



**IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

## **Traditionelle Denkmuster adieu**

# **Vernetztes Denken als Grundlage im Laborunterricht an der HTBLVA Innsbruck**

### **Langfassung**

**ID 1924**

**Ing. Anton REITMEIR**

**Peter STROHMAIER**

**Maximilian HOLESOVSKY**

**HTBLVA Innsbruck Abteilung Maschinenbau**

Innsbruck, Mai 2017

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>6</b>
1.1	Projektbeschreibung.....	6
<b>2</b>	<b>ZIELE</b> .....	<b>8</b>
2.1	Ziele auf der Schüler_innenebene .....	8
2.2	Ziele auf der Lehrer_innenebene .....	8
2.3	Verbreitung der Projekterfahrung .....	9
2.4	Gender.....	9
<b>3</b>	<b>DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>10</b>
3.1	Phase I – Kennenlernphase/Projektvorstellung/Terminfindung .....	10
3.2	Phase II – Projektstart mit Erstinformationsphase.....	10
3.3	Phase III – Entwicklung des Grobkonzeptes anhand des vorgegebenen Lastenheftes .....	11
3.4	Phase IV – Entwicklung des Feinkonzeptes.....	12
3.5	Phase V – Vorbereitung der Präsentationen.....	12
3.6	Phase VI – Präsentation der Projekte an den Tagen der offenen Türe .....	12
3.7	Phase VII – Präsentation vor der Jury.....	12
3.8	Phase VIII – Auswahl der besten Arbeit.....	13
3.9	Phase IX – Bestellung der Bauteile .....	13
3.10	Phase X – Fertigung der Bauteile .....	13
3.11	Phase XI – Zusammenbau der Baugruppen .....	13
3.12	Phase XII - Zeit für diverse Anpassungen, XIII - Testphase (Flugtests, Sicherheitschecks, etc.).....	13
3.13	Phase XIV - Flugshow an der PH Tirol.....	13
<b>4</b>	<b>EVALUATIONSMETHODEN</b> .....	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>15</b>
5.1	Evaluierung der Ziele auf Schüler_innenebene .....	15
5.1.1	Auswertung des Lerntagebuches der Schüler_innen .....	16
5.1.2	Auswertung des Lehrertagebuches – Gegenüberstellung mit den Ergebnissen aus dem Schüler_innen-Lerntagebuch.....	30
5.2	Evaluierung der Ziele auf der Lehrer_innenebene .....	37
5.2.1	Auswertung des Leitfrageninterviews .....	37
<b>6</b>	<b>DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK</b> .....	<b>39</b>

6.1	Zusammenfassung .....	39
6.2	Persönlicher Rückblick.....	40
6.3	Ausblick.....	41
<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>43</b>
8.1	Projektmappe .....	43
8.2	Checkliste zu jeder Unterrichtseinheit .....	55
8.3	Projektstatusbericht .....	56
8.4	Lehrtagebuch .....	57
8.5	Lerntagebuch für Schüler_innen .....	58
8.6	Bewertungsblatt für Jury – Projektpräsentation 21.11.2016 .....	60
8.7	Leitfrageninterview mit den am Projekt beteiligten Lehrerkollegen .....	61
8.8	Plakate der Teams.....	62
8.9	Projektbilder .....	67

## Abkürzungsverzeichnis

HTBLVA	Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt
IMST	Innovationen Machen Schulen Top
AV/ST	Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik
FMT	Fertigungsmesstechnik
CNC	Cumpertized Numerical Control

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Ergebnis Frage 4 Schüler_innenbefragung .....	16
Tabelle 2 Ergebnis Frage 6 Schüler_innenbefragung .....	18
Tabelle 3 Ergebnis Frage 7 Schüler_innenbefragung .....	20
Tabelle 4 Ergebnis Frage 8 Schüler_innenbefragung .....	22
Tabelle 5 Ergebnis Frage 5 Schüler_innenbefragung .....	24
Tabelle 6 Ergebnis Frage 9 Schüler_innenbefragung .....	26
Tabelle 7 Ergebnis Frage 10 Schüler_innenbefragung .....	28
Tabelle 8 Gegenüberstellungen Lehrertagebuch – Lerntagebuch – Frage 3 in Bezug zu Frage 6 .....	31
Tabelle 9 Gegenüberstellungen Lehrertagebuch – Lerntagebuch – Frage 5 in Bezug zu Frage 4 .....	32
Tabelle 10 Gegenüberstellungen Lehrertagebuch – Lerntagebuch – Frage 6 in Bezug zu Frage 7 .....	33
Tabelle 11 Gegenüberstellungen Lehrertagebuch – Lerntagebuch – Frage 1 in Bezug zu Frage 9 .....	34
Tabelle 12 Gegenüberstellungen Lehrertagebuch – Lerntagebuch – Frage 2 in Bezug zu Frage 10 .....	35
Tabelle 13 Gegenüberstellungen Lehrertagebuch – Lerntagebuch – Frage 4 in Bezug zu Frage 5 .....	36

## Diagrammverzeichnis

Diagramm 1 Ergebnis Frage 4 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	16
Diagramm 2 Ergebnis Frage 6 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	18
Diagramm 3 Ergebnis Frage 7 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	20
Diagramm 4 Ergebnis Frage 8 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	22
Diagramm 5 Ergebnis Frage 5 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	24
Diagramm 6 Ergebnis Frage 9 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	26
Diagramm 7 Ergebnis Frage 10 Schüler_innenbefragung Mittelwert .....	28

## **ABSTRACT**

Speziell in der heutigen, sehr vernetzten Zeit stellt das „vernetzte Denken“ eine bedeutende Schlüsselkompetenz dar. Nicht nur im digitalen Umfeld sind die Menschen untereinander vernetzt, sondern auch in der beruflichen Welt steht die Vernetzung als eine Grundlage für den nachhaltigen Erfolg eines Projektes außer Frage.

In dieser Projektarbeit wird untersucht, inwieweit sich die Fähigkeit des vernetzten Denkens der Schüler\_innen durch die Implementation eines fächerübergreifenden Unterrichts verändert.

Auf der Lehrer\_innenebene wird untersucht, was der Wechsel von der herkömmlichen Rolle der Lehrperson als zentrale Figur im Unterricht hin zum/zur Projektbegleiter bzw. –begleiterin hinsichtlich der Planung und Gestaltung von fächerübergreifendem Unterricht bewirkt.

In der vorliegenden Projektarbeit wurden diese Fragen entsprechend dem Forschungsansatz der Praxisforschung untersucht. Als Basis dienten die Methoden der mündlichen Befragung der Lehrerkollegen und der Befragung der Schüler\_innen, die laufenden Beobachtungen der Schüler\_innen durch die handelnden Lehrpersonen sowie Gruppengespräche mit den Schüler\_innen nach jeder Unterrichtseinheit.

Schulstufe: 12. Schulstufe

Fächer:

Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik;  
CNC; Fertigungsmesstechnik

Kontaktperson: Ing. Anton Reitmeir

Kontaktadresse: HTBLVA Innsbruck,  
Anichstraße 26-28, 6020 Innsbruck

Zahl der beteiligten Klassen: 2

Zahl der beteiligten SchülerInnen: 32

### ***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

Meine Unterrichtsschwerpunkte liegen sowohl in der spannenden Fertigung als auch in den Laborfächern Fertigungsmesstechnik und Arbeitsvorbereitung. Obwohl die Schüler\_innen die einzelnen Teilmodule erfolgreich abschließen, können sie, wegen der Einzelprojektierung, die Gesamtheit der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Teilbereichen nicht gänzlich beurteilen. Aufgrund der immer komplexeren Verzweigungen und Teilungen in einzelne Projektbearbeitungsbereiche ist es für die Schüler\_innen von bedeutender Wichtigkeit, interdisziplinäres Arbeiten zu verstehen und anzuwenden, um die entsprechend notwendigen Kompetenzen für ihren weiteren beruflichen Werdegang zu erlangen. Meine bisherigen Tätigkeiten als Anwendungs- und Servicetechniker im weltweiten Außendienst haben mir gezeigt, dass ein interdisziplinäres Verständnis Voraussetzung für eine lösungsorientierte und -optimierte Bearbeitung von komplexen Aufgabenstellungen ist. Des Weiteren haben mir Gespräche mit Vertretern der Wirtschaft gezeigt, dass die Fähigkeit des vernetzten Denkens zu den handlungsorientierten Kompetenzen zukünftiger Mitarbeiter\_innen gehören sollte. Durch einen fächerübergreifenden Unterricht in den Werkstätten- und Laborfächern könnte den Schüler\_innen bereits während der Ausbildung diese Kompetenz vermittelt werden. Wie bereits zu Beginn erwähnt, werden die einzelnen Teilbereiche immer detaillierter und komplexer, sodass die Möglichkeit eines globalen Wissensbestandes über die Gesamtheit nicht mehr besteht. Genau aus diesem Grunde ist es umso wichtiger, sich die Fähigkeit des vernetzten Denkens anzueignen, um in der Lage zu sein, die einzelnen Teilbereiche zu einem Ganzen zusammenführen zu können. Dies ist, aus meiner Sicht, eine primäre Aufgabe innerhalb der berufsrelevanten Handlungskompetenz.

Die Teillaborfächer Steuerungstechnik, CNC und Fertigungsmesstechnik werden derzeit als autonome Fächer geführt. Das bedeutet konkret, dass die Lehrenden in diesen Fächern jeweils ihre eigenen Unterrichtsmaterialien und Vorbereitungen ohne eine thematische Überschneidung zu den sich korrelierenden Laborfächern führen. Dazu werden die Schüler\_innen in Gruppen zu je ca. zehn Personen eingeteilt und wechseln in regelmäßigen Abständen das Laborfach, wobei sich bei jedem Wechsel die Schüler\_innen auf ein „neues“ Fach einstellen müssen ohne dass ihnen vermittelt wird, dass diese Fächer eigentlich miteinander verknüpft sind.

Ein fächerübergreifender Unterricht im Laborunterricht wird in der Abteilung Maschinenbau zum jetzigen Zeitpunkt nicht gezielt angeboten. Ziel dieses Projektes ist es, die Qualität des Unterrichts zu steigern und die Lehrerkollegen und -kolleginnen zu motivieren, diese Unterrichtsform in Zukunft anzuwenden, auszubauen und zu fördern. Durch die fächerübergreifende Gestaltung des Unterrichts werden die Schüler\_innen in das interdisziplinäre Arbeiten eingeführt und erweitern dadurch ihre berufsrelevante Handlungskompetenz.

*„Ob es besser wird, wenn es anders wird, weiß ich nicht. Dass es aber anders werden muss, wenn es besser werden soll, weiß ich!“ (Georg Christoph Lichtenberg 1742-1799)*

## 1.1 Projektbeschreibung

Das Projekt bestand aus der Entwicklung, der fertigungstechnischen und steuerungstechnischen sowie qualitätsrelevanten Planung und der anschließenden Fertigung eines Quadrocopters. Parameter, die wichtig für den erfolgreichen Abschluss des Projektes waren, wurden in einem sogenannten Lastenheft festgelegt.

Für die Ausführung des Projektes wurden fünf Teams, jeweils bestehend aus drei Gruppen mit je zwei Schüler\_innen der Laborfächer AV/ST, CNC und FMT gebildet. Da das Projekt als Wettbewerb ausgeführt werden sollte, wurde das Motto „Der Beste fliegt“ festgelegt. Das theoretisch ausgearbeitete Projekt wurde von den Teams am Tag der offenen Tür (18. und 19. November 2016) an der HTBLVA Innsbruck den Besucher\_innen und zu einem späteren Zeitpunkt einer Jury präsentiert. Die von der Jury ausgewählte beste Innovation wurde anschließend gebaut. Die Vorzugsstimmen der

Besucher\_innen des Tages der offenen Tür wurden in die Entscheidungsfindung der Jury miteinbezogen.

## 2 ZIELE

### 2.1 Ziele auf der Schüler\_innenebene

#### *Einstellungen:*

Die Schüler\_innen sollen bei diesem Projekt erkennen, dass die Teillaborfächer Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik, CNC und Fertigungsmesstechnik als ein sich überschneidendes Ganzes zu betrachten sind. Um das Projekt ganzheitlich zu verstehen, bedarf es der Vernetzung aller Teildisziplinen.

#### *Kompetenzen:*

Das Projekt sollte dazu dienen, die Schüler\_innen auf die Komplexität und Vielfältigkeit der Praxis vorzubereiten und ihnen, durch die Fähigkeit des vernetzten Denkens, einen notwendigen Vorsprung im Bereich der Handlungskompetenz bieten.

#### *Handlungen:*

Ein Team bestand aus je zwei Schüler\_innen der vierten Klassen aus dem Bereich AV/ST, CNC und FMT. Die Schüler\_innen entwickelten fachübergreifend einen Quadrocopter und führten die steuerungstechnische und qualitätsrelevante Planung aus. Das beste Ergebnis wurde dann für den Bau des Quadrocopters herangezogen.

