrer musst dir dann vom Schüler immer erklären lassen, was habt ihr
279 eigentlich ausgemacht, wann trefft ihr euch wieder. Du bist nicht mehr sein Chef,
280 sondern du bist nur mehr der Kontrolleur, der die Termine abhakt. Weil der
281 Abnehmer, der Kunde, letztendlich die Firma ist, die weiß, was sie will. Oder du fährst
282 mit zu Besprechungen, das ist natürlich sehr aufwendig, wenn die Firma nicht zu dir
283 kommt. Oft ist es so in Hollabrunn, die kommen her, also wir haben mit Hollabrunner
284 Firmen auch schon einiges gemacht, die kommen dann her, das sind Absolventen, die
285 kennen sich aus, die kriegen dann, denen bestücken wir – wir haben da drüben ja
286 eine ziemlich gute Elektronikfertigung, das hat für die einen Vorteil, wenn die bei uns
287 im Haus die ganze Infrastruktur nutzen können, die kommen gerne her. Aber
288 irgendeine Firma, die nur Software macht, die kommen natürlich nicht so gerne her,
289 da musst du dich als Betreuungslehrer ins Auto setzen und an einem Freitagvormittag
290 mit denen da hinfahren, dann kommst du wieder heim, in der Zwischenzeit haben
291 deine anderen Teams – war ja nur eines davon – einen Blödsinn gemacht weil du
292 nicht dabei warst, das ist nicht ganz so einfach. Außerdem wer zahlt den Aufwand,

293 die Autofahrt, das ist alles ungeregelt. Wenn du zu einer Firma einen Besuch machst,
294 ist das reines Privatvergnügen, das zahlt dir kein Mensch.
295 DS Es sind also wirklich oft auch Firmen beteiligt...
296 SU ...sagen wir so, zwei drei im Jahr sind pro Klasse üblich.

UT 3.3: ERWARTUNGSHORIZONT

298 Immer wieder durch Absolventen, die wissen, was man von einer Diplomarbeit
299 erwarten kann. Die Erwartungen sind nicht so hoch, dass man sagt, ich krieg ein
300 fertiges Gerät auf den Tisch. Die haben teilweise selbst bei uns Diplomarbeiten
301 gemacht und wissen, was man von einem Diplomanden kriegt. Ein Haufen Papier, ein
302 Haufen Elektronik, nichts davon ist zu gebrauchen, aber wir wissen jetzt eigentlich,
303 warum es nicht geht und wie wir es machen würden. Das ist der Vorteil und das ist
304 für die schon ein Gewinn.

UT 3.4: EIGENSTÄNDIGKEIT ALS VORAUSSETZUNG

305 DS Ok. Und wie schaut es mit eigenständigem Arbeiten aus? In welcher Form arbeiten
306 die Schüler selbstständig an dem Projekt beziehungsweise wie angeleitet ist das?
308 SU Die Schüler müssen total eigenständig sein. Also ich habe ja auch gar keine Zeit, ich
309 bin ja nur damit beschäftigt zu organisieren. Ich schaue nur, dass jeder sein
310 Equipment am Tisch stehen hat, das er braucht, und wenn er was zusammengehaut
311 hat, dass er was Neues bekommt.

UT 3.5: UNTERSTÜTZUNG BEI AUFTRETENDEN PROBLEMEN

313 Also ich habe eigentlich gar keine Zeit, dass ich – also ja, wenn einer hängt, dann
314 setze ich mich hin und ich gebe ihm die Messgeräte, die er braucht, ich gebe ihm die
315 Entwicklungsumgebung, die er braucht, aber arbeiten – wenn er das nicht schon aus
316 dem Theorieunterricht oder der Werkstätte mitbringt, oder einen Kollegen hat, der
317 ihm hilft – ich habe keine Zeit für solche Sachen.

318 Sie arbeiten daheim, sie müssen komplett selbstständig ihre Dinge, ich sage einmal,
319 zu neunzig Prozent machen es die Schüler selbst. Wenn sie hängen, die paar guten
320 Ideen, wenn man sagt, hast du dir das schon überlegt, dann heißt es, ah ja danke, das
321 war es. Oder oft ist es so, die hängen, kommen her und erklären dir irgendwas und
322 wenn sie gezwungen sind, dass sie dir was erklären, dann sind sie endlich einmal in
323 einem gescheiten Prozess drinnen, wo sie denken, wo sie eins und eins
324 zusammenzählen. Ich setze mich nur dazu, lasse mir das erklären und nach fünf
325 Minuten sagt er, ich weiß schon warum. Und dann geht es. Weil sie oft nicht so
326 strukturiert vorgehen, wenn Schüler das ganze chaotisch lösen wollen, das geht oft
327 nicht.

