



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

Förderung von Motivation und Problemlösungskompetenzen

Am Beispiel der fächerübergreifenden Projektarbeit „Heißluftmotor“ an
der
HTL-Maschinenbau Innsbruck

ID 1928

Josef Pedit

HTBLVA Innsbruck, Anichstraße 26-28, 6020 Innsbruck

Innsbruck, im Mai 2017

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Beschreibung der Ausgangslage	4
1.2 Forschungsfragen.....	4
2 PROJEKTZIELE	5
2.1 Ziele auf Ebene der Lernenden	5
2.2 Ziele auf Ebene der Lehrenden	5
2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen.....	6
3 PROJEKTDURCHFÜHRUNG	7
3.1 Informationsphase	7
3.2 Konstruktion und Materialauswahl	8
3.3 Mechanische Fertigung.....	9
4 EVALUATIONSMETHODEN	10
5 ERGEBNISSE	11
5.1 Ergebnisse zu Förderung der Motivation	11
5.2 Ergebnisse zu Förderung von Problemlösungskompetenzen	14
6 AUSBLICK	20
7 LITERATUR	21
8 ANHANG	23

ABSTRACT

Im Rahmen dieser IMST-Projektarbeit wurde eine neue Lernaufgabe für den fachpraktischen Bereich der Höheren Technischen Lehranstalt (HTL) für Maschineningenieurwesen entwickelt. Es handelt sich dabei um ein komplexes Werkstück, bestehend aus vielen Einzelkomponenten. Konkret handelt es sich bei dieser praxisnahen Aufgabenstellung um die Konstruktion und auch den Bau des Funktionsmodells eines Heißluftmotors, Unterrichtsgegenstände wie Konstruktion und Projektmanagement, Angewandte Mathematik, Technische Mechanik und Berechnung oder auch Arbeitsvorbereitung (Teil von Werkstätte und Produktionstechnik) sind hier von Bedeutung. Im Fokus dieser Projektarbeit stand in erster Linie die Förderung der Motivation der Schülerinnen und Schüler im fachpraktischen Unterricht, was zum anderen auch den Erwerb von berufsrelevanten Kompetenzen positiv beeinflussen sollte. Nach Beendigung der Projektarbeit konnten die Lernenden dann mittels Fragebogen selbst einschätzen, ob sie künftig mit mehr Problemlösungskompetenzen an eine komplexe Aufgabenstellung herangehen werden können.

Schulstufe:	11.
Fächer:	Werkstätte und Produktionstechnik, Konstruktion und Projektmanagement, Angewandte Mathematik, Arbeitsvorbereitung;
Kontaktperson:	Josef Pedit
Kontaktadresse:	HTBLVA-Innsbruck, Anichstraße 26-28
Zahl der beteiligten Klassen:	1
Zahl der beteiligten SchülerInnen:	24

Urheberrechtserklärung

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

1 EINLEITUNG

1.1 Beschreibung der Ausgangslage

Seit September 2013 unterrichte ich an der Höheren Technischen Lehranstalt in Innsbruck, Abteilung Maschineningenieurwesen. Nach vielen Jahren Berufspraxis in der Privatwirtschaft hatte ich mich für diesen Schritt entschieden, um mit jungen Menschen arbeiten und mit ihnen mein Fachwissen teilen zu können. Derzeit werden die Lehrinhalte der einzelnen Unterrichtsfächer an unserer Schule von den Lehrkräften sehr autonom behandelt und auch unterrichtet. Dadurch können die Schülerinnen und Schüler oft nur schwer die Zusammenhänge und Querverbindungen zwischen den verschiedenen Fachgebieten erkennen. Meiner Meinung nach führt aber nur deren Verknüpfung zum Erfolg bzw. zum Erwerb beruflich relevanter Kompetenzen. Hier möchte ich mit meinem fächerübergreifenden Projekt ansetzen, um für Schülerinnen und Schüler die Bedeutung technischer Zusammenhänge besser sichtbar zu machen. Zusätzlich sehe ich durch die Abwicklung einer Projektarbeit Möglichkeiten zur Reduktion des „Inseldenkens“ seitens der Lehrkräfte. Diese Aspekte sollten die weitere Schulentwicklung positiv beeinflussen.

Gerade im Hinblick auf die Anforderungen seitens der Wirtschaft in aktuell ausgeschriebenen Positionen sehe ich eine möglichst praxisnahe Ausbildung unserer Lernenden an der HTL als unverzichtbar an. Daher sind in meiner Projektarbeit praxisnahe Ziele für die Lernenden definiert, der Weg dorthin kann allerdings auf verschiedene Weise erfolgen. Es wurden außerdem auch wirtschaftliche und fertigungstechnische Aspekte berücksichtigt, ebenso ein Zeitfenster, in dem das Projekt abgewickelt werden soll. Auf diese Weise möchte ich künftig die Schülerinnen und Schüler noch stärker in den Mittelpunkt des Unterrichts stellen, den Schwerpunkt mehr in Richtung „entdeckendes Lernen“ verlagern. Die Rolle der Lehrperson sollte sich verstärkt hin zur Lernberatung und Lernbegleitung entwickeln. Instruktionsphasen und Phasen der aktiven Umsetzung stehen hier in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander. Einen weiteren wesentlichen Aspekt stellt beim vorliegenden Projekt auch die größtmögliche Kooperation von Praxis- und Theorieunterricht dar. Die Innovation in der Ausbildung bedeutet für mich, im berufsbildenden Unterricht Praxisnähe und die Vermittlung neuer Technologien ständig zu aktualisieren.

1.2 Forschungsfragen

Im Rahmen dieser Projektarbeit habe ich mich damit auseinandergesetzt, in welcher Weise praxisnah adaptierte Aufgabenstellungen im fachpraktischen Unterricht an der Höheren Technischen Lehranstalt für Maschinenbau die Motivation der Lernenden beeinflussen. Diese Untersuchung basierte auf laufender Unterrichtsbeobachtung. Aus den Erkenntnissen daraus lassen sich idealerweise künftig Rückschlüsse für optimierte Unterrichtsvorbereitungen ziehen. Ein zweiter Schwerpunkt meiner Untersuchung lag auf dem Zuwachs der Problemlösungskompetenzen der Schülerinnen und Schüler während der Abwicklung dieser praktischen Projektarbeit. Auf diesen Punkt legte ich gerade im Hinblick auf die bevorstehende Diplomarbeit großen Wert, damit sich die Lernenden auf diese Weise gut auf ein größeres Projekt vorbereiten können. Aus meiner Intention leiteten sich folgende grundlegenden Forschungsfragen ab:

1. Wie wirkt sich die Anwendung von praxisnahen Aufgabenstellungen auf die Lernmotivation im fachpraktischen Unterricht aus?
2. Wie schätzen die Lernenden ihren Zuwachs an Problemlösungskompetenzen nach erfolgter Projektarbeit ein?

2 PROJEKTZIELE

Mit der Abwicklung der in diesem Bericht beschriebenen Projektarbeit „Heißluftmotor“ hat sich der Projektleiter mehrere Ziele gesteckt, die teilweise durchaus als ambitioniert betrachtet werden können. Ein wesentlicher Aspekt ist in einer Unterrichtsvorbereitung zu sehen, die den größtmöglichen Lernzuwachs seitens der Schülerinnen und Schüler in den Vordergrund stellt. Die Voraussetzung für ein entsprechend gutes Ergebnis unter diesem Aspekt bildet wiederum die Motivation (wie in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dieser Arbeit beschrieben). Der Grundstein für Motivation und ein positives Lernklima sollte also mit einem Projekt gelegt sein, das die Schüler mit Begeisterung abwickeln.

2.1 Ziele auf Ebene der Lernenden

Die am Projekt teilnehmenden Schüler sollten erkennen, dass nur durch die Verknüpfung verschiedener Unterrichtsgegenstände und Lehrinhalte, also auch scheinbar „uninteressanter“ Fächer, die erfolgreiche Lösung einer Aufgabenstellung möglich wird. Sie sollten durch den Wunsch das Projektziel zu erreichen die nötige Motivation aufbringen, auf alle Fachthemen mit positiver Einstellung zuzugehen.

Die Umsetzung des vorliegenden Projekts erforderte auch Teamarbeit, da die Fertigung der Einzelteile und der Bau des Motors von einer Gruppe Schülern übernommen wurde, eine andere Arbeitsgruppe wiederum beschäftigte sich mit der Konstruktion am Computer und den Zeichnungsableitungen. Ein zusätzliches Ziel des Projektleiters, wenn auch in der vorliegenden Forschungsarbeit nicht wissenschaftlich erforscht, bestand hier neben der Vermittlung von Fachkompetenz an die Lernenden auch in der Stärkung der Sozialkompetenz, die in aktuell ausgeschriebenen Positionen der Wirtschaft im Vordergrund steht.