Da die Schüler\_innen bereits in diesem Jahr mit ihren Diplomarbeitsprojekten starten, soll ihnen dieses Projekt einen Einblick in das Projektmanagement bieten. Da die Einschätzung der benötigten Zeit, die Definition von Meilensteinen und die Abgrenzung der einzelnen Projektschritte eine sehr wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss eines Projektes sind, wird dem Zeitmanagement eine große Bedeutung zugeschrieben.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Kommunikation. Die Schüler\_innen sollten durch die Durchführung des Projektes eine eindeutige, sichere und fehlerfreie Kommunikation erlernen und üben.

Über den Schulbetrieb hinaus sind dies wichtige Eigenschaften, die die Mädchen und Burschen in ihrem zukünftigen Berufsalltag benötigen und auch einsetzen müssen.

### 2.2 Ziele auf der Lehrer\_innenebene

#### *Einstellungen:*

Den Lehrerkollegen und –kolleginnen soll durch dieses Projekt aufgezeigt werden, dass ein fächerübergreifender Unterricht und die dadurch bedingte Vernetzung einen Mehrwert im Bereich der Professionalisierung darstellen.

#### *Kompetenzen:*

Die methodisch-didaktischen Kenntnisse in Bezug auf die Planung und Gestaltung von fächerübergreifendem und projektorientiertem Unterricht sollen gesteigert werden.

#### *Handlungen:*

Auf der Lehrer\_innenebene bot sich eine Selbstbeobachtung an. Für die ausführende Lehrperson steht dabei die Vertiefung der Kenntnisse im Durchführen eines fächerübergreifenden Unterrichts im Fokus. Dabei stand folgende Frage im Vordergrund: Was bewirkt der Wechsel von der herkömmlichen Rolle der Lehrperson als zentrale Figur im Unterricht hin zum/zur Projektbegleiter bzw. –begleiterin hinsichtlich der Planung und Gestaltung eines fächerübergreifenden Unterrichts?



## 2.3 Verbreitung der Projekterfahrung

Im Frühjahr 2016 wurde gegenständliches Projekt bei IMST eingereicht. Nach der Bewertung des Projektes durch Gutachter wurde es von Mitgliedern der Institution genehmigt. Den Projektnehmern von IMST wurde im September 2016 die Möglichkeit geboten, im Rahmen einer Start Up-Veranstaltung in Klagenfurt, die Projektidee und die Ziele vor einem Publikum zu präsentieren und im Anschluss daran mussten diverse Fragen seitens des Auditoriums beantwortet werden. Ziel dieser Veranstaltung war es unter anderem auch, Ideen und Erfahrungen innerhalb der IMST Gemeinschaft auszutauschen.

Die Vorstellung des Projektes innerhalb des Kollegenkreises an der HTBLVA Innsbruck bildete den regulären Start der gegenständlichen Arbeit.

Nach einer Vorstellung des Projektes der Schüler\_innen der 4AHWII und 4BHWII in der KW 38/2016 wurden die beiden Klassen in vier Gruppen (Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik, CNC, Fertigungsmesstechnik und Digitale Steuerungstechnik- und Netzwerktechnik) eingeteilt. Drei von diesen vier Gruppen waren direkt in das Projekt involviert, während die vierte Gruppe mit dem Unterrichtsfach „Digitale Steuerungstechnik- und Netzwerktechnik“ nicht Teil des gegenständlichen Projektes war. Innerhalb dieser drei Gruppen wurden fünf Teams zu je zwei Schüler\_innen aus den entsprechenden Fächern gebildet.

Im November 2016 hatten die Schüler\_innen die Möglichkeit, ihre Ideen an den Tagen der offenen Tür dem Besucherpublikum anhand einer Posterpräsentation vorzustellen. Dabei konnten sich die Besucher\_innen von den Ideen der einzelnen Teams überzeugen lassen und eine Vorzugsstimme abgeben. Die Abgabe von mehr als 140 Stimmen lässt auf ein reges Interesse an diesem Projekt rückschließen.

Im März 2017 wurde das Projekt im Rahmen des IMST Frühjahrs-Workshop an der Pädagogischen Hochschule Tirol vorgestellt.

Nach Abschluss des Projektes wurden die daraus gewonnenen Erkenntnisse den Lehrerkolleg\_innen präsentiert, um sie zukünftig zur Einführung eines fächerübergreifenden Unterrichts zu motivieren und ähnliche Projekte im Sinne der Verbesserung des Werkstätten- und Laborunterrichts zu fördern.

Es wird noch in diesem Schuljahr 2016/17 von den Schüler\_innen eine eigene Homepage mit einer genaueren Beschreibung des Projektverlaufes erstellt und das Projekt auf der HTBLVA Homepage<sup>1</sup> veröffentlicht. Die Flugfähigkeit des Quadrocopters kann in einem auf YouTube hochgeladenen Video beobachtet werden.

## 2.4 Gender

IMST legt, aufgrund von Erkenntnissen aus europaweiten Studien und die darin beschriebenen GENDER GAPS, besonderen Wert auf die Verbesserung dieses Missstandes. Dabei wird das Ziel, die „Ausgangslagen für alle Lernenden zu verbessern und für die Vorhaben konkrete Unterstützung zu bieten“, angestrebt (Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, 2017).

Aus diesem Grund wurde das Ziel gesteckt, die Abläufe genauer zu beobachten und daraus Schlüsse zu ziehen, um etwaige Differenzen zu eruieren und in weiterer Folge auszugleichen.

In jenem Team, welches den Wettbewerb für sich entschieden hat, waren zwei Mädchen involviert. Vor Beginn des Projektes wurde eine Beobachtung zum Verhalten der beiden Mädchen innerhalb der Burschengruppe und umgekehrt zum Ziel gesetzt, wobei keine Benachteiligung von keiner Seite aus erkennbar war. Es sollte hier allerdings erwähnt werden, dass diese Schüler\_innen bereits mehr als drei Jahre gemeinsam in einer Klasse verbracht haben und sich somit bereits eine sehr homogene Gemeinschaft gebildet hat.

---

<sup>1</sup> [www.htlanichstrasse.tirol](http://www.htlanichstrasse.tirol)

## **3 DURCHFÜHRUNG**

### **3.1 Phase I – Kennenlernphase/Projektvorstellung/Terminfindung**

Am 19. September 2016 wurde den Schüler\_innen der Klassen 4AHWII und 4BHWII und den beteiligten Lehrpersonen das Projekt vom Projektleiter vorgestellt. Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit wurde des Weiteren den Schüler\_innen die Definition der Gruppenarbeit erörtert.

Im Werk von Baumann & Gordalla (2014) wird die Voraussetzung für Gruppenarbeit wie folgt beschrieben:

„Gruppenarbeit basiert auf der Bereitschaft der am Arbeitsprozess mitwirkenden Teilnehmer, sich aktiv an ihr zu beteiligen, auf die verwendeten Methoden und die anderen Mitglieder einzugehen und die vereinbarten Regeln zu befolgen“ (Baumann & Gordalla, 2014, S. 13).

Nachdem alle Schüler\_innen sich bereit erklärt hatten, am Projekt unter den zuvor definierten Bedingungen mitzuarbeiten, wurden die Teams gebildet.

Ein Team bestand aus drei Gruppen (Gruppe AV/ST; Gruppe CNC; Gruppe FMT). Eine Gruppe bestand aus mindestens zwei Schüler\_innen der jeweiligen Laborfächer.

Nachdem die Teamzusammenstellungen bezüglich der Mitglieder von den Schüler\_innen selbst durchgeführt wurden, wurden die Aufgaben der jeweiligen Gruppen definiert.

Als Orientierung hierfür wurden Fragen aus dem Projektmanagement herangezogen:

- Wer hat welche Rolle? Wer wird die Gruppenleitung übernehmen?
- Wer hat welche Aufgabe?

Ein Gruppenleiter wurde nominiert, der für die reibungslose Kommunikation innerhalb des Teams und die Koordination der einzelnen Arbeiten verantwortlich war. Da die einzelnen Teammitglieder in den Räumlichkeiten des jeweiligen Unterrichtsfaches untergebracht waren, war Austausch von Informationen und Erkenntnissen über eine eindeutige Kommunikation von enormer Bedeutung. Die interne Kommunikation zwischen den Teammitgliedern erfolgte mittels direkten Gesprächen, über Email, SMS und WhatsApp. Weiters wurde das Onlinespeichermedium – Dropbox - genutzt, um die aktuellen Erkenntnisse und Ergebnisse zu speichern. Somit war jedes Teammitglied über den aktuellen Stand informiert, wobei die modernen Medien äußerst effizient von den Schüler\_innen eingesetzt wurden.

Als Basis wurde eine Projektmappe (siehe Kapitel 8.1 Projektmappe) ausgeben, welche u. A wichtige Meilensteine beinhaltete. Neben den in der Projektmappe definierten Aufgaben musste jedes Team auch eine innovative Idee für den Rahmen, bzw. Gestell auch Frame genannt finden, welche zum Motto „Der Beste fliegt“ passte. Diese Innovation musste nachhaltig sein und für den Bau des Quadrocopters geeignet sein.

Die gemeinsame Reflexion der erbrachten Arbeit am Ende von jeder Unterrichtseinheit, führte zu einem Erkenntnisgewinn seitens der Schüler\_innen sowie der Lehrpersonen aber auch zu einem durchaus positiven Arbeitsklima und einer gewissen Gruppendynamik.

### **3.2 Phase II – Projektstart mit Erstinformationsphase**

In der Phase II des Projektes wurden am 26. September 2016 den Teammitgliedern etwaige Fragen zum Projekt beantwortet und den Schüler\_innen die Möglichkeit geboten sich zum Thema Quadrocopter zu informieren. Es wurde auf die Notwendigkeit der korrekten Dokumentation der einzelnen Arbeiten eingegangen, da diese wesentlich dazu beiträgt den Informationsfluss innerhalb des Teams zu gewährleisten und den jeweiligen Stand der Arbeit den Teammitgliedern transparent zu

machen. Die Dokumentation dieser Phase bestand aus einem Mind Map bzw. Wirkungsnetzwerk, einem Projektstatusbericht und einer täglichen Checkliste (siehe Kapitel 8.2 Checkliste zu jeder Unterrichtseinheit).

Um den Schüler\_innen das Führen eines Lerntagebuches zu ermöglichen, wurde ein Zugang zum Onlinedienst – Google Forms – erstellt. Das Lerntagebuch wurde von den Schüler\_innen nach jeder Unterrichtseinheit ausgefüllt, was eine Auswertung über den Verlauf des gesamten Projektzeitraumes ermöglichte.

In der Phase II wurde von den Schüler\_innen ein Mind Map bzw. ein Wirkungsnetzwerk erstellt, wobei das Problem aus unterschiedlichen Perspektiven – aus der Sicht der Gruppe AV/ST, CNC und FMT – beschrieben wurde. Beim Versuch diese Teilnetzwerke zu einem Gesamtnetzwerk zu verknüpfen wurde darauf geachtet, welche Fächer miteinander korrelieren, um etwaige nicht notwendige Arbeiten und Probleme auszuschließen. Somit bekamen die Schüler\_innen einen Eindruck davon, wie die einzelnen Laborfächer zusammenwirken.

### **3.3 Phase III – Entwicklung des Grobkonzeptes anhand des vorgegebenen Lastenheftes**

In der Phase III wurde während zwei Unterrichtseinheiten die Grobkonzeptionierung der Projekte basierend einerseits auf den Entscheidungen des in der Phase I angefertigten Wirkungsnetzwerkes und andererseits anhand des definierten Lastenheftes durchgeführt. Dieses Lastenheft umfasste alle Tätigkeiten, welche im Projektverlauf von den Schüler\_innen mindestens erfüllt werden mussten:

- Aufgaben Gruppe FMT
  - o Projektüberwachung
  - o sicherheitsrelevante Aspekte für das Flugobjekt recherchieren
  - o alle Fehlerquellen versuchen zu eruieren und dokumentieren
  - o nach der Fertigung – Erstellung eines Messprogrammes mit Auswertung des Bauteils
- Aufgaben Gruppe CNC
  - o Überlegung der fertigungstechnischen Parameter, um unter den vorgegebenen Zielen zu produzieren
  - o Produktprogrammierung in der Software
  - o Fertigung des Bauteiles
- Aufgaben Gruppe AV/ST
  - o Auswahl der notwendigen Bauteile, um die Funktion unter den vorgegebenen Parametern sicherzustellen
  - o Erstellung einer Stückliste

Zusätzlich mussten funktionelle und nichtfunktionelle Anforderungen von den Teams erfüllt werden.

- Funktionelle Anforderungen:
  - o Kontrollierter Flugablauf
  - o Elektrischer Antrieb
  - o Flugzeit mindestens zehn Minuten mit einer Akkuladung
  - o Steuerung und Kommunikation durch Funk
  - o Stabile Lagekontrolle
  - o Interaktion mit dem Anwender – Steuerbefehle und Kommunikation
- Nichtfunktionelle Anforderungen
  - o Innovativ
  - o Design
  - o Eigene Idee
  - o Kostenmaximum €400,-

Diese Projektphase war dadurch gekennzeichnet, dass die Schüler\_innen mit der ihnen zur Verfügung gestellten Zeit und der Abarbeitung der Aufgaben nicht umgehen konnten, da sie bisher nur den lehrerzentrierten Unterricht kannten, bei dem der Lehrer die Geschwindigkeit und die Menge der Dateninformation bestimmte.