UT 3.6: SCHÜLER HELFEN SCHÜLERN

329 Ohne Selbstständigkeit geht gar nichts, wobei die schlechten Schüler auch die Hilfe
330 der guten Schüler benötigen. Dadurch dass ich gar keine Zeit habe, sage ich nur nimm
331 dir das von dem und das von dem, oder frag den, der hat das schon gemacht, das
332 heißt ich schaue, dass sie sich untereinander helfen. Es ist oft so, dass die Guten
333 schon Teile gelöst haben für etwas ganz anderes, und das weiß ich, ist muss ganz
334 genau wissen wer schon was gelöst hat und wo was geht und wo nicht, und den

335 Schlechten sagen, frag den, der hat das schon. Ich merk dann, wenn er es herzeigt,
336 dass er Teile drinnen hat, die er nicht ganz versteht, dann weiß ich von wem das ist.
337 Also die Kommunikation unter den Schülern halte ich für sehr wichtig, weil die das
338 auch viel besser können als ich, im Detail haben sie es ja selbst gemacht und die, die
339 das gemacht haben, können es dann einem anderen Schüler auch ziemlich gut
340 weitervermitteln.

OT 4: PROJEKTVERLAUF VON SOLARBRUNN

341 DS Sind da jetzt die Diplomarbeiten, die im Solarbrunnprojekt entstanden sind, in
342 irgendeiner Form anders abgelaufen?

UT 4.1: GROÙE DIFFERENZEN ZUM GEWOHNTE ARBEITEN

343 SU Das war ganz anders. Es hat ja schon damit begonnen – wir müssen ja die Themen
344 einreichen. Da gibt es ja die Diplomarbeitsdatenbank, wo das Ministerium, der
345 Landesschulinspektor die Aufgabenstellung und die Themen genehmigen muss. Da
346 gibt's im Internet eine Plattform, über die man das macht, und wir haben den Titel
347 Solarbrunn gewählt, weil die anderen Abteilungen das wahrscheinlich auch so
348 gemacht haben. Und der Landesschulinspektor schickt und das zurück und sagt, was
349 soll das sein, das ist kein Titel, den man versteht. So sind wir darauf gekommen, der
350 Landesschulinspektor hat keine Ahnung davon, der war offensichtlich in den ganzen
351 Prozess nicht integriert. Jetzt haben wir dann gesagt, gut, dann taufen wir es
352 Raumklimamonitoring, also IOT, das ist für mich so ein Aufhänger gewesen, Internet
353 der Dinge ist in aller Munde, alle reden davon.

UT 4.2: CLOUD-PROJEKT

354 Wir haben seit Jahren eine Cloud, in der wir Daten präsentieren, wo wir sie
355 speichern, verwalten, sichtbar machen. Wir haben das eigentlich, also taufen wir das
356 „Internet der Dinge“, und zu dem Solarbrunn, da haben ja ein paar Leute schon im
357 Vorjahr diese Solaranlage und die Sonneneinstrahlungsgeschichte und den Zähler,
358 wie viel Strom ins Netz eingespeist wird, das haben ja andere gemacht, das haben
359 nicht die heurigen gemacht. Die heurigen haben ganz einfach nur die Cloud
360 übernommen und die Dinge insofern weitergepflegt, dass sie halt ein zusätzliches UV-
361 Messgerät gebaut haben, ein CO2-Messgerät übernommen haben, weiß nicht ob du
362 dich erinnern kannst, die haben ein Messgerät begonnen und das ist halt nicht fertig
363 geworden und hat nicht funktioniert. Meine haben den Sensor genommen und das
364 rundherum dann so gemacht, dass es im Internet funktioniert hat. Die haben das
365 dann auch relativ schnell gehabt, so dass ich mir dann schon Sorgen gemacht habe,
366 ich brauche für sie zusätzliche schwierigere Aufgaben. Weil die haben große Teile
367 übernehmen können und wo war deren Leistung sozusagen.