Die Schüler sollten während der Bearbeitung eines Projekts auch lernen, mit unerwarteten Problemen, Rückschlägen und Zusatzarbeiten umzugehen, die zwangsläufig jede Praxisarbeit mit sich bringt. Ohne Handlung kein Rückschlag, andererseits aber auch kein Fortschritt, sollte die Botschaft heißen. Diese Erkenntnis wiederum sollte sich positiv auf die Entwicklung bestimmter Schlüsselqualifikationen auswirken, wie zum Beispiel Problemlösungskompetenzen.

2.2 Ziele auf Ebene der Lehrenden

Auch im Lehrkörper sollte sich die Einstellung etablieren, dass Teamarbeit den Schülerinnen und Schülern aktiv vorgelebt werden muss, um diese Botschaft glaubhaft vermitteln zu können. Der Projektleiter möchte durch Projektarbeiten generell die gute Zusammenarbeit der Lehrkräfte, sowohl in fachlicher als auch in zwischenmenschlicher Hinsicht, weiter verbessern. Im Lehrkörper festigt sich im Idealfall die Einstellung: Wer aufhört sich zu verbessern, hört auf gut zu sein! Um diese Zielvorgabe tatsächlich auch nachhaltig erreichen zu können, bedarf es jedoch der konsequenten Fortführung von fächerübergreifend organisierten Projektarbeiten. Auch die Projektarbeit „Heißluftmotor“ bietet noch Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Zusammenarbeit im Lehrkörper. Mit der Erweiterung des fächerübergreifenden Unterrichts auf weitere Fachgebiete und Unterrichtsgegenstände sollte der Prozess der Teamarbeit im Lehrkörper permanent fortgesetzt und etabliert werden.

Fächerübergreifende Projektarbeiten verlangen auch nach neuen Methoden im Unterricht, Querverbindungen zwischen den verschiedenen Fachgebieten müssen aufgezeigt werden. Lehrinhalte können im Hinblick auf ein bestimmtes Projekt didaktisch qualitativ höherwertig aufbereitet werden, die Methodenkompetenz der Lehrkräfte sollte dadurch ebenfalls gesteigert werden. Die Entwicklung weg von der klassischen Lehrperson hin zur Rolle einer Person, die aktiv Lernbegleitung und Coaching anbietet, soll gefestigt werden.

2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

Auf die Verbreitung von Erfahrungen aus der vorliegenden Projektarbeit „Heißluftmotor“ legte der Autor großen Wert, damit Schülerinnen und Schüler auch in den folgenden Schuljahren von den Vorteilen dieses praxisnahen Unterrichts profitieren können. Die Bekanntgabe des Projekts selbst an der involvierten Schule, der Höheren Technischen Bundeslehr- und Versuchsanstalt, erfolgte bereits im September 2016 anlässlich der Eröffnungskonferenz. Diese Konferenz findet zum Start jedes neuen Schuljahres abteilungsübergreifend statt. Es sind hier alle Lehrpersonen und Abteilungsvorstehende der Abteilungen Elektronik, Biomedizintechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Elektrotechnik, Maschineningenieurwesen sowie Personen aus Direktion und Verwaltung anwesend. Diesen großen Rahmen nützte der Projektleiter für die offizielle Bekanntmachung seines konkreten Vorhabens für das Schuljahr 2016/2017, ein Hinweis auf die sehr hilfreiche organisatorische sowie finanzielle Unterstützung seitens der Institution IMST durfte ebenfalls nicht fehlen.

Den ersten Meilenstein betreffend der Verbreitung von Projekterfahrungen der Schülerinnen und Schüler bildete der Tag der offenen Tür, der im November 2016 an der HTL stattfand. Hier wurden Erfahrungen und Eindrücke vom Projekt „Heißluftmotor“ erstmals einem größeren schulexternen Publikum vermittelt. Vor allem Eltern von zukünftigen Schülerinnen und Schülern zeigten sich sehr interessiert am Thema „Kompetent durch praktische Arbeit“. Ebenfalls im November 2016 fand auch der jährlich organisierte sogenannte „Maschinenbautag“ an der Höheren Technischen Lehranstalt, Abteilung Maschineningenieurwesen, statt. Hier sind stets viele Vertreterinnen und Vertreter aus der Wirtschaft anwesend, welche die schulischen Aktivitäten bezüglich der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das Berufsleben genau verfolgen, und aus verständlichen Gründen großes Interesse an kompetenzorientiertem Unterricht zeigen. Im März 2017 bot sich mit dem IMST-Workshop an der Pädagogischen Hochschule Tirol eine weitere Gelegenheit zur Präsentation von Projekterfahrungen. Hier konnten sich vor allem interessierte Studierende einen Überblick über laufende wie auch bereits abgeschlossene Projekte verschaffen, aber auch das projektbetreuende Team der Institution IMST auf Bundesebene sowie Dozierende der Pädagogischen Hochschule Tirol wurden umfassend über aktuelle Projekterfahrungen informiert. Selbstverständlich werden viele Informationen zu den Projekten auch auf der Homepage der PH-Tirol über den Verweis „imst-projekt.tsn.at“ und auf IMST-Wiki nachzulesen sein.

Die Internetseite der HTL-Anichstraße bietet eine weitere sehr gute Möglichkeit der Verbreitung von Projekterfahrungen, laufend wird hier auch auf aktuelle Projekte der Schülerinnen und Schüler hingewiesen. Die schulinterne Information läuft zum Großteil elektronisch über ein eigenes Tool auf der Homepage ab. Hier werden unter anderem auch Erfahrungen und Organisationsinhalte bezüglich fächerübergreifender Projekte ausgetauscht, diese dienen der laufenden Unterrichtsüberarbeitung.

3 PROJEKTDURCHFÜHRUNG

Die praktische Umsetzung der Projektarbeit startete bereits in der ersten Schulwoche im September 2016. Für die fächerübergreifend angelegte praxisnahe Aufgabenstellung wurde vom Projektleiter eine dritte Klasse Maschinenbau ausgewählt, weil sich hier die wesentlichen im Lehrplan verankerten fachspezifischen Bildungsziele (wie im Kapitel 2.1 beschrieben) von den Schülerinnen und Schülern sehr gut mit einem Unterrichtsobjekt wie dem Heißluftmotor erarbeiten lassen. Zusätzlich sind auch die Fachkenntnisse im Unterrichtsgegenstand „Konstruktion und Projektmanagement“ mit Beginn des fünften Semesters bereits so weit vermittelt, dass die Konstruktion einer Wärmekraftmaschine, zu welcher auch der Heißluftmotor zählt, von den Lernenden bewältigt werden kann. Am Donnerstag jeder Schulwoche standen hier auch in der Werkstätte zwei Einheiten zu je vier Unterrichtsstunden zur Verfügung, jeweils eine Einheit im Gegenstand „Mechanische Werkstätte“ und eine Einheit im Gegenstand „Werkzeugbau“. Dieser Umstand erleichterte die zeitliche Abstimmung der Projektschritte bedeutend, zumal auch beide Unterrichtseinheiten in die Zuständigkeit des Projektleiters als Lehrperson fielen. Schon im Werkstattunterricht wurde das Projekt also fächerübergreifend angelegt. Die Klassengemeinschaft bestand aus 24 Schülern (es befand sich keine Schülerin in dieser Klasse), die in drei Gruppen aufgeteilt in verschiedenen Unterrichtsgegenständen starteten: Acht Schüler befassten sich mit den am Projekt beteiligten Fächern „Werkzeugbau“ und „Mechanische Werkstätte“, weitere acht Schüler arbeiteten in der „CNC-Werkstätte“ ebenfalls teilweise am Projekt. Die dritte Gruppe war bis zum Gruppenwechsel in der ersten Dezemberwoche vorerst nur im fachtheoretischen Unterricht eingeteilt. Die Einbindung des Projekts in diesen fachtheoretischen Unterricht musste aus organisatorischen Gründen auf das zweite Semester verschoben werden.

3.1 Informationsphase

Aktive Kommunikation bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Bewältigung einer im Team zu lösenden Problemstellung. Daher war es dem Projektleiter ein Anliegen, dieser Projektphase entsprechend viel Zeit einzuräumen. Am ersten Tag des fachpraktischen Unterrichts übergab er den Schülern eine Projektmappe mit den grundlegenden Informationen zum Ablauf der praktischen Arbeit. Die Mappe enthielt auch einen Hinweis auf die geplante Veröffentlichung von Bildern oder Videos im Rahmen dieser Projektarbeit, was die Zustimmung der Schüler und auch deren Eltern zwingend erforderlich machte.