### **3.4 Phase IV – Entwicklung des Feinkonzeptes**

Die Phase IV bestand aus der Feinkonzeptionierung. Basierend auf einem ausgearbeiteten Grundkonzept musste jedes Teammitglied die notwendigen Unterpunkte bearbeiten. Die Gruppe CNC musste hierfür die fertigungstechnischen Parameter definieren, die notwendig sind um unter den gegebenen Zielen zu produzieren. Im Anschluss daran mussten ihre Ideen auf einem softwareunterstützten System zu einem fertigen Bauteil konstruiert werden. Währenddessen war es die Aufgabe der Gruppe Steuerungstechnik sich ein Konzept zu überlegen, wie der Quadrocopter unter den gegebenen Voraussetzungen wie z.B. Flugstabilität und Systemsicherheit fliegen kann. Alle elektrischen und elektronischen Komponenten wurden in einer Stückliste definiert. Zu den Aufgaben der Gruppe Fertigungsmesstechnik zählte die Recherche der für das Flugobjekt sicherheitsrelevanten Aspekte und Fehlerquellen. Um die ständige Kommunikation mit den anderen Gruppen zu gewährleisten, ürgierte das Team Fertigungsmesstechnik als zentrale Ansprechstelle und Überwachungsorgan im Sinne des Projektmanagements.

Weitere Merkmale dieser Phase waren die Organisation des Ablaufes der Projektpräsentation an den Tagen der offenen Tür und die Bestimmung der Jurymitglieder für die Auswahl des besten Projektes.

In dieser Phase wurde ersichtlich, dass die noch zur Verfügung stehende Zeit begrenzt ist, was sich in einer Steigerung der Leistung aber auch der Hektik bemerkbar machte.

### **3.5 Phase V – Vorbereitung der Präsentationen**

Während dieser Phase, welche zwei Unterrichtseinheiten umfasste, mussten die Teams ihre Ideen auf einem vom Projektleiter vordefinierten Poster gestalten. Da die Schüler\_innen bei der Grobkonzeptionierung (Phase II) ihre Zeiteinteilung nicht korrekt ausnützen, mussten in dieser Phase noch nicht abgeschlossene Arbeiten aus den vorangegangenen Phasen erledigt werden. Dies führte zu einer sehr arbeitsreichen und intensiven Zeit für die Schüler\_innen aber auch für die beteiligten Lehrpersonen.

### **3.6 Phase VI – Präsentation der Projekte an den Tagen der offenen Türe**

In der Phase VI wurden die Ideen der einzelnen Teams bei den Tagen der offenen Tür vom 18. bis 19. November den Besucher\_innen präsentiert. Am Ende der Projektvorstellungen konnten die Besucher\_innen einem Team eine Vorzugsstimme geben, welche ebenfalls in die Bewertung der Jury miteinfluss.

### **3.7 Phase VII – Präsentation vor der Jury**

Nun wurden die Projektergebnisse einer Fachjury bestehend aus fünf Mitgliedern vorgestellt. Der Projektleiter selbst war nur Beobachter und kein Teil der Jury, da eine rein objektive Bewertung aufgrund der persönlichen Einflussnahme während des Projektes nicht gewährleistet werden könnte.

Um eine objektive Bewertung zu ermöglichen, wurde den Jurymitgliedern ein vordefiniertes Bewertungsblatt zur Verfügung gestellt. Dieses Blatt (siehe Kapitel 8.6 Bewertungsblatt für Jury – Projektpräsentation 21.11.2016) umfasste Parameter wie Innovation, Werkstoffidee, Design, Plakat, Präsentation insgesamt, Problemlösungskompetenz und Sonstiges welche jeweils mit Punkten von 1

bis 5 gemäß dem Schulnotensystem bewertet werden mussten. Je niedriger die Gesamtpunkteanzahl, desto besser schnitt das Projekt bei der Jury ab.

### **3.8 Phase VIII – Auswahl der besten Arbeit**

Diese Phase stellte einen äußerst sensiblen Teil des Projektes dar. Neben der Begründung für die Wahl des besten Projektes musste auch die Wertschätzung den Schüler\_innen übermittelt werden. Die größtenteils hervorragenden Arbeiten mussten gewürdigt und den Schülerinnen für ihr großes Engagement gedankt werden. Basierend auf dem zuvor erwähnten Bewertungsblatt wurde das

Team<sup>o</sup>3 mit ihrer Innovation „recyclebarer Kunststoff“ zum Sieger des Wettbewerbes gekürt.

### **3.9 Phase IX – Bestellung der Bauteile**

Die Teammitglieder des Siegerprojektes mussten nun anhand ihrer Stückliste die Bauteile für den Quadrocopter bestellen. Dabei war es wichtig, dass die Schüler\_innen das Budget von max. €400,- einhalten.

### **3.10 Phase X – Fertigung der Bauteile**

Während dieser Phase wurde die Idee, aus Kunststoffabfall ein flugfähiges Gerät zu gestalten, in die Realität umgesetzt. Für den Rahmen des Quadrocopters wurden Joghurtbecher, Kaffeebecher, Kunststoffflaschen und andere Kunststoffabfälle in einer Form geschmolzen, mit dem Ziel, nach der Abkühlung eine homogene und vor allem stabile Einheit zu bekommen. Aufgrund der Fremdpartikel in dem Kunststoffabfall und den unterschiedlichen Kunststoffarten waren einige Schmelzversuche mit unterschiedlichen Kunststoffen notwendig, bis ein tragfähiger Rahmen aus Polypropylen entstand. Für die Schmelzversuche wurden Kunststoffteile in einem Haushaltsgerät zerkleinert und in eine vorgefertigte Form gegeben. Das Schmelzen erfolgte in einem Härteofen. Der finale Rahmen wurde anschließend mit CNC bearbeitet um eine schöne und exakte Außenkontur zu erhalten. Nach der Finalisierung des Quadrocopters stellte sich das hohe Gewicht des Rahmens als nicht hinderlich heraus.

### **3.11 Phase XI – Zusammenbau der Baugruppen**

In der nächsten Phase wurden die Einzelteile zu einem funktionstüchtigen Quadrocopter zusammengebaut. Dazu mussten auf dem Rahmen Motorhalterungen aus Aluminiumblech sowie die Motoren selbst, der Lageregler, die Motorregler, die Kamera, die Antenne, der Akku und die Verdrahtung befestigt werden. Hier sollten Laurin Rossmeier und David Schneider besonders erwähnt werden, welche aufgrund des Zeitdruckes diese Arbeiten größtenteils zuhause in ihrer Freizeit erledigten.

### **3.12 Phase XII - Zeit für diverse Anpassungen, XIII - Testphase (Flugtests, Sicherheitschecks, etc.)**

Um eine höchstmögliche Sicherheit zu gewährleisten, wurden noch Abstimmungen der Lageregler mit den Motorreglern unter Zuhilfenahme eines PCs vorgenommen.

### **3.13 Phase XIV - Flugshow an der PH Tirol**

Anfang März 2017 wurde das Produkt der sehr zeitintensiven und anstrengenden Projektphase von den Schülern Laurin Rossmeier und David Schneider vor Publikum präsentiert.

## 4 EVALUATIONSMETHODEN

Das Führen eines Lerntagebuches auf Schüler\_innenebene sollte die Beantwortung der Fragestellung: „Welchen Einfluss hat eine fächerübergreifende Aufgabenstellung auf das vernetzte Denken und die Abwendung traditioneller Denkmuster?“ ermöglichen. Die Schüler\_innen der Klassen 4AHWII und 4BHWII waren dazu aufgefordert, nach jeder Unterrichtseinheit ein Lerntagebuch über die Entwicklung ihrer Fähigkeit des vernetzten Denkens auszufüllen. Auf die Auswertung der Lerntagebücher wird in den folgenden Abschnitten genauer eingegangen.

Die Schüler\_innen konnten somit selbst Auskunft darüber geben, ob sie ihre Kompetenzen im Laufe des Projektes steigern konnten oder nicht. Diese Form der Kompetenzmessung erscheint als sehr effizient, da die Schüler\_innen erfahrungsgemäß sich selbst sehr kritisch beobachten und ihr eigenes Handeln sehr genau reflektieren.

Während des Projektes wurden von der Lehrperson laufend Beobachtungen durchgeführt und in einem Lehrertagebuch, welches aus zuvor einheitlich definierten Fragen bestand, dokumentiert. Die Lehrpersonen konnten anhand ihrer Aufzeichnungen nach jeder Projektphase den Schüler\_innen ein entsprechendes Feedback geben. Anhand dieser Beobachtung konnte von den beteiligten Lehrpersonen die Veränderung in Bezug auf das vernetzte Denken bewertet werden, was einen Vergleich der Schüler\_innen-Selbstbeobachtung und der Lehrerbeobachtung ermöglicht. Die Bewertung der einzelnen Fragen gleicht dem österreichischen Schulnotensystem von 1 bis 5.

Am Ende jeder Unterrichtseinheit wurden bei einem Schüler\_innen – Lehrergespräch die Arbeitsergebnisse besprochen und über aufgetretene Probleme diskutiert.

Feedback und konstruktive Kritik sind ein wichtiges Erfolgskriterium für eine Teamarbeit, denn auftretende Probleme müssen angesprochen und gelöst werden. Die Notwendigkeit eines korrekten Kommunikationsstils aufgrund der verschiedenen Persönlichkeiten wurde den Schüler\_innen im Rahmen der Gruppengespräche am Ende jeder Unterrichtseinheit vermittelt. Bei den Gruppengesprächen wurde somit auf den Kommunikationsstil, auf die konstruktive Kritik selbst, auf den sachlichen Umgang mit negativen Emotionen und die „Cookie-Lemon-Cookie“<sup>2</sup> Variante geachtet (Baumann & Gordalla, 2014, S. 31 ff.).

Auf der Lehrer\_innenebene wurde eine Selbstbeobachtung durchgeführt. Für die ausführende Lehrperson steht dabei die Vertiefung der Kenntnisse im Durchführen eines fächerübergreifenden Unterrichts im Fokus. Die Fragestellung war: „Was bewirkt der Wechsel von der herkömmlichen Rolle der Lehrperson als zentrale Figur im Unterricht hin zum/zur Projektbegleiter bzw. –begleiterin hinsichtlich der Planung und Gestaltung von fächerübergreifendem Unterricht?“ Am Ende des Projektes wurde eine Sitzung mit den agierenden Lehrpersonen abgehalten und die Erkenntnisse wurden mit einem Leitfrageninterview festgehalten.

---

<sup>2</sup> Zuerst Cookie (was gut war) dann Lemon (Kritikpunkt)

## 5 ERGEBNISSE

### 5.1 Evaluierung der Ziele auf Schüler\_innenebene

(Musterfragebogen siehe Kapitel 8.5 Lerntagebuch für Schüler\_innen)

Die Schüler\_innen wurden nach jeder Unterrichtseinheit aufgefordert, das Onlinetagebuch auszufüllen, um die laufende Veränderung innerhalb des Projektfortschrittes, mit dem Ziel einen Zuwachs oder eine Abnahme der einzelnen Punkte zu erkennen, zu erheben.

Der Onlinefragebogen der Schüler\_innen beinhaltete insgesamt elf Fragen, wobei die Frage 1 „Datum der Unterrichtseinheit“ und die Frage 3 „Ich befinde mich aktuell in folgender Projektphase“ ausschließlich der Antwortzuordnung zu den jeweiligen Terminen dienten. Daher sind diese Fragen im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgewertet worden. Um die Anonymität der Schüler\_innen zu wahren, dient die Frage 2 „Mein Name“ nur der Zuordnung zum Laborfach. Damit konnte ein Bezug zu deren einzelnen Fähigkeiten gewonnen werden. Weiters ist zu beachten, dass die Namen und die dazugehörigen Antworten innerhalb dieser Projektarbeit nicht veröffentlicht werden, um die Anonymität zu gewährleisten. Es erfolgt jedoch eine Tendenzmessung im Laufe des Projektverlaufes innerhalb der einzelnen Laborfächer. Die Befragung mittels Online-Lerntagebuch erstreckte sich vom 26. September 2016 bis zum 7. November 2016, was einer Anzahl von sechs Unterrichtseinheiten entspricht, während sich die Projektdauer der einzelnen Teams bis zur Projektpräsentation insgesamt auf acht Termine erstreckte und die Arbeit des Siegerprojektes sogar noch länger dauerte. Die letzten beiden Unterrichtseinheiten waren für die Auswertung nicht mehr relevant, da an diesen Tagen die Präsentationen vorbereitet und durchgeführt wurden. Die Bestellung der Teile, der Bau und der anschließende Flug des Quadrocopters sind ebenfalls nicht mehr Teil der Beobachtung, da diese nur von einem Team bestehend aus sechs Schüler\_innen durchgeführt wurden und nicht von allen Schüler\_innen. Ein großer Teil der Beschaffung, des Baus und des Fluges wurden in Eigenregie und dankenswerterweise teilweise auch in der Freizeit der Schüler\_innen erledigt.