368 Der eine hat ein Wasserdurchflussgerät neu entwickeln müssen, weil wir ja dort das
369 Thema gehabt haben, dass das Warmwasser ein Problem ist. Da haben wir gesagt,
370 schauen wir, welchen Wasserverbrauch wir da haben, ohne dass wir in die
371 Rohrleitungen was einbauen, dass wir das also berührungslos messen kann. Hat
372 übrigens nicht funktioniert, ist schief gegangen. Aber er hat viel gelernt dabei, hat gut
373 gearbeitet, und er hat dann auch zusätzlich diese UV-Geschichte gemacht, ein paar

377 Messwerte liefert er in die Cloud. Ein Nebelmessgerät hat er auch noch gebaut, da
378 hat er auch einen Teil übernommen.
379 Der andere hat dann noch Infraschall gemessen, also ein ganzer Haufen Messgeräte,
380 wo Teile schon da waren, aber auch neue Ideen. Er hat das WLAN zum Beispiel neu
381 gemacht. Der Lukas Reibenwein hat – wir haben bis jetzt immer kabelgebundenes
382 Internet verwendet, aber gerade im Kindergarten haben wir gesehen, das ist schon
383 umständlich, wenn man schauen muss, dass dort, wo das Messgerät hängt, ein Kabel
384 von der Decke raushängt. Das ist nicht lustig, jetzt haben sie dann eine WLAN-Lösung
385 entwickelt. Das ist zum Beispiel etwas, was ich weiter verwenden werde, diese
386 WLAN-Lösung, die ist so gut und so billig, dass wir heuer alle Geräte damit ausstatten
387 werden.

388 UT 4.3: BESPRECHUNGEN NICHT SINNSTIFTEND

389 Aber nochmal zur Frage – wie war die Frage?

390 DS Ob die Diplomarbeiten im Solarbrunnprojekt anders abgelaufen sind oder sich anders
391 gestaltet haben.

392 SU Also anders insofern – das ist ja eh angeklungen bei der Abschlussveranstaltung –
393 dass sich die Schüler bei mir beschwert haben, müssen wir da unbedingt hingehen,
394 da sitzen wir wieder vier Stunden herum und können nichts arbeiten. Also der
395 organisatorische Aufwand, der da nötig war – die Schüler sind am Schluss zu mir
396 gekommen und haben gesagt, rennt das nächstes Jahr eh nicht weiter, weil eines
397 sagen wir ihnen gleich, Sie werden keine Nachfolger finden, weil wir machen
398 Negativwerbung. Das Projekt Solarbrunn, so wie es heuer gelaufen ist, war für uns ein
399 verwaltungstechnischer und zeitlicher Mehraufwand, der nichts gebracht hat für uns.

400 OT 5: TÄTIGKEITSBEREICH EINES TECHNIKERS

401 UT 5.1: SPEZIALISTENTUM IN TECHNISCHEN BERUFSFELDERN

402 Es war ja auch interessant, wie die Sozialanthropologin und alle anderen auch der
403 Meinung sind, dass die Techniker die das Gerät bauen, auch dafür zuständig sind,
404 dass die soziale – wie soll ich sagen – Akzeptanz – also die Techniker sind für die
405 soziale Akzeptanz der Dinge, die sie dort aufstellen oder realisieren zuständig. Das
406 genaue Gegenteil wird gelebt in der Branche, da war bei uns eine Headhunterin da,
407 da gibt es immer so Vorträge, wo Firmen sich vorstellen, welche Jobs hat sie, was
408 kann man als HTLer alles werden. Und diese Headhunterin, diese Firma vermittelt
409 Leiharbeiter an andere Firmen, Bosch oder so. Also die verkauft Leute. Sie schaut,
410 dass sie gute Leute bekommt und die vermittelt sie an andere Firmen und verdient
411 dabei. So eine war bei uns und hat uns erklärt, wie draußen die Welt funktioniert, hat
412 gesagt, wir schauen uns sehr genau an, wo ihre Neigungen liegen, ob Sie Sport
413 betreiben, ob Sie gut mit Leuten reden können, ob Sie gerne verkaufen oder
414 entwickeln, ob Sie gerne Hardware oder Software machen, ob Sie gerne im stillen
415 Kämmerchen sitzen oder gerne nach China fliegen und dort mit Leuten reden, wir
416 schauen uns sehr genau an, wo Ihre Neigungen sind.