Nun stand ein Probelauf des kleinen Funktionsmodelles auf dem Programm, das vom Projektleiter schon rechtzeitig vor dem Schulbeginn organisiert worden war. Auf diese Art konnte einerseits die Begeisterung der Schüler geweckt, andererseits auch das grundlegende Verständnis der Funktionsweise des Motors anschaulich vermittelt werden. Anschließend wurde das Modell in seine Einzelteile zerlegt, untersucht und genau vermessen, um die nötigen Kenngrößen für einen größeren Motor dem Maßstab entsprechend festlegen zu können. Die im Regelfall dafür erforderlichen Berechnungen der Thermodynamik konnten so umgangen werden, diese sind in der dritten Schulstufe der HTL noch nicht im erforderlichen Umfang abrufbar. Dieses Manko sollte sich aber nicht weiter nachteilig auf den Projekterfolg auswirken, da der Schwerpunkt in der praktischen Arbeit lag. Nun wurde noch gemeinsam der zeitliche Ablauf abgestimmt und die Schüler ernannten einen Projektorganisator aus ihrer Mitte, damit die Herausforderung auch im zur Verfügung stehenden Zeitrahmen von zirka zehn Unterrichtseinheiten bewältigt werden konnte. Um während der Projektphase bestimmte Informationen immer wieder nachlesen zu können, insbesondere auch bei Auftreten von Schwierigkeiten die Inbetriebnahme des Funktionsmodelles betreffend, wurde vom Projektleiter vorsorglich Informationsmaterial in der Werkstätte aufgelegt. Dieses Informationsmaterial enthielt neben der Geschichte des Heißluftmotors und allgemeiner Informationen zu den verschiedenen Bauformen auch eine Checkliste für die am Ende erfolgreiche Inbetriebnahme des Funktionsmodelles. Diese Liste wurde später auch

zum ständigen Begleiter der Schüler, besonders während der Phase des Zusammenbaues der Einzelteile.

3.2 Konstruktion und Materialauswahl

Nachdem die Dimensionierung der einzelnen Bauteile geklärt war, konnten auch schon erste Entwürfe des Funktionsmodelles mittels Handskizzen gemacht werden. Man einigte sich in der Gruppe auf die gemeinsame Entwicklung und möglichst baldige Anfertigung eines Prototyps, um einerseits die Funktionsweise testen zu können und andererseits am sich herannahenden Tag der offenen Tür den Besucherinnen und Besuchern bereits ein erstes Ergebnis präsentieren zu können. Später sollte dann für die Schüler noch ein entsprechend großes Zeitfenster vorhanden sein, um jeweils ihr persönliches Design am eigenen Funktionsmodell verwirklichen zu können. Bestimmte Einzelteile wurden vom Projektleiter bereits im Vorfeld zugekauft, etwa der Verdrängerzylinder und auch der Arbeitszylinder, beide aus Glas, und die Kugellager des Heißluftmotors. Die Gründe dafür liegen einmal im Vorteil der Glaszylinder, da auf diese Weise der Bewegungsablauf im Inneren des Motors gut sichtbar wird und in den begrenzten technischen Möglichkeiten, die sich in unseren Schulwerkstätten bieten – einzig die Verwendung von sehr reibungsarmen Rillenkugellagern ermöglicht nämlich das Funktionieren eines Heißluftmotors, für dessen Betrieb die Energie eines kleinen Brenners ausreichen soll. Dieser leichtgängige Lauf des Motors wäre bei Verwendung von selbst angefertigten Gleitlagern keinesfalls erreichbar gewesen.

Der Materialauswahl für die vielen anderen Teile wurde ebenfalls große Bedeutung zugemessen. Da es sich beim Heißluftmotor um eine Wärmekraftmaschine handelt, spielt die unterschiedliche Ausdehnung von Werkstoffen unter Wärmeeinwirkung eine entscheidende Rolle. Auch dieser Thematik wurde entsprechend Rechnung getragen, indem durch bewegte Teile entstehende Unwucht und in weiterer Folge daraus resultierende Vibrationen ebenfalls in die Materialauswahl mit einbezogen wurden. All diese Überlegungen versuchten die Schüler vor Beginn der eigentlichen Fertigung miteinzubeziehen, natürlich mit beratender Unterstützung der Lehrpersonen.

Einem bestimmten Bauteil, das für die Konstruktion des Heißluftmotors eine zentrale Rolle spielte, wurde besonders unter dem Aspekt der Materialauswahl große Aufmerksamkeit geschenkt. Es handelte sich dabei um den Verdrängerkolben. In die Zuständigkeit dieses Bauteiles fällt die Bewegung des sich im Innenraum eines Heißluftmotors befindlichen Arbeitsgases vom kalten Bereich in den warmen Bereich des Motors, und umgekehrt. An das Material eines solchen Verdrängerkolbens werden deshalb hohe Ansprüche im Hinblick auf die Hitzebeständigkeit gestellt, es sollte aber auch leicht spanend zu bearbeiten sein, damit die mechanische Fertigung nicht die Möglichkeiten übersteigt. Die oszillierende Bewegung dieses Bauteiles bei hoher Drehzahl des Motors bedingt zusätzlich eine sehr geringe Dichte des Werkstoffes, um hohe Vibrationen zu vermeiden. Vibrationen wirken sich besonders negativ auf die Lebensdauer eines Lagers aus. Die beiden Eigenschaften von geringer Dichte und hoher Hitzebeständigkeit bei gut mechanisch bearbeitbaren Werkstoffen widersprechen sich jedoch in hohem Maß. Die Schüler der Projektgruppe führten deshalb viele Versuche mit diversen Kunststoffen durch, bearbeiteten diese an der Drehmaschine und setzten die gefertigten Drehteile anschließend hohen Temperaturen aus. Die Kunststoffe aber waren entweder nicht gut zu bearbeiten, oder schmolzen bzw. verformten sich schon bei relativ niedrigen Temperaturen. Auch mit Graphit wurde ein vielversprechender Test gestartet, da dieses Material extrem leicht und hitzefest ist – aber leider auch die Wärme sehr gut leitet, wie sich herausstellte. Ein Schüler brachte von zuhause gesammelte Korke mit in den Unterricht – diese waren zwar sehr leicht, ließen sich jedoch nicht zerspanen und hielten der Hitze nicht stand. Trotz der vielen Versuche konnte leider kein brauchbares Material unter den Kunststoffen ausfindig gemacht werden, das allen Anforderungen gerecht werden konnte. Schließlich wurde mit dem Werkstoff Aluminium ein guter Kompromiss gefunden. Dieses Material kann sehr gut mechanisch bearbeitet werden, ist relativ leicht, und hält vor allem den Temperaturen im warmen Bereich des Motors stand. Nachteilig wirkte sich nur die gute Wärmeleitfähigkeit auf den Wirkungsgrad des Heißluftmotors aus, was aber von den Schülern schmollend in Kauf genommen wurde.

3.3 Mechanische Fertigung

Hier begann die zeitaufwändigste Phase der Projektarbeit. Eine große Herausforderung unter dem Aspekt der Organisation stellte die Arbeitseinteilung der Schüler für die verschiedenen Arbeitsschritte dar. Durch die begrenzte Anzahl der Maschinen mussten diese Arbeitsschritte der Fertigung derart organisiert werden, dass so wenige Wartezeiten wie möglich das Zeitfenster dieser Projektphase gefährden konnten. Diese Situation erinnerte stark an die Herausforderungen in der realen Berufswelt, auf die unsere Schülerinnen und Schüler in den berufsbildenden Schulen möglichst gut vorzubereiten sind. Auch mussten die Schüler in ihrer Euphorie etwas gebremst werden, da die erforderliche Präzision der Einzelteile ein sehr konzentriertes Arbeiten bedingt. Mit der Anfertigung eines derart komplexen Werkstückes betraten die Schüler zum größten Teil Neuland. Während der Bearbeitung der zuvor skizzierten Teile wurden auch von einzelnen Schülern immer wieder neue Ideen geboren, wie der Motor wohl leistungsmäßig oder das Design betreffend optimiert werden könnte.

Die verschiedenen, oft sehr kleinen Teile zur mechanischen Bearbeitung einspannen zu können, stellte die Schüler immer wieder vor neue Herausforderungen. Im bisherigen fachpraktischen Unterricht wurde die Problematik des Spannens von Werkstücken zur Bearbeitung auf einer Werkzeugmaschine meist wenig oder gar nicht thematisiert. Während der Abwicklung des Projekts „Heißluftmotor“ mussten die Schüler nun auch eine Reihe von Aufspannvorrichtungen für die verschiedenen Einzelteile herstellen, schließlich sind diese Arbeitsabläufe ebenfalls zur Bewältigung einer praxisnahen Aufgabenstellung von Bedeutung. Gerade die Entwicklung neuer Bauteile erfordert parallel auch die entsprechende Auseinandersetzung mit der Problematik betreffend geeigneter Werkzeuge und Aufspannungsmöglichkeiten. Das fachspezifische Wissen für den Werkzeug- und Vorrichtungsbau, für welchen auch knapp die Hälfte des Projektunterrichts verwendet wurde, konnte so bei den Schülern in der Phase der mechanischen Fertigung anschaulich vermittelt werden.