Das Online-Lerntagebuch der Gruppe AV/ST wurde für die Auswertung nicht herangezogen, weil der Fragebogen von den Schüler\_innen nicht ordnungsgemäß ausgefüllt wurde. Ein Grund dafür könnte sein, dass dieser Unterricht nicht vom Projektleiter selbst gehalten wurde. Hier zeigt sich bei einer Wiederholung des Projektes und einer erneuten Evaluierung Verbesserungsbedarf. Somit werden im Rahmen dieser Projektarbeit nur Ergebnisse von 22 Personen diskutiert. Da nicht alle Schüler\_innen zu jeder Unterrichtseinheit ein Lerntagebuch ausfüllten, können durchschnittlich 16 Befragungen für die Auswertung herangezogen werden.

Die Frage 4 bis Frage 11 wurde mittels eines numerischen Antwortbereiches von 1 „Trifft nicht zu“ bis 4 „Trifft zu“ definiert. Diese Fragen wurden jeweils wie folgt ausgewertet:

- Ergebnis Schüler\_innenbefragung: Alle Antworten aus den Fächern FMT und CNC wurden zusammengefasst, was bedeutet, dass die Fächer nicht getrennt voneinander betrachtet wurden.
- Mittelwert-Auswertung: Hier wurde aus allen gegebenen Antworten der Mittelwert für jede Unterrichtseinheit ausgewertet.

### 5.1.1 Auswertung des Lerntagebuches der Schüler\_innen

Alle nachfolgend dargestellten Diagramme und Tabellen sind durch den Autor erstellt worden.

#### Zum Thema „Vernetzung“

Um den Zuwachs an Bewusstsein und Förderung des vernetzten Denkens zu messen wurden vier Fragen gestellt (Frage 4, Frage 6, Frage 7, Frage 8).

*Erklärung:* T0 = 26.09.2016; T1 = 03.10.2016; T2 = 10.10.2016; T3 = 17.10.2016; T4 = 24.10.2016; T5 = 07.11.2016

**Frage 4:** „Ich bin der Meinung, dass eine Vernetzung der Laborfächer wichtig für das Projektergebnis ist.“

**Ziel:** Im Rahmen dieser Erhebung soll eruiert werden, ob die Schüler\_innen zu Beginn des Projektes bereits eine Notwendigkeit des vernetzten Denkens sehen, ob sie im Laufe des Projektes das Bewusstsein für das vernetzte Denken ausbilden können bzw. dies als nicht mehr so oder als weniger wichtige Notwendigkeit beurteilen. In der Literatur ist eindeutig beschrieben, dass die heutige Situation aus einem hohen Vernetzungsgrad besteht. Nicht zuletzt deshalb ist es für den Einzelnen gar nicht mehr möglich, die Komplexität zu überblicken und als einzelnes Individuum gar selbst Projekte zu bewältigen. Deshalb ist die Vernetzung eine wichtige Voraussetzung für die Bewältigung eines Projektes und dessen Ergebnis.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	10	66,67	3,60	trifft zu	8	47,06	3,47
trifft eher zu	4	26,67		trifft eher zu	9	52,94	
trifft eher nicht zu	1	6,67		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	7	38,89	3,39	trifft zu	13	76,47	3,76
trifft eher zu	11	61,11		trifft eher zu	4	23,53	
trifft eher nicht zu	0	0,00		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	7	50,00	3,50	trifft zu	7	53,85	3,54
trifft eher zu	7	50,00		trifft eher zu	6	46,15	
trifft eher nicht zu	0	0,00		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 1 Ergebnis Frage 4 Schüler\_innenbefragung

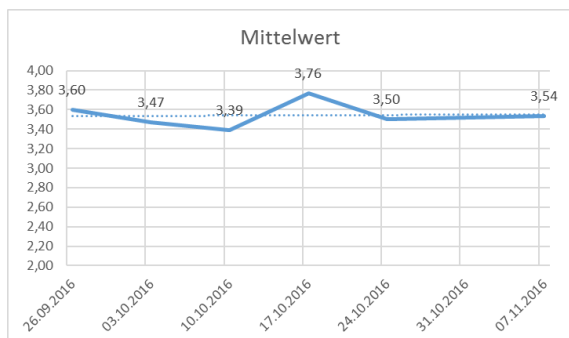


Diagramm 1 Ergebnis Frage 4 Schüler\_innenbefragung Mittelwert



**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil. Werden die beiden positiven Bewertungen „trifft zu“ und „trifft eher zu“ addiert, sind 14 Schüler\_innen der Meinung, dass eine Vernetzung der Laborfächer wichtig für den Projekterfolg ist. Lediglich ein bzw. eine Schüler\_in beantwortete die Fragestellung mit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,60. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei acht Schüler\_innen „trifft zu“ und neun Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,47. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei sieben Schüler\_innen „trifft zu“ und elf Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,39. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei 13 Schüler\_innen „trifft zu“ und vier Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,76. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei sieben Schüler\_innen „trifft zu“ und sieben Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,50. Zu T5 nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei sieben Schüler\_innen „trifft zu“ und sechs Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,54. Keine bzw. kein Schüler\_in wählten während des gesamten Verlaufs die Antwort „trifft nicht zu“.

**Interpretation:** Wie in Diagramm 1 erkennbar, war das Bewusstsein der Schüler\_innen für das vernetzte Denken zu Beginn bereits relativ hoch. Danach ist ein leichter Abfall erkennbar, da zu dieser Zeit die Fähigkeit des vernetzten Denkens noch nicht für jeden erkennbar war. In der Halbzeit des Projektes, ab T3, ist eine Spitze erkennbar, welcher durch den Projektfortschritt und Beginn der Phase der Feinkonzeptionierung zu erklären ist, da dies den Beginn der eigentlichen Ideenumsetzung darstellte. Des Weiteren stellte diese Phase den wichtigsten Zeitraum für das Bewusstsein des vernetzten Denkens dar. Anschließend pendelte sich das Niveau wieder auf das ursprünglich hohe Niveau ein. Dieses konnte nahezu über den gesamten Verlauf gehalten werden. Die bzw. der eine Schüler\_in, welche zu Beginn „trifft eher nicht zu“ als Antwort wählte, konnte ab dem zweiten Termin bereits eine Notwendigkeit feststellen. Betrachtet man nun die Tendenz der Entwicklung zu dieser Frage, ist ein Anstieg erkennbar. Dies ist trotz des bereits zu Beginn sehr hohen Bewusstseins zur Notwendigkeit des vernetzten Denkens, eine sehr beachtliche Entwicklung.

**Frage 6: „Durch das Erstellen von Mind Maps bzw. Wirkungsnetzwerken kann ich die Vernetzung innerhalb des Projektes besser erkennen.“**

**Ziel:** Mit dieser Fragestellung soll eruiert werden, ob die Erstellung einer Mind Map bzw. eines Wirkungsnetzwerkes, wie in der Vorgehensweise für die Entwicklung vom linearen zum vernetzten Denken beschrieben, für die Schüler\_innen einen Vorteil hinsichtlich des Erkennens der Vernetzung innerhalb des Projektes einen Vorteil bringt oder nicht.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	6	40,00	3,27	trifft zu	5	29,41	3,18
trifft eher zu	7	46,67		trifft eher zu	10	58,82	
trifft eher nicht zu	2	13,33		trifft eher nicht zu	2	11,76	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	14	77,78	3,78	trifft zu	8	47,06	3,47
trifft eher zu	4	22,22		trifft eher zu	9	52,94	
trifft eher nicht zu	0	0,00		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	4	28,57	3,29	trifft zu	12	92,31	3,85
trifft eher zu	10	71,43		trifft eher zu	0	0,00	
trifft eher nicht zu	0	0,00		trifft eher nicht zu	1	7,69	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 2 Ergebnis Frage 6 Schüler\_innenbefragung

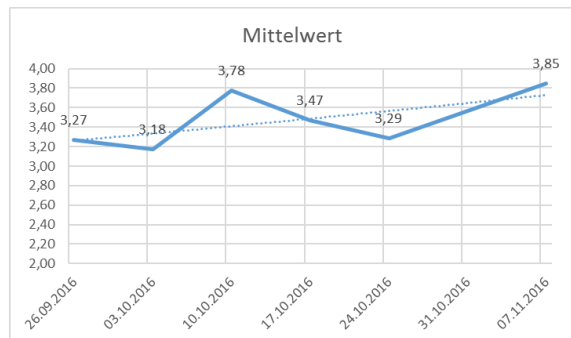


Diagramm 2 Ergebnis Frage 6 Schüler\_innenbefragung Mittelwert

**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil. Werden die beiden positiven Bewertungen „trifft zu“ und „trifft eher zu“ addiert, sind 13 Schüler\_innen der Meinung, dass die Erstellung eines Mind Maps bzw. eines Wirkungsnetzwerkes wichtig für die bessere Erkennbarkeit innerhalb des Projektes ist. Lediglich zwei Schüler\_innen beantworteten die Fragestellung mit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,27. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 15 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und zwei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,18. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei 14 Schüler\_innen „trifft zu“ und vier Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,78. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei acht Schüler\_innen „trifft zu“ und neun Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,47. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei vier Schüler\_innen „trifft zu“ und zehn Schüler\_innen „trifft eher zu“ wählten. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,29. Zu T5 nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zwölf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,85. Keine bzw. kein Schüler\_in wählte während des gesamten Verlaufs die Antwort „trifft nicht zu“.

**Interpretation:** Den Schüler\_innen war laut Auswertung bereits zu Beginn die Notwendigkeit einer Mind Map bzw. eines Wirkungsnetzwerkes bewusst, um den relativ hohen Vernetzungsgrad mit deren Problemvorkommnissen und Verzweigungen darzustellen und etwaig auftretende Herausforderung bereits zu Beginn zu lösen. Auch hier ist wiederum ein starker Anstieg ab T2 zu Ende der Grobkonzeptionierungsphase und zu Beginn der Phase der Feinkonzeptionierung klar ersichtlich. Dies hatte den Grund, dass genau zu diesem Zeitpunkt das Mind Map bzw. das Wirkungsnetzwerk zur Anwendung kam. Dadurch war das Bewusstsein dafür zu dieser Zeit am höchsten. Danach ist ein Abstieg erkennbar, welcher durch die Nichtverwendung des Mind Maps bzw. des Wirkungsnetzwerkes erklärt werden kann. Betrachtet man nun die tendenzielle Entwicklung, kann trotz des relativ hohen Bewusstseins zu Beginn über den gesamten Projektzeitraum ein Anstieg verzeichnet werden. Offensichtlich gewann die anfängliche Erstellung der Mind Map bzw. des Wirkungsnetzwerkes im Laufe des Projektes immer mehr an Bedeutung, da bereits definierte Ideen und Aufgabenverteilungen in dieser Form eine Verbindlichkeit darstellen, an die sich jeder einzelne Projektteilnehmer halten muss, um das zeitlich relativ eng gesteckte Ziel zu erreichen.

**Frage 7: „Es ist für mich jetzt einfacher, verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ein Geschehen zu analysieren.“**

**Ziel:** Hierbei soll erhoben werden, ob die Schüler\_innen durch den ständigen Austausch und Vernetzung mit den Teammitgliedern sowie der Erstellung der Mind Map bzw. Wirkungsnetzwerk das Zusammenwirken der einzelnen Fachdisziplinen in der Lage sind, eigenständig Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang bzw. für ein Geschehen zu analysieren. Wie in der Literatur beschrieben, geht es primär darum, sich von einfachen Ursache – Wirkung – Prinzipien zu lösen und die globale Auswirkung einer Entscheidung in den Analysierungsprozess miteinfließen zu lassen.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	3	20,00	2,73	trifft zu	5	29,41	2,94
trifft eher zu	5	33,33		trifft eher zu	6	35,29	
trifft eher nicht zu	7	46,67		trifft eher nicht zu	6	35,29	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	3	16,67	2,89	trifft zu	4	23,53	3,18
trifft eher zu	10	55,56		trifft eher zu	12	70,59	
trifft eher nicht zu	5	27,78		trifft eher nicht zu	1	5,88	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	6	42,86	3,36	trifft zu	7	53,85	3,46
trifft eher zu	7	50,00		trifft eher zu	5	38,46	
trifft eher nicht zu	1	7,14		trifft eher nicht zu	1	7,69	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 3 Ergebnis Frage 7 Schüler\_innenbefragung

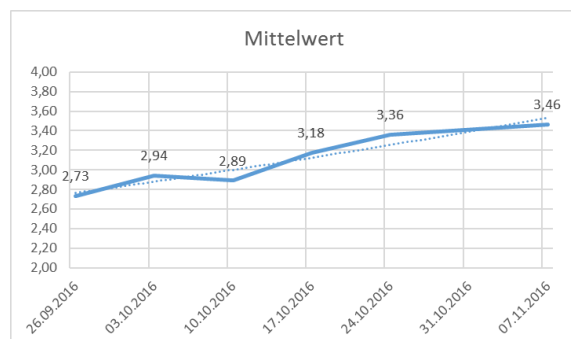


Diagramm 3 Ergebnis Frage 7 Schüler\_innenbefragung Mittelwert

**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil. Werden die beiden positiven Bewertungen „trifft zu“ und „trifft eher zu“ addiert, sind acht Schüler\_innen der Meinung, dass es für sie nun einfacher ist, verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ein Geschehen zu analysieren. Sieben Schüler\_innen beantworteten die Fragestellung mit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 2,73. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten elf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und sechs Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 2,94. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 13 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und fünf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 2,89. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 16 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,18. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 13 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in

die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,36. Zu T5 nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zwölf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,46. Keine bzw. kein Schüler\_in wählte während des gesamten Verlaufs die Antwort „trifft nicht zu“.