417 Das heißt, wenn die jetzt herkommen, die Frau Bartosch und die Frau Streissler, und
418 sagen, der Techniker muss selber für die soziale Akzeptanz seiner Maschinen sorgen,

419 dann liegen die meiner Meinung nach schwer daneben, weil das nicht die Welt ist, in
420 der wir leben. In der Welt in der wir leben gibt es Spezialisten für diese Dinge. Die
421 Welt ist ja so tief geworden, dass, wenn man so eine Hardware baut, man tausend
422 Seiten Manual lesen muss, ein fünfzigseitiges Programm schreiben muss, das das
423 macht, um was sollen wir uns bitte noch kümmern. Dafür gibt es
424 Wirtschaftsingenieure oder eben Sozialanthropologen, deren Aufgabe ist es, das
425 technisch gebaute Trum den Menschen so zu verkaufen, dass das Ganze etwas wird.
426 Weil wenn das alles der Elektroniker auch noch machen muss, dann ist er kein
427 Elektroniker mehr.

UT 5.2: TECHNIKER WOLLEN KEINE INTERAKTION MIT ANWENDERN

429 Für mich ist das ein Missverständnis, ich habe mich auch damals sehr gewehrt, bei
430 der Besprechung, ich sehe das natürlich ein und ich weiß das auch. Jeder HTL-Lehrer
431 hat Industrieerfahrung, wenn ich als Techniker nicht in der Lage bin die Maschine,
432 denen ich sie hinstelle, zu verkaufen, habe ich schon verloren. Aber dafür gibt es
433 Leute, die das können. Das ist niemals der Entwickler. Der Entwickler redet mit
434 niemandem, das ist ein Autist, der sitzt am Tisch und tippt, und wenn er einen
435 Fremden sieht dreht er sich um und geht. Also das ist eine Sicht der Dinge, die
436 existiert nicht in der Praxis. Der Entwickler, wenn ich den zwinge – das ist ja genau
437 das Problem gewesen, dass er in einer großen Community jetzt sozial sich austauscht
438 – der kann das nicht und der will das nicht, der kriegt Panik davon, raucht zwanzig
439 Zigaretten und dann geht er und morgen kommt er nicht weil er krank ist. Diese Sicht
440 der Dinge – natürlich wäre das der ideale Mensch, der ideale Entwickler, aber den
441 gibt es nicht. Also ich denke mir – und ich bin jetzt vierzig Jahre lang Lehrer und ich
442 weiß wovon ich rede – die gibt es in jeder Klasse. In Jeder Klasse gibt es zwei drinnen,
443 die das können. Aber die große Masse der Techniker sind Techniker geworden, weil
444 sie nicht streiten wollen mit Leuten, da werde ich Jurist oder Anwalt, wenn ich das
445 will, oder Soziologe, der halt gerne forscht wie verhalten sich – aber das hat mit – der
446 will als Techniker seine Ruhe haben, das ist eine andere Welt.

UT 5.3: SOLARBRUNN UND DIE REALE ARBEITSWELT

448 DS Mhm. Das heißt, du findest nicht, dass die Schüler von den Eigenheiten des Projektes
449 profitiert haben.
450 SU Die Schüler haben gesehen, was es gibt. Die Schüler haben sicher einmal, wie soll ich
451 sagen, viele Dinge, die in der Schule nicht gelebt werden, kennen gelernt. Das ist
452 sicher ein riesen Vorteil, aber die Schüler sehen es nicht als Vorteil, die Schüler sehen
453 das nur als Belastung, sie sehen nur, die haben mir viel Zeit gestohlen. Die Schüler
454 erkennen nicht, dass das eine Vorbereitung fürs Leben war, dass es draußen genauso
455 viele sinnlose depperte Besprechungen gibt, an denen ich teilnehmen muss, die gibt
456 es ja, das wissen wir alle miteinander. Aber so weit sind sie nicht, das sehen sie im
457 Moment nicht. Und, wie gesagt, sie haben mir angedroht, wenn ich das
458 weiterpflegen will, dann werden sie allen davon abraten, hier mitzumachen.