Was die Anfertigung von Einzelteilen durch die verschiedenen Projektteilnehmer betrifft, war eine Beobachtung recht auffällig: Innerhalb des Teams wurden die Aufgaben von den Schülern selbst in einer Art und Weise verteilt, dass die Stärken und Schwächen einzelner Teammitglieder hinsichtlich der verschiedenen Arbeitsschritte berücksichtigt wurden. So konnten sich alle Schüler bestmöglich in das Projekt einbringen, um den Erfolg des Projekts insgesamt zu sichern, was wiederum im Interesse aller Beteiligten war.

4 EVALUATIONSMETHODEN

Um die angepeilten Ziele auf der Ebene der Schüler in Bezug auf den Zuwachs an Problemlösungskompetenzen evaluieren zu können, wurden nach Abschluss der praktischen Projektphase Fragebögen eingesetzt. Diese Fragebögen konnten von den Schülern elektronisch bearbeitet werden, entweder am Computer oder auch ganz komfortabel über das Smartphone.

Im Rahmen dieser Online-Befragung nach Beendigung der lösungsorientierten Aufgabenstellung sollten die Schüler über die Steigerung ihrer Selbstständigkeit und Eigenverantwortung, ihres Fachwissens und ihr eigenes Fachkompetenzprofil eine Selbsteinschätzung vornehmen. Nach Bearbeitung der praxisnahen Aufgabenstellung, fächerübergreifend im Unterricht abgewickelt, führten die Schüler so eine Selbstevaluierung durch, in der sie über ihre bisherigen Erfahrungen im Unterricht und über das Erfolgserlebnis parallel zum Ablauf der Projektarbeit Auskunft geben konnten. Um den Einfluss der vorliegenden Aufgabenstellung auf die Motivation der Schüler im Unterricht zu untersuchen, wurden vom Projektleiter laufend Beobachtungen durchgeführt, die Ergebnisse daraus mit den Erfahrungswerten aus den vergangenen Jahren verglichen.

Aber auch Ergebnisse aus der Fremdeinschätzung der Schüler sollten nicht unberücksichtigt bleiben, diese Beurteilung jedoch lief sehr streng ab, wodurch ein Ergebnis in dieser Hinsicht nicht als sehr objektiv betrachtet werden kann. Die Fremdeinschätzung der Schüler bezogen auf ihren Zuwachs an Problemlösungskompetenzen wurde in einer abschließenden Feedbackrunde gemeinsam besprochen. Die Erkenntnisse daraus wurden vom Projektkoordinator ohne Namensnennung der Schüler notiert. Diese Feedbackrunde gemeinsam mit den Schülern und der am Projektunterricht beteiligten Lehrkräfte lieferte zusätzlich Erkenntnisse in Richtung qualitativer Unterrichtsverbesserung.

Auf Ebene der Lehrkräfte brachte die Evaluierung vorwiegend Erkenntnisse über die Selbstreflexion und der Aufzeichnung von Erfahrungen, die sich aus den Beobachtungen im Unterricht ergaben. Nach dem Wechsel der ersten Schülergruppen zum nächsten Unterrichtsgegenstand im November 2016 wurden auch konkret Gespräche mit den Lehrpersonen der implementierten Fächer über den Aufbau und die Gestaltung des Projektunterrichts geführt. Durch persönliche Eindrücke und den Erfahrungsaustausch wurde das weitere Vorgehen im Projekt bereits positiv beeinflusst. In diesen Gesprächen zeigte sich auch, wie sich die Lehrkräfte mit der neuen Situation von Teamarbeit und fächerübergreifendem Unterricht mit all seinen Herausforderungen zurechtfinden, oder sich auch dementsprechend positiv weiterentwickeln konnten.

5 ERGEBNISSE

Die Evaluierungsergebnisse der Projektarbeit „Heißluftmotor“ im Hinblick auf die Ziele auf Ebene der Schüler wurden aus drei Bereichen ermittelt. Einen wesentlichen Bereich hierfür deckte ein elektronischer Fragebogen ab, welcher primär den Zuwachs an Problemlösungskompetenzen seitens der Schüler während der Projektarbeit im Fokus hatte. Sekundär wurden hier aber auch Fragen eingesetzt, die die Motivation der Schüler im Projektunterricht zusätzlich zur Unterrichtsbeobachtung bewerten sollten.

Die befragten Schüler wurden vom Projektleiter im Vorfeld der Erhebung nicht über die Inhalte des Fragebogens informiert, um das Ergebnis in keiner Weise dadurch zu beeinflussen. Die Projektgruppen wurden nur darüber in Kenntnis gesetzt, dass es nach Abwicklung des Projekts zu einer Befragung kommen würde. Dieser Verzicht auf nähere Informationen der Schüler führte allerdings zu einer beachtlichen Verzögerung der Datenerhebung aus der Online-Befragung. Der Link zum elektronischen Fragebogen wurde nämlich per Mail an das schuleigene Postfach der Schüler gesendet. Die Kommunikation der Schüler lief jedoch zum größten Teil über soziale Medien, was zur Folge hatte, dass sie die elektronischen Postfächer der Schule nur selten benutzten. So vergingen schon einige Tage, bis die Online-Befragung bei den Schülern angekommen war. Bereits viele Lehrpersonen bevorzugten mittlerweile die Verwendung sozialer Medien, um den Lernenden wichtige Informationen rechtzeitig und verlässlich zukommen zu lassen. Unter diesem Aspekt kann auch der Projektunterricht künftig verbessert und die Kommunikation noch weiter optimiert werden.

Ein zweiter Bereich der Evaluierung wurde von der Unterrichtsbeobachtung im Hinblick auf die Motivation der Schüler im Unterricht abgedeckt. Diese Beobachtung wurde vom Projektleiter laufend durchgeführt und es wurden stichwortartig Aufzeichnungen dazu gemacht. Die Ergebnisse der Evaluierung wurden letztendlich vom dritten Bereich, einer Feedbackrunde gemeinsam mit Schülern und am Projektunterricht beteiligten Lehrpersonen, abgerundet.

5.1 Ergebnisse zu Förderung der Motivation

Nachdem der Schwerpunkt „Motivation der Schüler im Unterricht“ in erster Linie durch Beobachtung untersucht wurde, wurden nur noch wenige Fragen zu diesem Thema gestellt. Die Formulierung der Fragen zur Selbsteinschätzung durch die am Projekt beteiligten Schüler wurden vom Projektleiter konkret für das vorliegende Projekt ausgearbeitet, und anschließend mit den am fächerübergreifenden Unterricht beteiligten Lehrpersonen abgestimmt.

Der Fragebogen wurde an jene sechzehn Schüler versandt, welche bis zum Ende des Wintersemesters die praktische Projektphase in der Werkstätte abgeschlossen hatten. Mit zwölf Antworten lag die Rücklaufquote bei 75 Prozent der insgesamt sechzehn befragten Schüler. Die beachtliche Zahl der Antworten lässt indirekt auch auf das Motivationsverhalten der Schüler schließen, gerade an der Evaluierung des Unterrichts beteiligen sich Lernende allgemein sehr ungern. In diesem Fall jedoch fühlten sich die im Projekt „Heißluftmotor“ involvierten Schüler dem Projektkoordinator gegenüber zur Mitarbeit geradezu verpflichtet. Ihnen war im Lauf der Abwicklung des Projekts klar geworden, dass sich die Vorbereitung und Organisation dieses Projekts sehr arbeits- und zeitaufwändig für den Projektleiter gestaltet hatte. Die Beantwortung des Fragebogens stellte für die Mehrheit der Schüler eine Möglichkeit dar, so ihre Wertschätzung auszudrücken.

Fragebogen Punkt 1:

Das Arbeiten am Projekt macht mir mehr Spaß als die praktische Arbeit an einzelnen Übungswerkstätten

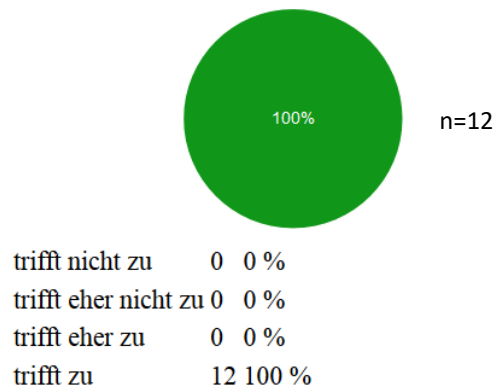


Abb. 1: Motivation Frage 1

Diese Frage wurde von zwölf Schülern, also hundert Prozent der Befragten mit „trifft zu“ beantwortet. Die Projektarbeit wurde unter dem Aspekt der Motivation demnach wenig überraschend durchaus als sehr positiv beurteilt. Dieses Urteil hatte sich im Lauf der Unterrichtsbeobachtung bereits abgezeichnet. Die große Begeisterung der Schüler für die Konstruktion des Heißluftmotors war im Unterricht nicht zu übersehen. Auch die Lehrpersonen des fachtheoretischen Unterrichts hatten die große Motivation seitens der Schüler für projektrelevante Unterrichtsthemen bereits beobachtet und dies in mehreren Projektbesprechungen erwähnt. Aus den gewählten Antworten lässt sich ein sehr klares Bekenntnis der Schüler zu fächerübergreifend organisierter Projektarbeit in dieser Form ablesen. Gleichzeitig aber auch eine Aufforderung an die Lehrkräfte, diese Unterrichtsmethode künftig verstärkt anzuwenden – so die Interpretation des Projektleiters.