**Interpretation:** Im Diagramm 3 ist eindeutig ersichtlich, dass zu Beginn nur ein Teil der Schüler\_innen der Meinung waren bereits in der Lage zu sein, Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang bzw. für ein Geschehen zu analysieren. Mit dem Fortschreiten des Projektes kamen die Schüler\_innen zum Schluss, dass die ständig durchgeführte Vernetzung einen Mehrwert in Sachen Ursache-Wirkung-Analyse bringt. Die tendenzielle Entwicklung innerhalb der gesamten Projektdauer weist einen beachtlichen Fortschritt auf. Man beachte, dass zu Projektbeginn immerhin sieben Schüler\_innen der Meinung waren, dass es für sie nicht einfacher ist, Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang bzw. ein Geschehen zu analysieren und zum Projektende hin nur mehr eine bzw. ein Schüler\_in. Dies ist äußerst erfreulich, da dieses Resultat die Förderung zum Erkennen der Wichtigkeit des vernetzten Denkens und der strukturierten Vorgehensweise widerspiegelt.

**Frage 8: „Durch die ständige Vernetzung mit meinen Teammitgliedern aus den anderen Fächern fällt es mir leichter das Projekt zu bewältigen.“**

**Ziel:** Mit dieser Frage soll festgestellt werden, ob den Schüler\_innen bewusst ist, dass eine Vernetzung mit den Mitgliedern des Teams aus den anderen Laborfächern einen Mehrwert im Sinne einer Erleichterung zur Erreichung des Projektzieles darstellt. Es wurde bereits in Frage 4 die Wichtigkeit der Vernetzung der Laborfächer erhoben, jetzt geht es vielmehr darum, die Notwendigkeit der Vernetzung innerhalb des Teams und deren Mitglieder festzustellen.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	3	20,00	2,87	trifft zu	7	41,18	3,00
trifft eher zu	8	53,33		trifft eher zu	3	17,65	
trifft eher nicht zu	3	20,00		trifft eher nicht zu	7	41,18	
trifft nicht zu	1	6,67		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	10	55,56	3,44	trifft zu	12	70,59	3,59
trifft eher zu	6	33,33		trifft eher zu	3	17,65	
trifft eher nicht zu	2	11,11		trifft eher nicht zu	2	11,76	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	9	64,29	3,50	trifft zu	6	46,15	3,23
trifft eher zu	3	21,43		trifft eher zu	4	30,77	
trifft eher nicht zu	2	14,29		trifft eher nicht zu	3	23,08	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 4 Ergebnis Frage 8 Schüler\_innenbefragung

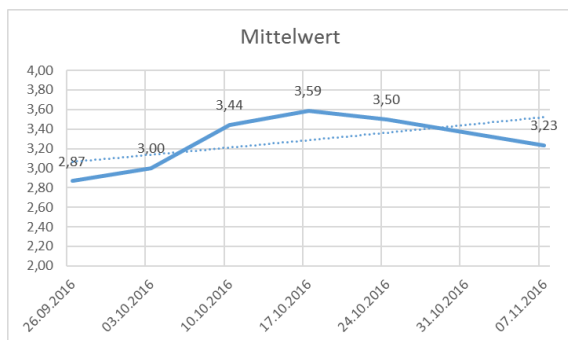


Diagramm 4 Ergebnis Frage 8 Schüler\_innenbefragung Mittelwert

**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil. Werden die beiden positiven Bewertungen „trifft zu“ und „trifft eher zu“ addiert, sind elf Schüler\_innen der Meinung, dass die Projektbewältigung durch die ständige Vernetzung mit meinen Teammitgliedern aus den anderen Fächern einfacher ist. Drei Schüler\_innen beantworteten die Fragestellung mit „trifft eher nicht zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in mit „trifft nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 2,87. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zehn Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und sieben Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,00. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 16 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und zwei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,44. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 15 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und zwei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,59. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zwölf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und zwei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit

„trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,50. Zu T5 nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zehn Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und drei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,23.

**Interpretation:** Die grafische Darstellung der Ergebnisse in Diagramm 4 stellt zu Beginn einen positiv ansteigenden Verlauf dar, doch ab Mitte des Projektzeitraumes ist ein Knick und in weiterer Folge ein Abstieg erkennbar. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Schüler\_innen zu Beginn zwar Einigkeit in deren Ideenentwicklung fanden jedoch ab Beginn der Feinkonzeptionierung wurden diese Ideen teilweise nicht mehr als relevant betrachtet. Aus diesem Grunde waren sich die Lernenden nicht mehr sicher, ob sie nicht doch alleine eine bessere Lösung gefunden hätten. Dies stellt einen typischen gruppendynamischen Prozess dar, welcher sich nicht immer geradlinig fortsetzt, sondern in dem auch Differenzen stattfinden. Die tendenzielle Entwicklung ist dennoch positiv. Der Abstieg ab Beginn der Feinkonzeptionierung ist zwar vorhanden, dennoch würden sich die Projektteilnehmer im weiteren Projektverlauf sehr wahrscheinlich einigen und Kompromisse finden. Diese Vermutung liegt aufgrund des bereits in der Frage 4 erhobenen Bewusstseins für eine Vernetzung innerhalb der Laborfächer nahe.

## Zum Thema „Fächerübergreifender Unterricht und interdisziplinäres Arbeiten“

Um den Zuwachs an Bewusstsein für den fächerübergreifenden Unterricht und des interdisziplinären Arbeitens zu messen wurden drei Fragen gestellt (Frage 5, Frage 9, Frage 10).

Erklärung: T0 = 26.09.2016; T1 = 03.10.2016; T2 = 10.10.2016; T3 = 17.10.2016; T4 = 24.10.2016; T5 = 07.11.2016

**Frage 5: „Durch die fächerübergreifende Gestaltung des Unterrichts ist es einfacher für mich, das Gesamtprojekt zu verstehen.“**

**Ziel:** Anhand dieser Fragestellung soll erhoben werden, ob durch die fächerübergreifende Gestaltung des Projektes, das Verständnis für das Gesamtprojekt und die daraus resultierende Bewältigung für die einzelnen Schüler\_innen einfacher wird. Wie in einschlägiger Literatur beschrieben, geht es zumeist aufgrund der Komplexität eines Projektes darum, sich der Fähigkeiten anderer Fachdisziplinen zu bedienen, sodass ein Gesamtüberblick über das Projekt entstehen kann.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	3	20,00	2,67	trifft zu	3	17,65	2,71
trifft eher zu	5	33,33		trifft eher zu	7	41,18	
trifft eher nicht zu	6	40,00		trifft eher nicht zu	6	35,29	
trifft nicht zu	1	6,67		trifft nicht zu	1	5,88	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	6	33,33	3,17	trifft zu	7	41,18	3,24
trifft eher zu	9	50,00		trifft eher zu	7	41,18	
trifft eher nicht zu	3	16,67		trifft eher nicht zu	3	17,65	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	5	35,71	3,21	trifft zu	2	15,38	3,08
trifft eher zu	7	50,00		trifft eher zu	10	76,92	
trifft eher nicht zu	2	14,29		trifft eher nicht zu	1	7,69	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 5 Ergebnis Frage 5 Schüler\_innenbefragung

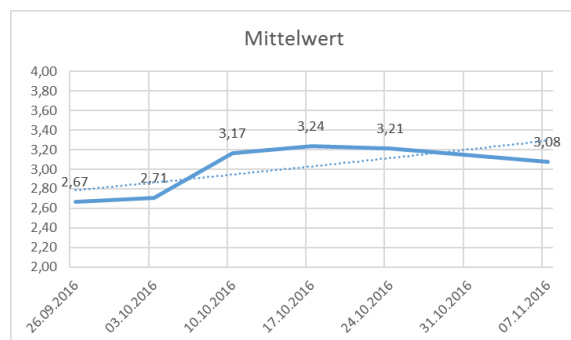


Diagramm 5 Ergebnis Frage 5 Schüler\_innenbefragung Mittelwert

**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil. Werden die beiden positiven Bewertungen „trifft zu“ und „trifft eher zu“ addiert, sind acht Schüler\_innen der Meinung, dass Verständnis für das Gesamtprojekt durch eine fächerübergreifende Gestaltung des Projektes einfacher zu verstehen ist. Sieben Schüler\_innen beantworteten die Fragestellung mit „trifft eher nicht zu“ bzw. „trifft nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 2,67. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zehn Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und sieben Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“ bzw. „trifft nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 2,71. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei



wählten 15 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und drei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Keine bzw. kein Schüler\_in wählte „trifft nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,17. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 14 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und drei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,24. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zwölf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und zwei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,21. Zu T5 nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zwölf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,08.

**Interpretation:** Wie in Diagramm 5 dargestellt, waren sich die Schüler\_innen zu Beginn des Projektes des durchaus für das Verständnis des Gesamtprojektes wichtigen Aspektes nicht bewusst. Auch hier ist wieder ein starker Anstieg zu Beginn der Halbzeit des Projektes erkennbar. Dies ist wiederum dem Projektfortschritt und den Beginn der Feinkonzeptionierung zuzuschreiben, denn zu dieser Phase wird den Schüler\_innen klar, dass das Gelingen des Vorhabens nur durch die Zusammenarbeit innerhalb des Fächerverbundes möglich ist. Zum Ende des Projektes ist zwar ein leichter Abstieg erkennbar, welcher durch die effektive Aufgabenverteilung innerhalb der Teams und die daraus resultierende Einzelarbeit der Schüler\_innen erklärbar ist. Dennoch ist im Verlauf dieses Projektes ein deutlicher Anstieg des Bewusstseins für einen fächerübergreifenden Unterricht erkennbar. Immerhin stimmten zu Projektbeginn noch sieben Schüler\_innen dagegen und zum Schluss nur noch eine bzw. ein Schüler\_in. In der Darstellung dieses Diagramms ist eine deutliche, positiv tendenzielle Entwicklung erkennbar.

**Frage 9: „Wenn ich bei einem Problem nicht weiterkomme, kann der Einbezug von Personen mit einem anderen fachlichen Hintergrund hilfreich sein.“**

**Ziel:** Mit dieser Fragestellung soll erhoben werden, ob die Schüler\_innen sich bewusst sind bzw. ob sie ein Bewusstsein im Laufe des Projektes entwickeln, dass eine Problemlösung durch Einbezug von Personen mit einem anderen fachlichen Hintergrund hilfreich sein kann. Wie in der Literatur beschrieben, ist der Projekterfolg von der Interdisziplinarität der einzelnen Fachrichtungen stark abhängig. Primär wird innerhalb dieser Fragestellung darauf geschaut, inwieweit die Schüler\_innen vom Einbezug der Kolleg\_innen profitieren können.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	9	60,00	3,60	trifft zu	9	52,94	3,53
trifft eher zu	6	40,00		trifft eher zu	8	47,06	
trifft eher nicht zu	0	0,00		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	9	50,00	3,44	trifft zu	13	76,47	3,76
trifft eher zu	8	44,44		trifft eher zu	4	23,53	
trifft eher nicht zu	1	5,56		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	8	57,14	3,50	trifft zu	10	76,92	3,77
trifft eher zu	5	35,71		trifft eher zu	3	23,08	
trifft eher nicht zu	1	7,14		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 6 Ergebnis Frage 9 Schüler\_innenbefragung

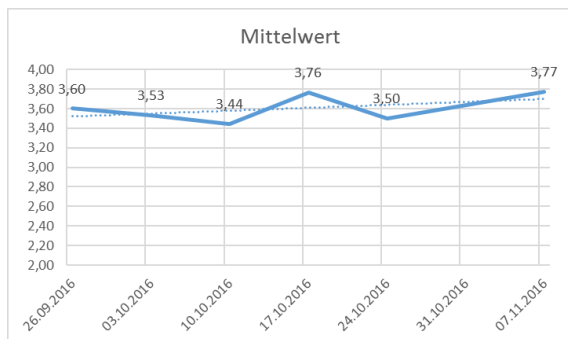


Diagramm 6 Ergebnis Frage 9 Schüler\_innenbefragung Mittelwert

**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil, wobei alle Schüler\_innen der Meinung sind, dass sich die Problembehebung durch Einbezug von Personen mit einem anderen fachlichen Hintergrund einfacher gestaltet. Dabei wählten neun Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ und sechs Schüler\_innen „trifft eher zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,60. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten neun Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ und acht Schüler\_innen „trifft eher zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,53. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 17 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,44. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 13 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ und vier Schüler\_innen „trifft eher zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,76. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 13 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,50. Zu T5

nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zehn Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ und drei Schüler\_innen „trifft eher zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,77. Keine bzw. kein Schüler\_in wählte während des gesamten Verlaufs die Antwort „trifft nicht zu“.