UT 5.4: UNVERHÄLTNISMÄßIGER AUFWAND

460 DS Aha. Das heißt, für zukünftige Diplomarbeiten, dass die ähnlich wie dieses Projekt
461 ablaufen...

462 SU ...also ich würde selber nicht mehr mitmachen. Mir ist das vom Aufwand her – was
463 krieg ich dafür, dass ich die betreut habe. Wenn ich den Stundenlohn ausrechne für
464 Solarbrunn, wie viele freie sinnlose Tage ich da hergefahren bin, wenn ich das
465 umrechne gehöre ich erschossen, wenn ich da mitmache. Also vom Nettogehalt, jede
466 Putzfrau verdient das Zehnfache.

OT 6: VORBEREITUNG AUF DIE DIPLOMARBEIT IM UNTERRICHT

468 DS Ok. Gut, nochmal zum selbstständigen Arbeiten – werden die Schüler im Unterricht
469 darauf vorbereitet? Diese Projekte, die Sie machen, gibt es das in den vorherigen
470 Klassen auch schon?

UT 6.1: SCHRITTWEISE HERANFÜHRUNG

472 SU Ja. Das steigert sich im Schwierigkeitsgrad, das wird immer umfangreicher. Das
473 trainieren wir ständig, auch das Teamarbeiten. Also ich habe jetzt hier immer
474 Zweierteams, einer macht die Schaltung, einer macht das Programm und dann
475 müssen die miteinander das Ding zum Leben erwecken. Das steigert sich, beginnt mit
476 einfachen Dingen. Das sind ja komplexe Systeme, die wir da bauen, das ist schon
477 ziemlich heftig. Gerade im Internet der Dinge, da gibt es eine Cloud, eine komplette
478 Datenbank, die muss stehen, die Präsentation muss stehen, das Ding muss Daten
479 liefern, die Versorgung kommt vielleicht noch von irgendeinem Energy-harvesting,
480 das solarbetrieben wird, also da gibt es wahnsinnig viele Komponenten, die einer
481 alleine in der Zeit gar nicht realisieren kann, niemals. Das wird also schrittweise von
482 der Dritten und Vierten, programmatisch, hardwaremäßig, das üben wir.

OT 7: FORSCHUNG

484 DS Etwas anders noch: Typische Diplomarbeiten – sind das in irgendeiner Hinsicht
485 Forschungsarbeiten? Beziehungsweise sind die als Forschungsarbeiten gedacht?

UT 7.1: BEGRIFFSDEFINITION

487 SU Muss man Forschung wieder mal definieren, was ist Forschung. Es ist lächerlich, so zu
488 tun, als würde ein achtzehnjähriger – ich meine, was heißt forschen. Ich behaupte,
489 das liest man gerne und das verkauft man auch gerne, aber das überschätzt das
490 Potential eines Achtzehnjährigen. Natürlich gibt es gescheite Leute, die Ideen haben,
491 das will ich nicht bestreiten. Aber Forschung heute, was brauche ich, wenn ich
492 forschen will. Das kommt natürlich darauf an, wo forsche ich. Wenn ich als Ethnologe
493 nach, weiß ich nicht was, Afrika in den Busch gehe und mit denen lebe, forsche ich
494 auch. Was ist Forschen in der Elektronik – ich kann keine Halbleiter herstellen.
495 Niemand kann Halbleiter herstellen, es gibt in Österreich genau eine Firma, die
496 Halbleiter herstellen kann, das ist AMS in Unterpremstätten bei Graz. Aber in der
497 Elektronik, was ist Forschen, ich bräuchte neue Halbleitermaterialien.
498 Gerade bei diesen Netzwerktagen sehe ich wieder, was Forschen heutzutage heißt.
499 Der muss einmal eine Matura haben, ob das jetzt HTL oder Gymnasium ist, ist
500 wurscht, dann macht er einen Bachelor, einen Master, macht einen Doktor, und dann
501 kriegt er von einer Firma einen Forschungsauftrag. Und die wollen genau irgendein

502 bestimmtes Ding haben. Zum Beispiel im Moment ist gerade der Hype – leuchtet
503 Silizium. Wie schaffen wir es, dass wir in einen Lichtleiter Signale einkoppeln, die
504 ohne irgendwelche Umwege – dort wird gerade geforscht. Licht- und
505 Datenübertragung wird geforscht.