Fragebogen Punkt 8:

Ich wünsche mir im Unterricht zukünftig öfters solche Projektarbeiten

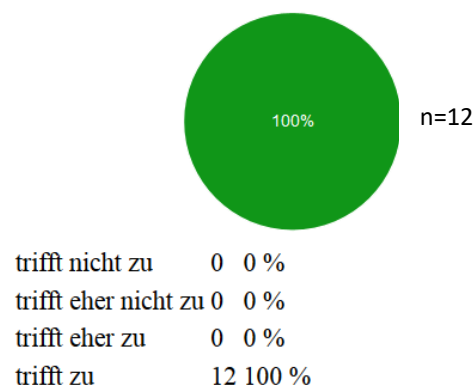


Abb. 2: Motivation Frage 8

Die zweite Frage zur Motivation im Unterricht wurde ebenfalls von zwölf Schülern, also hundert Prozent der Befragten, mit „trifft zu“ beantwortet. Somit decken sich auch beide Fragen zur Motivation mit den Unterrichtsbeobachtungen. Der Wunsch seitens der befragten Schüler, im Unterricht öfters mit derartigen Projektarbeiten konfrontiert zu werden, muss wie erwähnt als Auftrag an die Lehrpersonen interpretiert werden. Die Unterrichtsentwicklung sollte jedenfalls weiter in Richtung Projektarbeiten mit Praxisnähe, Raum für eigene Ideen der Lernenden und Vernetzung von Unterrichtsgegenständen geführt werden. Auch wurde die Frage vom Projektkoordinator bewusst in dieser Form gestellt, um die Herausforderungen der Aufgabenstellung an die Schüler zu bewerten. Stimmen gegen weitere Projektarbeiten würden wohl damit begründet werden können, dass die Aufgabenstellung einzelne Schüler nicht im richtigen Maß gefordert hätte (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Im Fall der Ablehnung solcher Projektarbeiten durch die Schüler müsste der Projektleiter die Aufgabenstellung vor allem unter dem Aspekt des Schwierigkeitsgrades überdenken. Da sich aber alle befragten Schüler positiv zur Projektarbeit äußerten, konnte der Projektleiter davon ausgehen, das richtige Verhältnis zwischen Herausforderung und Erfolgserlebnis bei der Ausarbeitung der praxisnahen Aufgabenstellung getroffen zu haben.

Fragebogen Punkt 10:

Das Projekt „Heißluftmotor“ beeinflusst unsere Klassengemeinschaft positiv

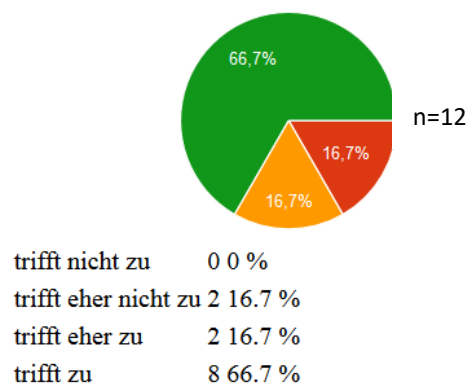


Abb. 3: Motivation Frage 10

Zwei Drittel der Befragten, also acht Schüler beantworteten die Frage zehn mit „trifft zu“, immerhin noch 16,7 Prozent klickten auf „trifft eher zu“. Mit ebenfalls 16,7 Prozent konnten zwei Schüler nur wenig Einfluss der Projektarbeit auf die Klassengemeinschaft erkennen. Die Teamarbeit stärkte mehrheitlicher Meinung nach die Gemeinschaft in der Klasse, eben diese Teamfähigkeit wird auch laut den allgemeinen Bildungszielen als Schlüsselqualifikation zur Vorbereitung auf die Berufswelt eingefordert (wie im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dieser Arbeit ersichtlich). 16,7 Prozent der befragten Schüler sahen den positiven Einfluss auf die Klassengemeinschaft durch die Abwicklung der Projektarbeit eher skeptisch. Immer dann, wenn es im Unterricht um die Bildung von Teams geht, finden sich unter Umständen einige Schülerinnen und Schüler nicht gut mit dieser Situation zurecht. Beobachtungen dazu hatten gezeigt, dass sich gerade sehr motivierte und leistungsstarke Schüler durch die Teamarbeit im Projekt eingeschränkt beziehungsweise in ihrem Lernfortschritt gebremst gefühlt hatten. Im Gegensatz dazu wurden schwächer motivierte Teammitglieder aus ihrer „Komfortzone“ geholt, um ebenfalls ihren Teil zum Erfolg beizutragen. Die skeptischen Stimmen zu Punkt zehn des Fragebogens dürften wohl in diesen Reihen zu finden sein.

5.2 Ergebnisse zu Förderung von Problemlösungskompetenzen

Dieser Teil des Fragebogens bildete die Basis zur Selbsteinschätzung der Schüler, wie sich die Abwicklung der Projektarbeit „Heißluftmotor“ im fächerübergreifenden Unterricht auf ihren persönlichen Zuwachs an Problemlösungskompetenzen ausgewirkt hatte. Diese Einschätzung gestaltete sich deshalb schwierig für die Schüler, da sie ihren aktuellen Stand hinsichtlich der abgefragten Kompetenzen vor Abwicklung der Projektarbeit selbst definieren mussten, um später entsprechend vergleichen zu können. Um diese Einschätzung für die Schüler zu erleichtern, wurden während der Projektdurchführung immer wieder Gespräche zwischen der Lehrperson und den Schülern geführt, die Herangehensweise an Herausforderungen besprochen und verschiedene Lösungsansätze diskutiert. Dadurch konnte der Fortschritt im Kompetenzaufbau für die Schüler selbst besser sichtbar gemacht werden. Diese Entwicklung wurde auch teilweise mithilfe von Lerntagebüchern festgehalten, deren Führung aber vom Projektleiter nicht zwingend verlangt wurde, sondern auf freiwilliger Basis erfolgte. Lerntagebücher sind sehr gut dafür geeignet, Lernenden ihre eigene Entwicklung über einen längeren Zeitraum hinweg sichtbar zu machen. So kann zum Beispiel am Ende eines Schuljahres nachgelesen werden, wie die Herangehensweise an eine Problemstellung noch vor einiger Zeit strukturiert war, und wie sich diese Strukturierung verändert hat.

Fragebogen Punkt 2:

Durch die Arbeit im Team kann ich meine persönlichen Stärken und Schwächen besser einschätzen

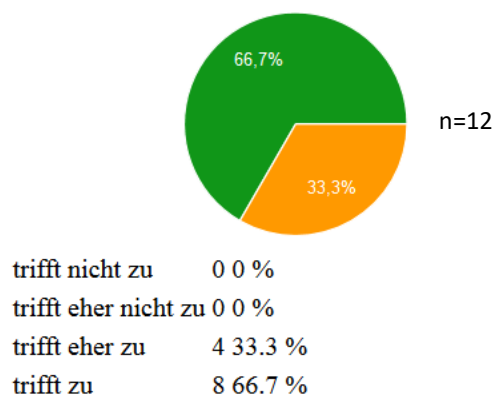


Abb. 4: Problemlösungskompetenz Frage 2

Diese Frage unter dem Aspekt der Messung von Problemlösungskompetenz wurde von 66,7 Prozent der Befragten mit „trifft zu“ beantwortet, von weiteren 33,3 Prozent mit „trifft eher zu“. Die Mehrheit von zwei Dritteln war sich also sicher, dass die Arbeitsaufteilung zur Bewältigung der Aufgabenstellung dabei hilfreich war, seine eigenen Stärken gezielt einsetzen zu können. Die Möglichkeit, seine Unterstützung für das Projekt optimieren zu können, unterlag natürlich einem gewissen Lernprozess. Manche Schüler unterschätzten zu Projektbeginn die Herausforderungen, welche die erfolgreiche Umsetzung einer praktischen Arbeit mit sich bringt. Im Gegensatz dazu trauten sich manche Schüler bestimmte Aufgaben nicht zu, was wiederum dazu verleitetete, sich nur einfacheren Aufgaben zu widmen. Hier musste der Projektleiter einige Male in die Organisation der Schüler eingreifen, um die Verteilung der verschiedenen Aufgaben nach den Möglichkeiten jedes einzelnen Teammitgliedes entsprechend zu optimieren. Für den Erwerb von Problemlösungskompetenzen ist die realistische Ein-

schätzung der schülereigenen persönlichen Stärken und Schwächen von großer Bedeutung. Zum richtigen Zeitpunkt einen Fachmann beizuziehen, ermöglicht und beschleunigt die erfolgreiche Lösung eines Problems.