**Interpretation:** Wie im Diagramm 6 ersichtlich, ist auch hier ein sehr großes Bewusstsein zu Beginn feststellbar. Den Schüler\_innen ist auch über den gesamten Verlauf des Projektes die Wichtigkeit des fachlichen Wissens der Teammitglieder der anderen Laborfächer bewusst. Der starke Anstieg zu T3 ist mit dem Projektfortschritt und der Phase der Feinkonzeptionierung erklärbar. In dieser Phase war der Einbezug der Teammitglieder aus den anderen Laborfächern besonders wichtig. Durch den bereits sehr hohen Anfangswert ist die tendenzielle Entwicklung nicht so signifikant wie vergleichsweise bei anderen Fragestellungen. Dennoch ist eine positive Entwicklung feststell- und eine Steigerung von ca. 5% erkennbar.

**Frage 10: „Ich bin der Meinung, dass eine innovative Ideengenerierung und das Entwickeln neuer Designs durch das interdisziplinäre Zusammenarbeiten der Teams entstehen, wozu ich alleine nicht in der Lage wäre.“**

**Ziel:** Es soll dabei eruiert werden, ob sich die Schüler\_innen bewusst sind, dass eine interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb der Teams die innovative Ideengenerierung und die Entwicklung neuer Designs verstärkt, wozu die Schüler\_innen alleine nicht in der Lage wären.

26.09.2016				03.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	9	60,00	3,40	trifft zu	7	41,18	3,24
trifft eher zu	3	20,00		trifft eher zu	7	41,18	
trifft eher nicht zu	3	20,00		trifft eher nicht zu	3	17,65	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	15	100		Gesamt	17	100	
10.10.2016				17.10.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	12	66,67	3,56	trifft zu	10	58,82	3,59
trifft eher zu	4	22,22		trifft eher zu	7	41,18	
trifft eher nicht zu	2	11,11		trifft eher nicht zu	0	0,00	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	18	100		Gesamt	17	100	
24.10.2016				07.11.2016			
	Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert		Anzahl Schüler_innen	Ergebnis in %	Mittelwert
trifft zu	7	50,00	3,43	trifft zu	5	38,46	3,31
trifft eher zu	6	42,86		trifft eher zu	7	53,85	
trifft eher nicht zu	1	7,14		trifft eher nicht zu	1	7,69	
trifft nicht zu	0	0,00		trifft nicht zu	0	0,00	
Gesamt	14	100		Gesamt	13	100	

Tabelle 7 Ergebnis Frage 10 Schüler\_innenbefragung

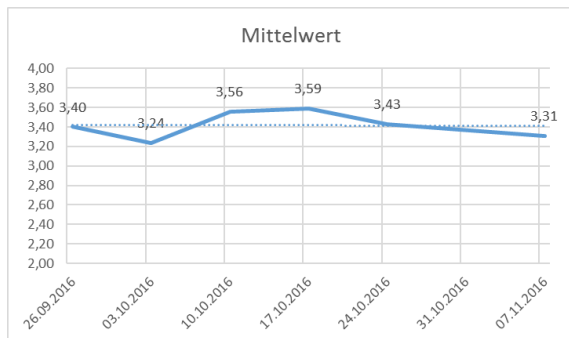


Diagramm 7 Ergebnis Frage 10 Schüler\_innenbefragung Mittelwert

**Auswertung:** Zu T0 nahmen 15 Schüler\_innen an der Befragung teil. Werden die beiden positiven Bewertungen „trifft zu“ und „trifft eher zu“ addiert, sind zwölf Schüler\_innen der Meinung, dass eine innovative Ideengenerierung und das Entwickeln neuer Designs durch das interdisziplinäre Zusammenarbeiten der Teams entstehen, wozu die bzw. der Schüler\_in alleine nicht in der Lage wäre. Drei Schüler\_innen beantworteten die Fragestellung mit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,40. Zu T1 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 14 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und drei Schüler\_innen „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,24. Zu T2 nahmen 18 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 16 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und zwei Schüler\_innen die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,56. Zu T3 nahmen 17 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zehn Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ und sieben Schüler\_innen „trifft eher zu“. Niemand wählte die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“ bzw. „trifft nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,59. Zu T4 nahmen 14 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten 13 Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ bzw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in die Antwortmöglichkeit „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,43. Zu T5

nahmen 13 Schüler\_innen an der Befragung teil. Dabei wählten zwölf Schüler\_innen die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“ zw. „trifft eher zu“ und eine bzw. ein Schüler\_in „trifft eher nicht zu“. Es ergibt sich daher ein Mittelwert von 3,31. Keine bzw. kein Schüler\_in wählte während des gesamten Verlaufs die Antwort „trifft nicht zu“.

**Interpretation:** Das Diagramm 7 zeigt wie schon zuvor einen relativ hohen Anfangswert. Durch das durchgeführte Brainstorming innerhalb der Teams zu Beginn des Projektes wurden Ideen und Entwicklungen der Designs zusammengeführt und zu einem Gesamtkonzept zusammengefasst. Dadurch konnten jeweils die besten Vorschläge der einzelnen Teammitglieder zur endgültigen Herangehensweise verwendet werden. Es ist zwar tendenziell betrachtet zu Beginn ein leichter An- und zu Ende ein leichter Abstieg erkennbar, dennoch waren anfangs immerhin drei Schüler\_innen skeptisch und am Ende nur noch eine bzw. ein Schüler\_in.

### **Zum Thema Sonstiges**

**Frage 11:** *„Das fällt mir noch ein, möchte ich noch sagen, darüber würde ich gerne mehr wissen ...“*

**Ziel:** Diese Fragestellung soll den Schüler\_innen einen Raum bieten, außerhalb der vorgegebenen Antwortstruktur ihre Meinung zu äußern.

**Auswertung:** Ein Schüler gab an, dass er den Werkstätten-Laborunterricht sehr interessant findet. Er fügte auch hinzu, dass die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche einen besseren Überblick über die Arbeitsweise im Berufsleben bildet.

### **Zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse aus dem Lerntagebuch in Bezug auf die Fragestellung auf der Schüler\_innenebene**

Die Erkenntnisse aus den Schüler\_innen-Befragungen zum Thema: *„Welchen Einfluss hat eine fächerübergreifende Aufgabenstellung auf das vernetzte Denken und die Abwendung traditioneller Denkmuster?“* zeigen eindeutig, dass die Implementierung eines fächerübergreifenden Unterrichts sich positiv auf die Fähigkeit des vernetzten Denkens auswirkt. Die Schüler\_innen konnten bedingt durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Teammitgliedern aus den korrelierenden Fachbereichen einen Zuwachs an der Fähigkeit, das Gesamtprojekt zu überblicken, sich zu vernetzen und gemeinsam am Projekt möglichst effektiv zu arbeiten, erreichen. Es zeigen zwar, wie aus den Befragungsergebnissen ersichtlich, eine geringe Anzahl an Schüler\_innen weniger Interesse, ein Projekt im Team zu bearbeiten, dennoch kann aufgezeigt werden, dass die Mehrheit der Schüler\_innen durch eine fächerübergreifende Aufgabenstellung die Notwendigkeit der Vernetzung sehen und sich von traditionellen Denkmustern ablösen.

Durch das Bereitstellen von Methoden, die das vernetzte Denken sowie die Interdisziplinarität fördern, konnten sich die Schüler\_innen eine Fähigkeit aneignen, die ihnen zukünftig einen großen Vorteil im Bereich der berufsrelevanten Handlungskompetenz bringen wird.

## **5.1.2 Auswertung des Lehrertagebuches – Gegenüberstellung mit den Ergebnissen aus dem Schüler\_innen-Lerntagebuch**

(Lehrtagebuch siehe Kapitel 0)

Alle nachfolgend dargestellten Diagramme und Tabellen sind durch den Autor erstellt worden.

Dieses Lehrertagebuch wurde geführt, um die laufende Veränderung nach jeder Unterrichtseinheit zu verfolgen. Damit konnte am Ende des Projektes der Zuwachs bzw. die Abnahme der einzelnen Items eruiert und bewertet werden. Das Tagebuch beinhaltete insgesamt sechs Fragen. Die Befragung erstreckte sich auch hier vom 26. September 2016 bis zum 7. November 2016, um somit einen direkten Vergleich zwischen dem Lerntagebuch der Schüler\_innen und des Lehrertagebuches zu erhalten. Somit wurden sechs Unterrichtseinheiten ausgewertet. Um eine Transparenz, Vergleichbarkeit und Reliabilität der Lehrerbeobachtungen in Bezug auf die abgegebenen Bewertungen der Schüler\_innen zu schaffen, werden im folgenden Teil einzelne Fragen bzw. Ergebnisse miteinander verglichen, einander gegenübergestellt bzw. in Bezug zueinander gebracht. Der Vergleich besteht jeweils aus der Frage aus dem Lehrertagebuch sowie der korrelierenden Frage aus dem Lerntagebuch der Schüler\_innen.

Die Bewertungsmöglichkeiten der Lehrertagebücher wurden gemäß dem österreichischen Notensystem durchgeführt, wobei eins die beste Bewertung und fünf die schlechteste Bewertung darstellt. Die Antwortmöglichkeiten der Lerntagebücher der Schüler\_innen gestalteten sich von eins „trifft nicht zu“ bis vier „trifft zu“, wobei eins die schlechteste Bewertung darstellt. Dadurch sind die Verläufe der Diagramme des Lehrertagebuches und der Lerntagebücher der Schüler\_innen gegensätzlich.

**Zum Thema „Vernetzung“**

**Gegenüberstellung Frage 3 in Bezug zu Frage 6**

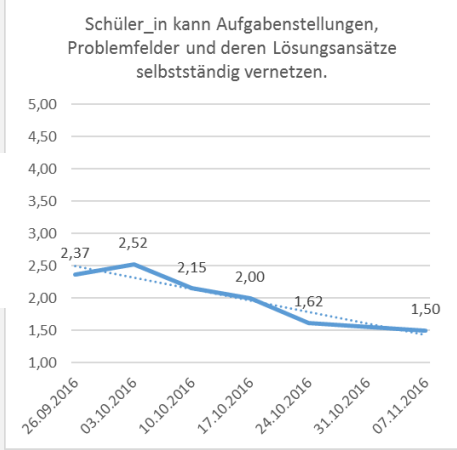
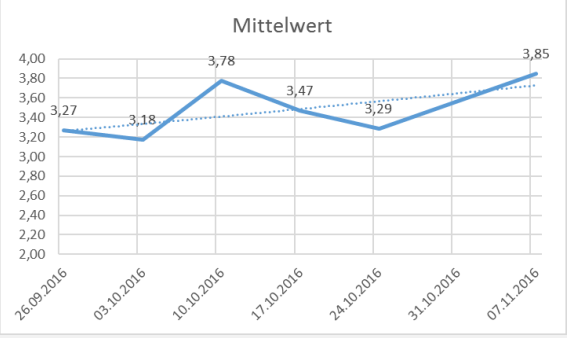
<b>Lehrtagebuch</b>	<b>Lerntagebuch Schüler_innen</b>
<p>Schüler_in kann Aufgabenstellungen, Problemfelder und deren Lösungsansätze selbstständig vernetzen.</p> 	<p>Auswertung und Interpretation auf Seite 18 f.</p> 
<p>„Schüler_in kann Aufgabenstellungen, Problemfelder und deren Lösungsansätze selbstständig vernetzen.“</p>	<p>„Durch das Erstellen von Mind Maps bzw. Wirkungsnetzwerken kann ich die Vernetzung innerhalb des Projektes besser erkennen.“</p>

Tabelle 8 Gegenüberstellungen Lehrtagebuch – Lerntagebuch – Frage 3 in Bezug zu Frage 6

**Auswertung:** Die Einschätzung der Lehrer zu T0 ist im Vergleich zu den Schüler\_innen-Einschätzungen nicht derart hoch. Zu T1 ist im Diagramm des Lehrtagebuches eine kurzfristige negative Entwicklung erkennbar. Zu T2 ist seitens der Lehrerbeobachtungen im Vergleich zum Lerntagebuch der Schüler\_innen kein markanter Anstieg erkennbar. Über den Projektverlauf ist jedoch ein stetig positiver Anstieg offenkundig. Dies deckt sich auch mit den Daten aus dem Lerntagebuch der Schüler\_innen. Beide Diagramme weisen eine tendenziell positive Entwicklung auf.