UT 7.2: KOMMUNIKATION UND WETTBEWERB

507 Also ich habe bei den Netzwerktagen zwei Forscher erlebt, die uns erklärt haben, wie
508 das für sie funktioniert, die an internationalen Tagungen zusammenkommen und sich
509 austauschen oder eigentlich nicht austauschen, sondern hören wollen, was machen
510 die anderen. Die Kunst ist dort, möglichst wenig von sich preiszugeben und möglichst
511 viel von den anderen zu hören, welche Ideen, welchen Weg nehmen die.

UT 7.3: FINANZIELLE ANFORDERUNGEN

512 Was heißt Forschen, da brauche ich Equipment, ich brauche ein
513 Elektronenstrahlmikroskop und ich weiß nicht was alles. In dem Bereich, in dem wir
514 arbeiten – Forschen heißt, zehn Millionen Euro und eine halbe Firma hinter mir. Als
515 Sozialanthropologin schaut es wahrscheinlich anders aus.

UT 7.4: FORSCHUNG VON SCHÜLERINNEN IST EINE FARCE

518 DS Das ist also im Unterricht auch nicht wirklich Thema. Dass man darauf hinarbeitet
519 oder vorstellt, wie es später möglicherweise ablaufen könnte?
520 SU Es gibt „Jugend forscht“. Das ist so eine gesponserte Geschichte, wo man – also es
521 gibt bei uns dieses „Jugend innovativ“, wir machen bei vielen Wettbewerben mit, und
522 viele Wettbewerbe versuchen die Kreativität der Schüler in irgendeiner Form zu
523 fördern und auch zu bewerten. Geben tut es das schon, allerdings ich nehme das
524 nicht ernst, das ist nur Show.

525 DS So etwas hat also für ihren Unterricht und diese Ausbildung keinen Wert.

526 SU Für mich nicht. Für mich ist das wertlose Show, wo man schaut, dass man punktet,
527 weil es gut ausschaut, wenn man irgendwo mitmacht.

UT 7.5: INNOVATIVE IDEEN VON SCHÜLERINNEN

528 Es gibt immer wieder innovative Ideen, zum Beispiel meine Burschen heuer haben
529 eine Idee gehabt und gesagt, wir könnten doch – also der Kern hat übrigens letztens
530 auch vorgestellt und gesagt, der Steve Jobs hat eigentlich nichts gemacht, außer er
531 hat ein GSM-Modem genommen, hat ein Display genommen und ich weiß nicht was
532 noch genommen und hat das zu einem gescheiten Gerät zusammengefügt. Und das
533 ist was Innovatives. Und meine Burschen haben gesagt, ok, ich habe folgendes: Ich
534 bin Imker und ich habe einen Bienenstich. Jetzt weiß ich, ich bekomme morgen so
535 eine Pratze. Wenn ich aber rechtzeitig schaue, dass der Bienenstich mit
536 fünfundvierzig Grad für dreißig Sekunden lang erhitzt wird, dann werden die Eiweiße,
537 die da drinnen sind, instabil und mein Immunsystem reagiert nicht mehr darauf. Es
538 gibt sogar medizinische Geräte, das heißt Thermopen, das ist ein kleiner Stift mit
539 Batterie und der erhitzt das, wurscht ob das eine Mücke, eine Wespe oder eine Biene
540 ist, das Eiweiß wird zersetzt, wird wirkungslos und das Immunsystem regt sich nicht
541 mehr auf. Jetzt haben die Burschen gesagt, wir haben ein Handy. Im Freibad, ich habe
542 nichts mit, den Pen hätte ich, aber der liegt daheim im Medikamentenschrank, aber

544 was ich immer mithabe ist das Smartphone, das habe ich immer mit, egal was ist.
545 Mein Smartphone hat eine Taschenlampe, ein Telefon, das kann alles. Nur einen Pen
546 bräuchte es auch noch. Wenn wir da also einen Heizer draufmachen würden, kann
547 könnte ich draufdrücken und dann heize ich.

548 Diese Idee haben sie geboren, haben bei „Jugend innovativ“ auch mitgemacht, hat
549 niemand für wichtig gefunden. Ich finde, das ist eine phänomenale Idee, dass man
550 zusätzlich das Handy – es kann eh schon alles, jetzt kann es zusätzlich auch noch
551 einen Thermopen. War eine gute Idee, hat aber mit Forschung nichts zu tun, ist nur
552 so wie der Steve Jobs, das wäre eine Funktionalität, die einen Nutzen bringt. Das ist
553 eine kreative Idee und hat mit Forschung überhaupt nichts zu tun.