Fragebogen Punkt 3:

Ich bin der Meinung, durch die Abwicklung dieser Projektarbeit.....habe ich viel für die praktische Arbeit in der Werkstätte gelernt

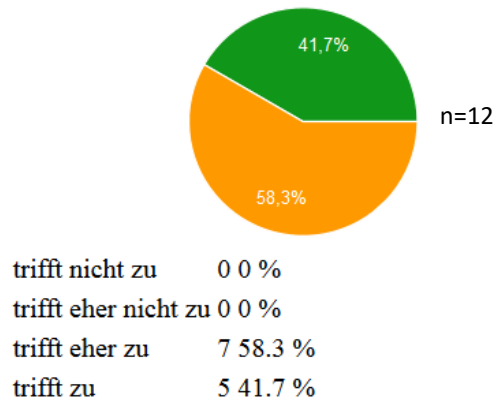


Abb. 5: Problemlösungskompetenz Frage 3

Diese Frage zur Messung von Problemlösungskompetenz unter Fragepunkt 3 wurde von der Mehrheit der Befragten, nämlich von sieben Schülern, mit „trifft eher zu“ beantwortet, fünf Schüler stimmten für „trifft zu“.

Dieses Ergebnis eher skeptischer Natur dürfte auf die Tatsache zurückzuführen sein, dass die Einschätzung zur eigenen Entwicklung in Richtung praktische Arbeit in der Werkstätte abzielte. Die Aneignung von Kenntnissen und Fertigkeiten die Maschinenbedienung betreffend oder auch handwerklich geprägte Tätigkeiten, wie sie unter „praktischer Arbeit in der Werkstätte“ verstanden werden, wurden nicht primär dem Projekt zugeordnet. Für den eigenen Kompetenzaufbau im Hinblick auf die praktische Arbeit in der Werkstätte war für die Mehrheit der Schüler nicht primär die Projektarbeit selbst verantwortlich. Dennoch fiel die Antwort positiv für das Projekt aus.

Fragebogen Punkt 4:

.....kann ich zukünftig strukturierter an eine Aufgabenstellung herangehen

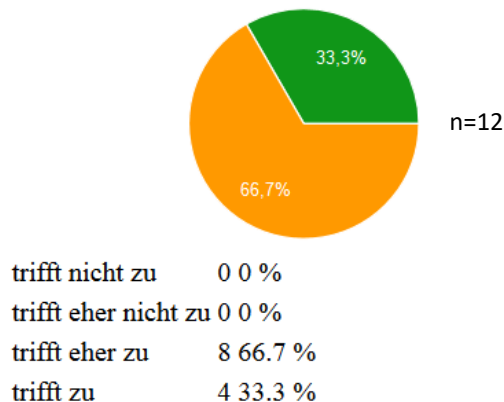


Abb. 6: Problemlösungskompetenz Frage 4

Die Frage nach einer künftig strukturierteren Herangehensweise an eine Aufgabenstellung konnte ein Drittel der Befragten, also vier Schüler, mit „trifft zu“ bejahen, zwei Drittel konnten dem immerhin noch mit „trifft eher zu“ zustimmen. Es geht hier um die Fähigkeit, sich zur Lösung eines Problems die nötige Übersicht zu verschaffen, die alle notwendigen Schritte zur Lösung in der richtigen Abfolge beinhaltet. Diese Schlüsselkompetenz wurde im Projektunterricht jeweils bei Auftauchen einer neuen Problemstellung trainiert, daher sollten die Schüler sich unter diesem Aspekt gut einschätzen können. Immer wieder musste ein neues technisches Problem am Heißluftmotor gelöst werden. Dazu wurde von den Schülern das angestrebte Ziel definiert und mit Unterstützung des Projektleiters verschiedene Lösungsansätze diskutiert. Hier machte das Lerntagebuch einzelner Schüler die Entwicklung hin zu einer gut strukturierten Herangehensweise an ein Problem besonders gut sichtbar. Aber auch jene Schüler, die kein Lerntagebuch führten, konnten ihre Entwicklung unter diesem Aspekt gut einschätzen. Die Tatsache, dass zwei Drittel der befragten Schüler mit „trifft eher zu“ stimmten, zeigte einmal mehr die selbstkritische Einschätzung der Schüler.

Fragebogen Punkt 5:

.....kann ich mein theoretisches Wissen besser mit der Praxis verknüpfen

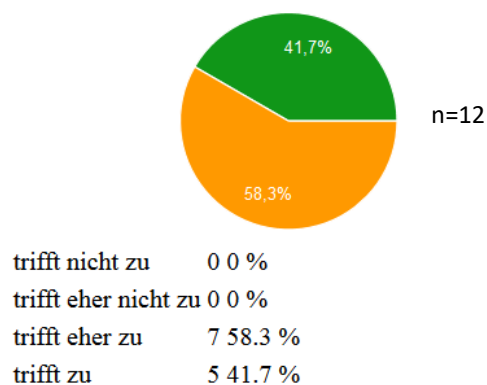


Abb. 7: Problemlösungskompetenz Frage 5

Fragebogen Punkt 6:

.....erkenne ich die Zusammenhänge verschiedener Unterrichtsgegenstände (KOP, WEPT, AM) klarer

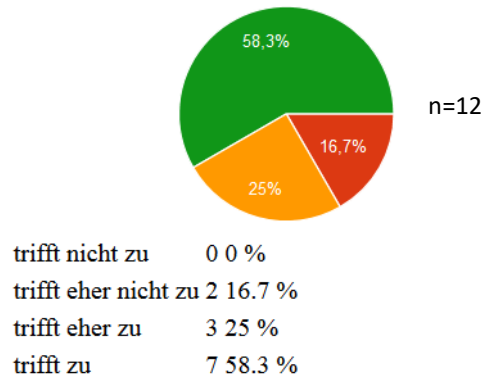


Abb. 8: Problemlösungskompetenz Frage 6

Die Fragepunkte fünf und sechs sollten Auskunft darüber geben, wie sich die Schüler im fächerübergreifenden Unterricht zurechtfinden, beziehungsweise wie sie die Unterrichtsgegenstände für die Bearbeitung einer Aufgabenstellung verknüpfen können. Das vernetzte Denken zu fördern war ebenfalls ein Aspekt der Projektarbeit. 58,3 Prozent der Befragten beziehungsweise sieben Schüler waren auch tatsächlich der Meinung, die Zusammenhänge verschiedener Unterrichtsgegenstände nach Abwicklung des Projekts klarer erkennen zu können. Sein theoretisches Wissen besser mit der Praxis verknüpfen zu können, wie unter Fragepunkt fünf bewertet werden konnte, sollte für die Schüler nach Ablauf des zweiten Semesters des Projektjahres noch besser möglich sein. Die intensive Bearbeitung der Projektarbeit „Heißluftmotor“ im Unterrichtsgegenstand „Konstruktion und Projektmanagement“ war leider erst nach der Befragung möglich. Gerade in der Planungsphase aber waren Unterrichtsgegenstände wie Physik und Angewandte Mathematik von großer Bedeutung für das Projekt. Für den Großteil der Schüler aber stand natürlich die praktische Arbeit in der Werkstätte im Vordergrund, daher wurde unter Umständen den anderen Gegenständen wenig Bedeutung zugemessen. Das der Physik zugrunde liegende Funktionsprinzip des Heißluftmotors, oder auch die nötigen Berechnungen für die Motorkenngrößen wurden wohl durch die räumliche Trennung des Unterrichtsgeschehens zum Teil auch emotional getrennt.

Fragebogen Punkt 7:

Ich denke, das Projekt „Heißluftmotor“ ist eine gute Übung zur Vorbereitung auf meine spätere Diplomarbeit

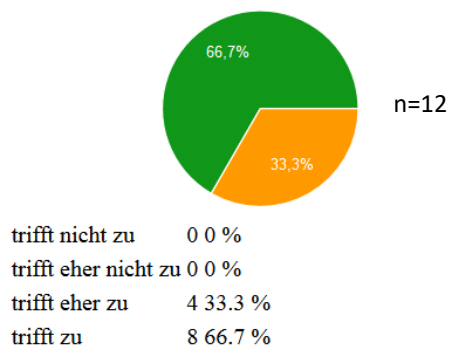


Abb. 9: Problemlösungskompetenz Frage 7

Die Frage nach der Vorbereitungsmöglichkeit auf die später anstehende Diplomarbeit beantworteten die Schüler sehr positiv, denn mit acht Schülern stimmten zwei Drittel von ihnen mit „trifft zu“ ab. Die restlichen vier befragten Schüler wählten „trifft eher zu“. Mehrheitlich wurde demnach in der praxisnahen Aufgabenstellung eine gute Vorbereitungsmöglichkeit im Hinblick auf die Diplomarbeit gesehen.