**Interpretation:** Die Einschätzungen der Lehrer zu T0 basieren auf dem beobachteten Verhalten der Schüler\_innen. Den Schüler\_innen war die Notwendigkeit bewusst, die Beobachtung seitens der Lehrer gestaltete sich zu Beginn jedoch etwas schwierig, da keine wirkliche Koordination und einheitliche Gestaltung erkennbar war. Die negative Entwicklung zu T1 basiert auf der nicht eingetroffenen Erwartungshaltung seitens der Lehrpersonen. Dennoch konnte im Nachhinein die Wirkung und Notwendigkeit aber auch deren Fähigkeit der selbstständigen Vernetzung erkannt werden.

## Gegenüberstellung Frage 5 in Bezug zu Frage 4

<b>Lehrtagebuch</b>	<b>Lerntagebuch Schüler_innen</b>																																
<p style="text-align: center;">Schüler_in hat die Wichtigkeit der Vernetzung erkannt.</p> <table border="1"> <caption>Schulnoten</caption> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Schulnoten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>26.09.2016</td><td>2,58</td></tr> <tr><td>03.10.2016</td><td>2,62</td></tr> <tr><td>10.10.2016</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>17.10.2016</td><td>1,81</td></tr> <tr><td>24.10.2016</td><td>1,48</td></tr> <tr><td>31.10.2016</td><td>1,41</td></tr> <tr><td>07.11.2016</td><td>1,41</td></tr> </tbody> </table>	Datum	Schulnoten	26.09.2016	2,58	03.10.2016	2,62	10.10.2016	2,00	17.10.2016	1,81	24.10.2016	1,48	31.10.2016	1,41	07.11.2016	1,41	<p>Auswertung und Interpretation auf Seite 16 f.</p> <table border="1"> <caption>Mittelwert</caption> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Mittelwert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>26.09.2016</td><td>3,60</td></tr> <tr><td>03.10.2016</td><td>3,47</td></tr> <tr><td>10.10.2016</td><td>3,39</td></tr> <tr><td>17.10.2016</td><td>3,76</td></tr> <tr><td>24.10.2016</td><td>3,50</td></tr> <tr><td>31.10.2016</td><td>3,54</td></tr> <tr><td>07.11.2016</td><td>3,54</td></tr> </tbody> </table>	Datum	Mittelwert	26.09.2016	3,60	03.10.2016	3,47	10.10.2016	3,39	17.10.2016	3,76	24.10.2016	3,50	31.10.2016	3,54	07.11.2016	3,54
Datum	Schulnoten																																
26.09.2016	2,58																																
03.10.2016	2,62																																
10.10.2016	2,00																																
17.10.2016	1,81																																
24.10.2016	1,48																																
31.10.2016	1,41																																
07.11.2016	1,41																																
Datum	Mittelwert																																
26.09.2016	3,60																																
03.10.2016	3,47																																
10.10.2016	3,39																																
17.10.2016	3,76																																
24.10.2016	3,50																																
31.10.2016	3,54																																
07.11.2016	3,54																																
<p>„Schüler_in hat die Wichtigkeit der Vernetzung erkannt.“</p>	<p>„Ich bin der Meinung, dass eine Vernetzung der Laborfächer wichtig für das Projektergebnis ist.“</p>																																

Tabelle 9 Gegenüberstellungen Lehrtagebuch – Lerntagebuch – Frage 5 in Bezug zu Frage 4

**Auswertung:** Auch hier ist die Einschätzung der Lehrer zu T0 im Vergleich zu den Schüler\_innen-Einschätzungen etwas niedriger. Zu T1 ist im Diagramm des Lehrtagebuches eine kurzfristige kaum nennenswerte negative Entwicklung erkennbar. Zu T3 ist seitens der Lehrerbeobachtungen ein deutlich geringerer Anstieg beobachtbar als beim Lerntagebuch der Schüler\_innen. Über den Projektverlauf ist jedoch ein stetiger Anstieg dieses Bewusstseins offenkundig. Beide Diagramme weisen eine tendenziell positive Entwicklung auf, jedoch ist der Anstieg in der Grafik der Lehrerbeobachtungen markanter.

**Interpretation:** Zu T0 ist den Schüler\_innen die Notwendigkeit des vernetzten Denkens bewusst, dennoch ist aus den Daten der Lehrerbeobachtungen ersichtlich, dass die Schüler\_innen die Vernetzung als solche nicht erkannt und angewandt haben. Die Argumentation für den markanteren tendenziellen Anstieg der Lehrerbeobachtungen ist, dass die Einschätzung zu T0 seitens der Lehrpersonen nicht derart hoch gewählt wurde. Deshalb ist die Steigung deutlicher zu erkennen.



### Gegenüberstellung Frage 6 in Bezug zu Frage 7

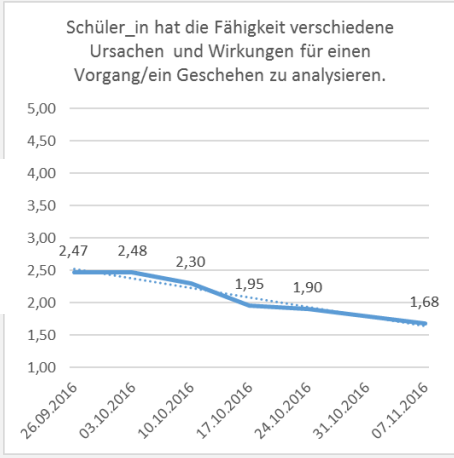
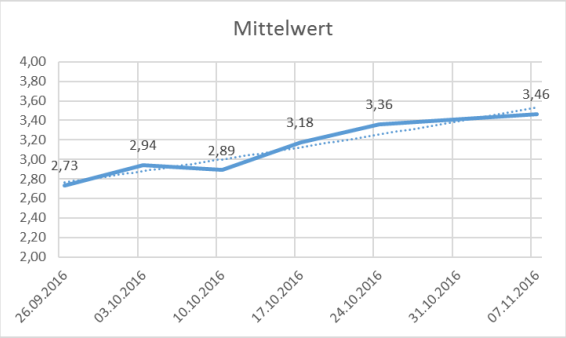
Lehrtagebuch	Lerntagebuch Schüler_innen																																
<p>Schüler_in hat die Fähigkeit verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ein Geschehen zu analysieren.</p>  <table border="1"> <caption>Schulnoten</caption> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Schulnoten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>26.09.2016</td><td>2,47</td></tr> <tr><td>03.10.2016</td><td>2,48</td></tr> <tr><td>10.10.2016</td><td>2,30</td></tr> <tr><td>17.10.2016</td><td>1,95</td></tr> <tr><td>24.10.2016</td><td>1,90</td></tr> <tr><td>31.10.2016</td><td>1,90</td></tr> <tr><td>07.11.2016</td><td>1,68</td></tr> </tbody> </table>	Datum	Schulnoten	26.09.2016	2,47	03.10.2016	2,48	10.10.2016	2,30	17.10.2016	1,95	24.10.2016	1,90	31.10.2016	1,90	07.11.2016	1,68	<p>Auswertung und Interpretation auf Seite 20 f.</p>  <table border="1"> <caption>Mittelwert</caption> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Mittelwert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>26.09.2016</td><td>2,73</td></tr> <tr><td>03.10.2016</td><td>2,94</td></tr> <tr><td>10.10.2016</td><td>2,89</td></tr> <tr><td>17.10.2016</td><td>3,18</td></tr> <tr><td>24.10.2016</td><td>3,36</td></tr> <tr><td>31.10.2016</td><td>3,36</td></tr> <tr><td>07.11.2016</td><td>3,46</td></tr> </tbody> </table>	Datum	Mittelwert	26.09.2016	2,73	03.10.2016	2,94	10.10.2016	2,89	17.10.2016	3,18	24.10.2016	3,36	31.10.2016	3,36	07.11.2016	3,46
Datum	Schulnoten																																
26.09.2016	2,47																																
03.10.2016	2,48																																
10.10.2016	2,30																																
17.10.2016	1,95																																
24.10.2016	1,90																																
31.10.2016	1,90																																
07.11.2016	1,68																																
Datum	Mittelwert																																
26.09.2016	2,73																																
03.10.2016	2,94																																
10.10.2016	2,89																																
17.10.2016	3,18																																
24.10.2016	3,36																																
31.10.2016	3,36																																
07.11.2016	3,46																																
<p>„Schüler_in hat die Fähigkeit verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ ein Geschehen zu analysieren.“</p>	<p>„Es ist für mich jetzt einfacher, verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ein Geschehen zu analysieren.“</p>																																

Tabelle 10 Gegenüberstellungen Lehrtagebuch – Lerntagebuch – Frage 6 in Bezug zu Frage 7

**Auswertung:** Bei dieser Gegenüberstellung beider Grafiken ist zum Zeitpunkt T0 eine annähernd gleiche Einschätzung zu beobachten. Der gesamte Verlauf beider Diagramme ist sehr ähnlich. Ein stetiger Anstieg der Mittelwerte ist in beiden Diagrammen erkennbar.

**Interpretation:** Die durchaus realistische Betrachtung der Fähigkeiten in Bezug auf die Analyse von verschiedenen Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang bzw. ein Geschehen ist seitens der Schüler\_innen und der Lehrerkollegen erkennbar. Bei dieser Fragestellung ist der Verlauf kontinuierlich steigend, weil mit jeder Unterrichtseinheit die zuvor genannte Fähigkeit ausgebaut wurde.

Zum Thema „Fächerübergreifender Unterricht und interdisziplinäres Arbeiten“

Gegenüberstellung Frage 1 in Bezug zu Frage 9

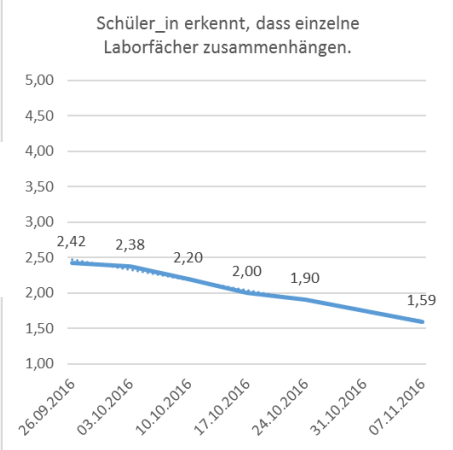
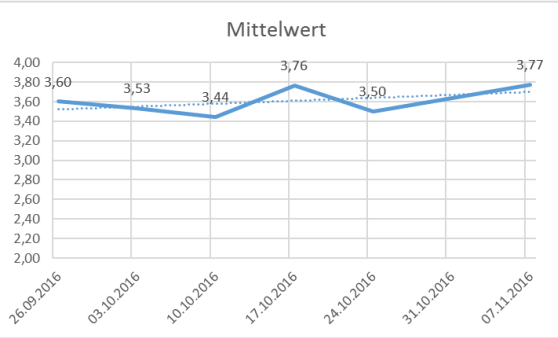
Lehrtagebuch	Lerntagebuch Schüler_innen
<p>Schüler_in erkennt, dass einzelne Laborfächer zusammenhängen.</p> 	<p>Auswertung und Interpretation auf Seite 26 f.</p> 
<p>„Schüler_in erkennt, dass einzelne Laborfächer zusammenhängen.“</p>	<p>„Wenn ich bei einem Problem nicht weiterkomme, kann der Einbezug von Personen mit einem anderen fachlichen Hintergrund hilfreich sein.“</p>

Tabelle 11 Gegenüberstellungen Lehrtagebuch – Lerntagebuch – Frage 1 in Bezug zu Frage 9

**Auswertung:** Die Einschätzung der Lehrer zu T0 ist im Vergleich zu den Schüler\_innen-Einschätzungen nicht derart hoch. Dennoch ist der Verlauf der Lehrerbeobachtungen stetig steigend ohne signifikante Abweichung. Es ist auch kein Anstieg zu T3, wie vergleichsweise im Diagramm der Schüler\_innen-Lerntagebücher, erkennbar. Beide Diagramme weisen eine tendenziell positive Entwicklung auf, jedoch ist der Anstieg in der Grafik der Lehrerbeobachtungen markanter.

**Interpretation:** Den Schüler\_innen ist auch über den gesamten Verlauf des Projektes die Wichtigkeit des fachlichen Wissens der Teammitglieder der anderen Laborfächer bewusst. Über den Projektverlauf ist ein stetiger Anstieg dieses Bewusstseins offenkundig. Die Argumentation für den markanteren tendenziellen Anstieg der Lehrerbeobachtungen ist auch hier, dass die Einschätzung zu T0 seitens der Lehrpersonen nicht derart hoch gewählt wurde. Deshalb ist die positive Entwicklung deutlicher zu erkennen.