554 Für solche Sachen wird man bei „Jugend innovativ“ üblicherweise schon, wie soll ich
555 sagen, gefördert, da kriegt man halt Geld dafür, einen Preis, Ruhm und Ehre. Also so
556 gesehen ist es schon ein Ansporn für die Jugendlichen neue Ideen zu entwickeln, aber
557 wirklich forschen auf dem Gebiet ist unmöglich. Also das, was ich unter Forschung
558 verstehet, ist Grundlagen – oder auf einem Level, wo man eigentlich ohne Equipment
559 nicht weiterkommt.

UT 7.6: SOLARBRUNN UND FORSCHUNG

560
561 DS Aus Sicht der Elektronik hat also Solarbrunn auch nichts mit Forschung zu tun
562 gehabt?

563 SU Keine Rede von Forschung. Das einzige, was man mitbekommen hat, dass die
564 Gemeinde kein Geld hat, dass für die von Anfang an klar war, dass sie kein Geld in die
565 Hand nehmen werden. Insofern war es für mich interessant, der Bernhard Lipp ist ja
566 Absolvent bei uns, der betreut das baubiologische Institut in Wien, der hat uns gleich
567 am zweiten Tag gesagt, ihr habt ein Problem mit der Lüftung. Wenn ich mir das
568 anschauet, am Abend und in der Nacht habt ihr eine halbwegs brauchbare
569 Luftfeuchtigkeit und in der Früh sind da unter zwanzig Prozent Luftfeuchtigkeit, weil
570 ihr so deppert seid, dass ihr im Winter die Feuchtigkeit wieder rauslüftet, das dürft
571 ihr nicht machen. Das ist eine Frage der Einstellung der Lüftung, das hat mit
572 Forschung nichts zu tun, das ist ganz einfach logisches Denken. Der weiß das ganz
573 einfach aus der Praxis, hat er diese Erkenntnis, dass man sagt, es gibt einen
574 Bauträger, der schaut, dass man billig baut, es gibt die Gemeinde, die schaut, dass die
575 Betriebskosten billig sind und jeder hat eine andere Sicht der Dinge, der eine schaut,
576 dass es nichts kostet, und der Betrieb ist uns wurscht, weil den zahlt eh wer anderer.
577 Diese Dummheiten, dass man nicht über das Ganze wen hat, der das gescheit betreut
578 – ich finde, das ist eine politische Entscheidung, das hat auch mit Forschen nichts zu
579 tun.

580 Das kann die Sozialanthropologin besser, dass die versucht, die politischen
581 Einflussmöglichkeiten, die existieren, so auszudehnen, dass das schöner wird, aber
582 viel Spaß, die gelebte Realität ist da wirklich gnadenlos.

583 Forschen nein.

584 DS Gut, danke, das war es...

LITERATURVERZEICHNIS

- Abd-El Khalick, F. (2012). Nature of Science in Science Education: Toward a Coherent Framework for Synergistic Research and Developement. *Second International Handbook of Science Education*, S. 1041 - 1060.
- Blanchard, M. e. (kein Datum). Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitive Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction.
- Driver, R. N. (kein Datum). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms.
- Ertl, D. (2013). Sechs Kernaspekte zur Natur der Naturwissenschaft. *Plus Lucis*, S. 16 - 20.
- Furtak, E.-M. e. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research* 82/3, S. 300 - 329.
- Henke, A. (2016). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften - Forschender und historisch orientierter Physikunterricht im Vergleich. *ZfDN* 22, S. 123 - 154.
- Höttinge, D. R. (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung - Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. *ZfDN* 21, S. 127 - 139.
- Lederman, N. (2006). Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future; Foreword. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 7 / 1.
- Nohl, A.-M. (2012). *Interview und dokumentarische Methode - Anleitungen für die Forschungspraxis*. Wiesbaden.
- Ruhrig, J. H. (2015). Components of Science Teachers' Professional Competence and Their Orientational Framework when Dealing with Uncertain Evidence in Science Teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Tiberghien, A. e. (2014). The Evolution of Classroom Physicy Knowledge in Relation to Certainty and Uncertainty. *Journal of Research in Science Teaching* 51/7, S. 930 - 961.