Eine Diplomarbeit abzugeben stellt ein zwingendes Erfordernis für alle Schülerinnen und Schüler in der Endphase ihrer Ausbildung an der Höheren Technischen Lehranstalt dar. Das bedeutet ein relativ großes Projekt abwickeln zu müssen, und diese Herausforderung bereits im kleineren Umfang im vorangehenden Schuljahr zu trainieren, stellte ebenfalls eine Intention des Projektleiters dar. Unter diesem Aspekt würde sich das Projekt „Heißluftmotor“ allerdings besser für die Abwicklung in einer vierten Klasse der HTL-Maschinenbau eignen. Die Diplomarbeit muss in der fünften Klasse abgewickelt werden, ein effizientes Training zu diesem Zweck wäre also ein Jahr zuvor zielführender. Die Einschätzung der Schüler unter dem Aspekt der Übung auf die Diplomarbeit kann im dritten Schuljahr daher noch nicht sehr objektiv ausfallen. Der Projektleiter wollte allerdings mit dem Projekt in erster Linie eine realistische Übungsmöglichkeit für die Projektteilnehmer schaffen, die Selbsteinschätzung der Lernenden stand bei dieser Frage im Hintergrund.

Fragebogen Punkt 9:

Im Laufe der Projektarbeit tauchen immer wieder Probleme auf, diese zu lösen macht mir Spaß

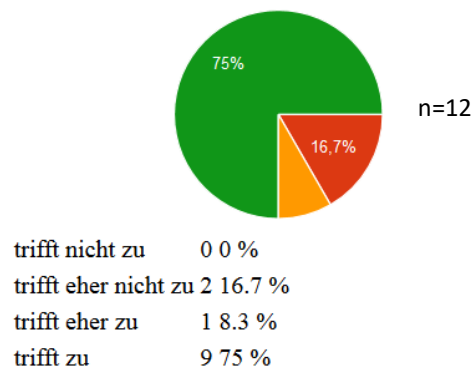


Abb. 10: Problemlösungskompetenz Frage 9

Diese Frage wurde mit einer Mehrheit von 75 Prozent oder neun der befragten Schüler mit „trifft zu“ beantwortet. Ein Schüler stimmte für „trifft eher zu“, allerdings zwei Schüler beziehungsweise 16,7 Prozent der Befragten entschieden sich für „trifft eher nicht zu“. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass diese Mehrheit mit den Problemen und Rückschlägen während der Abwicklung des Projekts gut zurechtkam. Im entsprechenden Maß gefordert zu werden, ohne aber überfordert zu sein, machte den Schülern sichtlich Spaß. Vom kleineren Teil, nämlich 16,7 Prozent der Befragten, könnte man annehmen, dass durch die Probleme Überforderung entstand, die Schüler daher weniger Spaß an der Lösung fanden (wie im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dieser Arbeit beschrieben).

Fragebogen Punkt 10:

Ich hätte da noch einen Vorschlag:

Abb. 11: Offene Frage

Von den insgesamt zwölf Rückmeldungen wurde nur eine einzige mit einer Bemerkung zu dieser Frage versehen. Diese eine Anmerkung wurde dahingehend gemacht, die Arbeitsleistung für das Projekt künftig gleichmäßiger auf die beteiligten Lernenden zu verteilen. In diesem letzten Punkt des Online-Fragebogens konnten die Befragten noch Bemerkungen oder eigene Vorschläge zur Projektarbeit machen. Fragen, die durch die Schülerinnen und Schüler schriftlich beantwortet werden sollen, werden allgemein ungern beantwortet. Diese Erfahrung wurde hier einmal mehr bestätigt. Es nehmen sehr viele Faktoren Einfluss auf die Beantwortung einer offenen Frage durch die teilnehmenden Personen. Zum einen nehmen Nachdenkpause und Formulierung der Antwort eine bestimmte Zeit in Anspruch. Zum anderen ist bei der schriftlichen Formulierung eines Textes oft die Hemmschwelle beachtlich, weil eine Unsicherheit bezüglich der eigenen Rechtschreib- sowie Grammatikkenntnisse besteht. Trotz der Zusicherung, dass die Daten anonym behandelt und nicht zur Leistungsbeurteilung herangezogen würden. Offene Fragen zur Evaluierung des Unterrichts gestalten den Einsatz von Online-Fragebögen schwierig, ein Abbruch fällt hier den Befragten natürlich wesentlich leichter als bei einer schriftlichen Befragung im Klassenzimmer. Die Drop-Out-Rate steigt, die Auswertung wird mangels zahlreicher Rückmeldungen schwer möglich. Gerade eine elektronische Befragung bietet aber den Vorteil der automatisierten Auswertung. Aus dieser Problematik heraus hatte sich der Projektleiter dafür entschieden, nur eine einzige offene Frage am Schluss des Fragebogens einzusetzen.

6 AUSBLICK

Die Erfahrungen aus dem Projekt „Heißluftmotor“ lassen den Projektleiter und Autor dieser Arbeit optimistisch in die Zukunft blicken. Auch anfänglich diesem Projekt gegenüber skeptisch eingestellte Lehrpersonen konnten davon überzeugt werden, dass praxisnahe Aufgabenstellungen die Unterrichtsqualität durchaus positiv beeinflussen können. Schülerinnen und Schüler zeigen sich sehr motiviert für ein Projekt und sind bestrebt, dieses erfolgreich abzuschließen. Die Voraussetzungen dazu müssen jedoch von den Lehrpersonen geschaffen werden. Diese Grundlagen sind ein überschaubares Zeitfenster zur Bewältigung der Aufgabenstellung, und realistische Chancen auf Erfolg – beides lässt sich aus den Projekterfahrungen künftig noch optimieren. Ein wesentlicher Aspekt besteht darin, den Schülerinnen und Schülern das richtige Maß an Selbstorganisation und Verantwortung zu überlassen. Der Direktor der HTL-Anichstraße zeigte sich ebenfalls sehr erfreut über den Erfolg des Projekts. Er wünscht sich künftig mehr fächerübergreifend organisierten Projektunterricht. Dieser Schritt zur Weiterentwicklung der Schulqualität muss und wird auch konsequent fortgesetzt werden.

7 LITERATUR

Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. *IMST - Innovationen Machen Schulen Top!*
Abgerufen am 12. März 2017 von Über IMST:
https://www.imst.ac.at/texte/index/bereich_id:2/seite_id:2

Auchmann, M., Bauer, L., Doppelbauer, A., Hölzl, E., & Winkler, S. (09 2001).
Grundsatz erlass zum Projektunterricht. (W. u. Bundesministerium für Bildung,
Hrsg.) Abgerufen am 19. 11 2016 von www.bmb.gv.at:
https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/pu_tipps_4905.pdf?5i848m

Brunner, H., Knitel, D., & Resinger, P. J. (2013). *Leitfaden zur Bachelor- und*
Bundesministerium für Bildung. (20. Juli 2016). *Verordnung der Bundesministerin für*
Bildung, Wissenschaft und Kultur, mit der die Verordnung über die Lehrpläne
der allgemeinbildenden höheren Schulen abgeändert wird. Abgerufen am 5.
Januar 2017 von www.bmb.gv.at:
https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/11668_11668.pdf?4dzgm2

Emer, W., & Lenzen, K.-D. (2002). *Projektunterricht gestalten - Schule verändern:*
Projektunterricht als Beitrag zur Schulentwicklung. Baltmannsweiler: Schneider
Verl. Hohengehren.

Keller, J. (1981). *Grundlagen der Motivation.* München; Wien; Baltimore: Urban und
Schwarzenberg.

Moegling, K. (2010). *Kompetenzaufbau im fächerübergreifenden Unterricht.*
Immenhausen bei Kassel: PROLOG-VERLAG.

Niedermair, G. (Hrsg.). (2012). *Kompetenzen entwickeln, messen und bewerten.* Linz:
TRAUNER Verlag + Buchservice.

Rosemann, H. (1973). *Motivation* (Bd. 6). Berlin: POLERZ-VERLAG.

Stroebe, R., & Stroebe, G. (1984). *Motivation* (3. Auflage). Heidelberg: I.H.Sauer-
Verlag GmbH.

Tschekan, K. (2014). *Kompetenzorientiert unterrichten* (4. Auflage). Berlin: Cornelsen
Schulverlage GmbH.

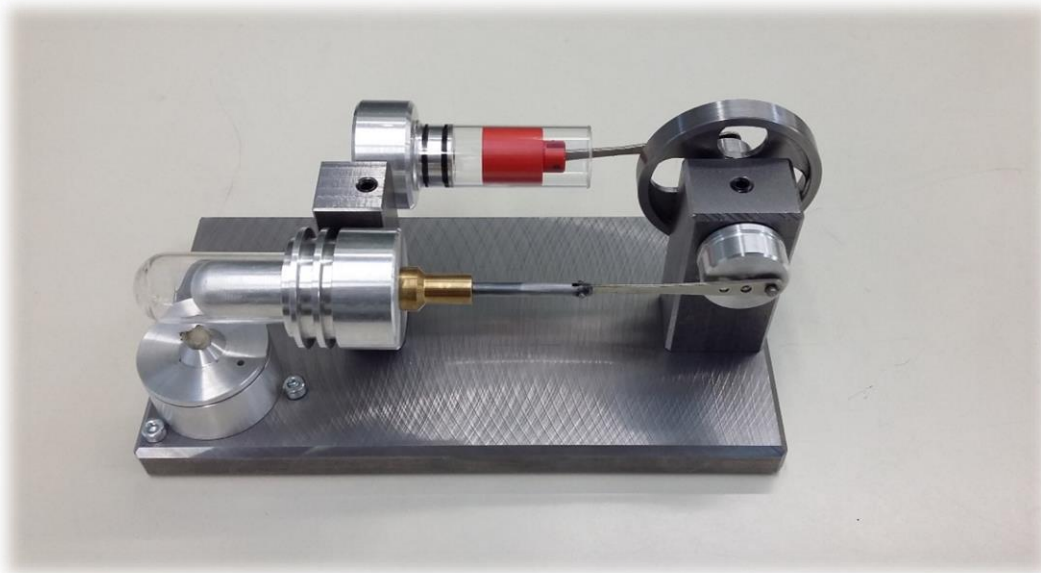
Weber, A. (2007). *Problem-Based Learning* (2. überarb. Auflage). Bern: h.e.p.verlag
ag.

8 ANHANG

- **Projektmappe**



Kompetent durch praktische Arbeit Projektarbeit Heißluftmotor 2016/17



Stirlingmotor

Projektleiter: Josef Pedit



Höhere Technische Bundes- Lehr- und Versuchsanstalt Innsbruck, Anichstraße

Ich nehme am Projekt teil, mein Name:

Inhalt

- 1 Projektbeschreibung
- 2 Ziele der Projektarbeit
- 3 Die Phasen der Umsetzung
- 4 Kontakt
- 5 Einverständniserklärung

1 Projektbeschreibung

Im Rahmen dieser praktischen Arbeit in der Werkstätte Maschinenbau konstruieren und fertigen die Schülerinnen und Schüler im Unterricht das Funktionsmodell eines Heißluftmotors, besser bekannt als Stirlingmotor. Dieses Projekt wird von der Institution IMST (Innovationen Machen Schulen Top)¹ im Themenprogramm „Kompetent durch praktische Arbeit“ gefördert, der Ablauf im Rahmen meiner Bachelorarbeit an der Pädagogischen Hochschule Tirol dokumentiert und evaluiert.

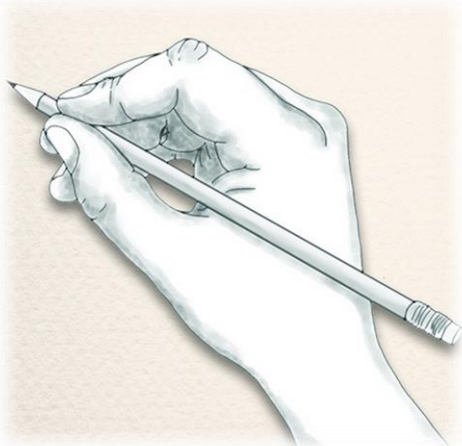
Die fächerübergreifende praktische Arbeit berücksichtigt alle wesentlichen Phasen zur Lösung einer praxisorientierten Aufgabenstellung. Es geht hier um die richtige Dimensionierung der Bauteile, ein fertigungstechnisch umsetzbares Design, die entsprechende Materialauswahl sowie die Fertigung eines funktionstüchtigen Modelles. Alle teilnehmenden Schülerinnen und Schüler können ihr persönliches Modell anfertigen, und dabei auch ihre eigenen Ideen einbringen.

2 Ziele der Projektarbeit

Den Praxisunterricht fächerübergreifend gestalten und berufs- und lebensrelevante Kompetenzen bestmöglich fördern, berücksichtigt die individuellen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler und verwendet Arbeitsaufgaben, die problemlösendes Denken der Lernenden unterstützt. Einen wesentlichen Aspekt stellt beim vorliegenden Projekt die Vernetzung von Praxis- und Theorieunterricht dar, konkret werden hier die Gegenstände „Konstruktion und Projektmanagement“ sowie „Werkstätte und Produktionstechnik“ verknüpft. Ziel dieser Projektarbeit ist die Förderung der Problemlösungskompetenz, die im späteren Berufsleben von großer Bedeutung sein wird, zusätzlich soll die notwendige Verknüpfung verschiedener Fachgebiete zur erfolgreichen Bewältigung einer Problemstellung deutlich gemacht werden.

¹ <https://www.imst.ac.at/>

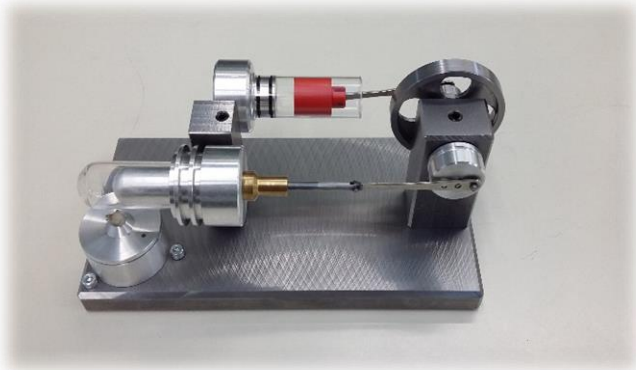
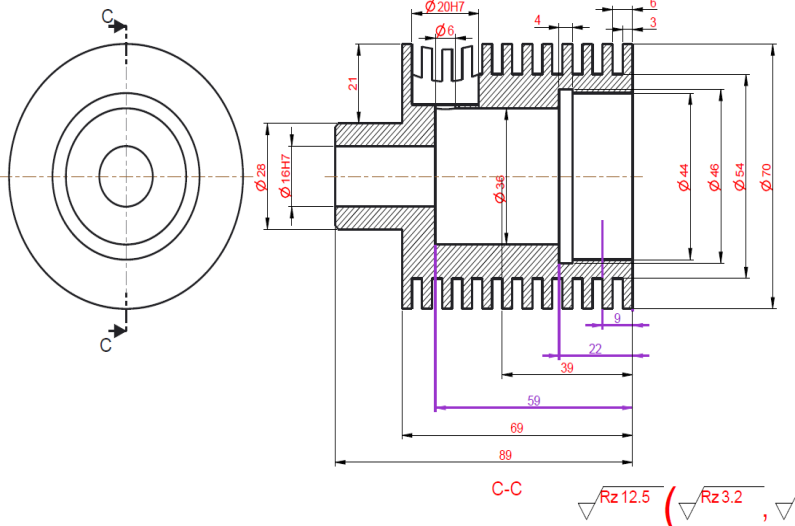
3 Die Phasen der Umsetzung



Eine Idee...



Die Fachzeichnung...



Das Funktionsmodell

4 Kontakt



Josef Pedit

Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Innsbruck, Anichstraße

Raum HE03

pedit@htlinn.ac.at

Bildquellen Projektmappe: pixabay.com, eigene Quellen

5 Einverständniserklärung

Im Zuge des Projektunterrichts entstehen Bilder, Fotos, Video-Aufnahmen und dergleichen. Aus Gründen des Persönlichkeits-, Daten- und Urheberrechtsschutzes benötigen wir deine Zustimmung sowie bei Minderjährigkeit die Zustimmung eines Erziehungsberechtigten, um die Werke im schulischen Zusammenhang und in der Bachelorarbeit von Josef Pedit verwenden zu können.

Unten findest du dazu ein Formular, das ausgefüllt beim ersten Projektunterricht abzugeben ist.

<h3>Einverständniserklärung</h3>	
Ich erkläre mich damit einverstanden, dass ich bzw. meine Tochter / mein Sohn auf der Internetseite oder anderen von der Schule erzeugten Medien bzw. in der Bachelorarbeit von Herrn Josef Pedit abgebildet werden darf.	
Familienname der Schülerin / des Schülers:	
Vorname der Schülerin / des Schülers:	
Datum:	
Unterschrift des Eigen- oder Erziehungsberechtigten:	