## Gegenüberstellung Frage 2 in Bezug zu Frage 10

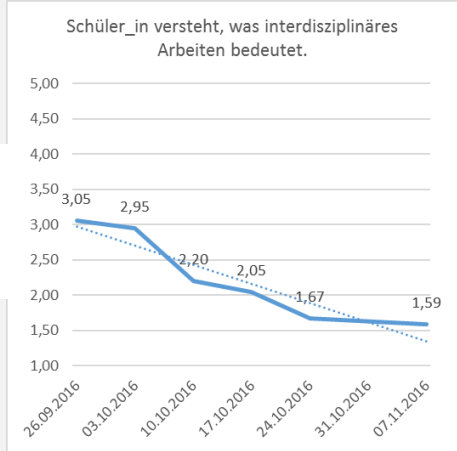
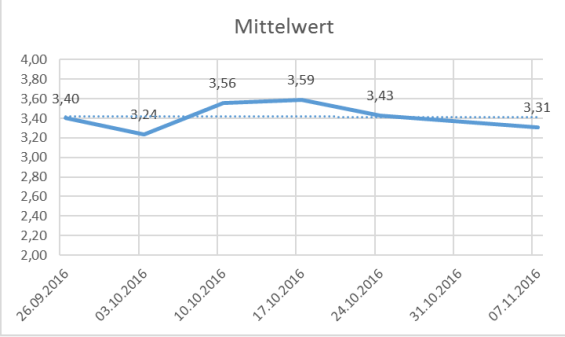
Lehrtagebuch	Lerntagebuch Schüler_innen																																
 <p>Schüler_in versteht, was interdisziplinäres Arbeiten bedeutet.</p> <table border="1"> <caption>Schüler_in versteht, was interdisziplinäres Arbeiten bedeutet.</caption> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Schulnoten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>26.09.2016</td><td>3,05</td></tr> <tr><td>03.10.2016</td><td>2,95</td></tr> <tr><td>10.10.2016</td><td>2,20</td></tr> <tr><td>17.10.2016</td><td>2,05</td></tr> <tr><td>24.10.2016</td><td>1,67</td></tr> <tr><td>31.10.2016</td><td>1,67</td></tr> <tr><td>07.11.2016</td><td>1,59</td></tr> </tbody> </table>	Datum	Schulnoten	26.09.2016	3,05	03.10.2016	2,95	10.10.2016	2,20	17.10.2016	2,05	24.10.2016	1,67	31.10.2016	1,67	07.11.2016	1,59	<p>Auswertung und Interpretation auf Seite 28 f.</p>  <p>Mittelwert</p> <table border="1"> <caption>Mittelwert</caption> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Mittelwert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>26.09.2016</td><td>3,40</td></tr> <tr><td>03.10.2016</td><td>3,24</td></tr> <tr><td>10.10.2016</td><td>3,56</td></tr> <tr><td>17.10.2016</td><td>3,59</td></tr> <tr><td>24.10.2016</td><td>3,43</td></tr> <tr><td>31.10.2016</td><td>3,43</td></tr> <tr><td>07.11.2016</td><td>3,31</td></tr> </tbody> </table>	Datum	Mittelwert	26.09.2016	3,40	03.10.2016	3,24	10.10.2016	3,56	17.10.2016	3,59	24.10.2016	3,43	31.10.2016	3,43	07.11.2016	3,31
Datum	Schulnoten																																
26.09.2016	3,05																																
03.10.2016	2,95																																
10.10.2016	2,20																																
17.10.2016	2,05																																
24.10.2016	1,67																																
31.10.2016	1,67																																
07.11.2016	1,59																																
Datum	Mittelwert																																
26.09.2016	3,40																																
03.10.2016	3,24																																
10.10.2016	3,56																																
17.10.2016	3,59																																
24.10.2016	3,43																																
31.10.2016	3,43																																
07.11.2016	3,31																																
<p>„Schüler_in versteht, was interdisziplinäres Arbeiten bedeutet.“</p>	<p>„Ich bin der Meinung, dass eine innovative Ideengenerierung und das Entwickeln neuer Designs durch das interdisziplinäre Zusammenarbeiten der Teams entstehen, wozu ich alleine nicht in der Lage wäre.“</p>																																

Tabelle 12 Gegenüberstellungen Lehrtagebuch – Lerntagebuch – Frage 2 in Bezug zu Frage 10

**Auswertung:** Im Diagramm des Lehrtagebuches ist zu T0 eine Bewertung von 3,05 bzgl. des Verständnisses für interdisziplinäres Arbeiten ersichtlich, wogegen der Anfangswert der Lerntagebuch-Grafik der Schüler\_innen wiederum sehr hoch ist. Der weitere Verlauf beider Diagramme ist annähernd deckungsgleich. Zu T2 ist bei beiden Grafiken ein stärkerer Anstieg erkennbar. Ab T4 flach die Kurve wieder ab und pendelt sich fast wieder auf das ursprünglich hohe Niveau ein.

**Interpretation:** Die Bewertung zu T0 seitens der Lehrer ist dahingehend zu erklären, dass die Schüler\_innen an der HTBLVA Innsbruck vorwiegend Einzelarbeit gewohnt sind und deshalb liegt die Vermutung nahe, dass das Verständnis für die interdisziplinäre Arbeit sehr eingedämmt ist. Vergleicht man diese Meinung jedoch mit der Meinung der Schüler\_innen so ist hierbei ein massiver Unterschied zu erkennen. Dies liegt daran, dass die Schüler\_innen zwar zumeist Arbeit alleine erledigen, dennoch sind sie sich durch bereits absolvierte Praktikas der Notwendigkeit der Interdisziplinarität bewusst. Der deutliche Anstieg zu T2 ist durch den Projektfortschritt und der deutlichen Anwendung der interdisziplinären Zusammenarbeit zu diesem Zeitpunkt erklärbar.

## Gegenüberstellung Frage 4 in Bezug zu Frage 5

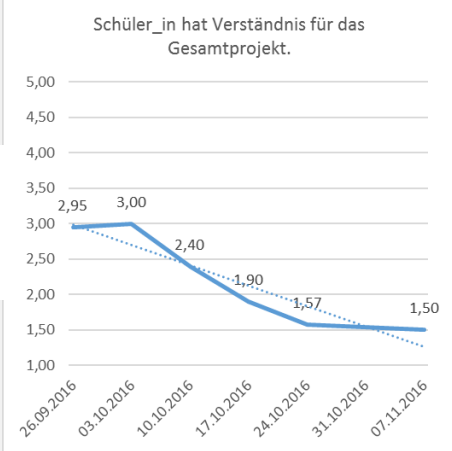
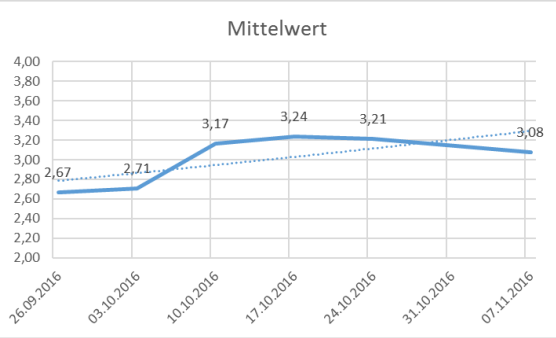
Lehrtagebuch	Lerntagebuch Schüler_innen
 <p>Schüler_in hat Verständnis für das Gesamtprojekt.</p> <p>Schulnoten</p>	<p>Auswertung und Interpretation auf Seite 24 f.</p>  <p>Mittelwert</p>
<p>„Schüler_in hat Verständnis für das Gesamtprojekt.“</p>	<p>„Durch die fächerübergreifende Gestaltung des Unterrichts ist es einfacher für mich, das Gesamtprojekt zu verstehen.“</p>

Tabelle 13 Gegenüberstellungen Lehrtagebuch – Lerntagebuch – Frage 4 in Bezug zu Frage 5

**Auswertung:** Im Diagramm des Lehrtagebuches ist zu T0 eine Bewertung von 2,95 bzgl. des Verständnisses für das Gesamtprojekt ersichtlich, wobei der Anfangswert der Lerntagebuch-Grafik der Schüler\_innen auch eher nieder ist. Der weitere Verlauf beider Diagramme ist annähernd deckungsgleich. Zu T1 bzw. T2 ist bei beiden Grafiken ein stärkerer Anstieg erkennbar. Ab T4 flacht die Kurve wieder etwa ab.

**Interpretation:** Zu Beginn des Projektes bei T0 waren sich die Schüler\_innen des durchaus für das Verständnis des Gesamtprojektes wichtigen Aspektes nicht bewusst. Auch hier ist wieder ein starker Anstieg zu Beginn der Halbzeit des Projektes (T1 bzw. T2) erkennbar. Dies ist wiederum dem Projektfortschritt und den Beginn der Feinkonzeptionierung zuzuschreiben, denn zu dieser Phase wurde den Schüler\_innen klar, dass das Gelingen des Vorhabens nur durch die Zusammenarbeit innerhalb des Fächerverbundes möglich ist. Die Abflachung der Kurve ab T4 ist durch die effektive Aufgabenverteilung innerhalb der Teams und die daraus resultierende Einzelarbeit der Schüler\_innen erklärbar. In der Darstellung beider Diagramme ist eine deutliche, positiv tendenzielle Entwicklung erkennbar.

### Zusammenfassende Interpretation aus den Gegenüberstellungen

Innerhalb der Gegenüberstellungen der Ergebnisse aus dem Lehrtagebuch und dem Lerntagebuch der Schüler\_innen geht ganz klar hervor, dass sich die Verläufe bzw. die Tendenzen sehr ähnlich sind. In allen Fällen zeigen die tendenziellen Entwicklungen der Beobachtungen der Lehrpersonen und der eigenen Beobachtungen der Schüler\_innen eine positive Entwicklung.

Die Entwicklung der von den Lehrpersonen beobachteten Verläufe sind bei diesen beiden Gegenüberstellungen weitaus positiver als die eigenen Beobachtungen der Schüler\_innen. Der Unterschied liegt darin, dass sich die Schüler\_innen selbst bereits zu Beginn beider Fragestellungen relativ hoch einschätzten wodurch ein weiterer Anstieg nicht signifikant sichtbar gemacht werden kann.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Schüler\_innen ihrer eigenen Einschätzung und den Beobachtungen der Lehrer zufolge einen wichtigen und richtigen Schritt in Bezug auf die berufsrelevante Handlungskompetenz erreichen konnten.

## 5.2 Evaluierung der Ziele auf der Lehrer\_innenebene

(Leitfrageninterview siehe Kapitel 8.7 Leitfrageninterview mit den am Projekt beteiligten Lehrerkollegen)

Nachfolgend ist eine Zusammenfassung der getrennt voneinander durchgeführten Befragungen der involvierten Lehrerkollegen. Das Interview wurde im März 2017 durchgeführt.

### 5.2.1 Auswertung des Leitfrageninterviews

- *Was ist aus Ihrer Sicht das Positive am Rollenwechsel von der traditionellen, zentralen Figur der Lehrperson hin zum Lernbegleiter?*

Dabei gaben beide beteiligten Lehrpersonen eine sehr ähnliche Antwort. Die Schüler\_innen werden aus der passiven in eine aktive Rolle geholt. Dabei müssen sich die Schüler\_innen selbst mehr in den Unterricht einbringen. Sehr interessant ist auch die Antwort beider Lehrer, dass die Schüler\_innen Zugänge zu Problemlösungen finden, welche eine Lehrperson eventuell nicht herangezogen hätte. Durch die situationsbedingte und partielle Wissensvermittlung ist ein gezielter Wissenszuwachs möglich, ohne dabei die Schüler\_innen zu überfordern.

- *Und was ist eher das Negative daran?*

Auch bei dieser Frage sind die Antworten beider Lehrer nahezu ident. Das Projekt wurde größtenteils von einer Lehrperson zentral gesteuert. Hier wäre eine bessere Aufgabenteilung von Vorteil, sodass jeder gleichmäßig in das Projekt involviert ist. Eine solche Unterrichtsform erfordert eine individuelle Unterrichtsvorbereitung verbunden mit einer erhöhten Flexibilität. Eine interessante Antwort eines Kollegen war, dass der Aufwand, die Schüler\_innen zu motivieren, bei dieser Unterrichtsform höher ist.

- *Wie unterscheidet sich Ihre Unterrichtsvorbereitung außerhalb des durchgeführten Projektes mit dem fächerübergreifenden Projektunterricht hinsichtlich der Planung und Gestaltung?*

Ein Lehrer antwortete, dass die Vorbereitung meist autark auf einer stundenweisen Vorbereitung basiert. Zum Beispiel, wenn das Fach Drehen ansteht, dann bereitet er nur fachspezifisch vor ohne eine Korrelation zu berücksichtigen. Der zweite beteiligte Lehrer gab als Antwort, dass eine Standard-Unterrichtsvorbereitung um ein vielfaches weniger an Vorbereitungszeit in Anspruch nimmt.

- *Es gibt Gründe, den Laborunterricht weiterhin lehrerzentriert und nicht fächerübergreifend zu gestalten. Was spricht aus Ihrer Sicht – oder aus der Sicht anderer Personen, von denen Sie vielleicht solche Gründe gehört haben – dafür, diese Unterrichtsform auch in Zukunft zu favorisieren?*

Auch bei dieser Fragestellung sind die Antworten sehr ähnlich. Beide Lehrpersonen sind der Meinung, dass sich die Unterrichtsvorbereitung einfacher gestaltet und damit ein gezielter Ablauf sichergestellt ist. Ein Lehrer gab noch zusätzlich an, dass die individuelle Beurteilung der Schüler\_innen einfacher zu gestalten ist.

- *Und welche Gründe sprechen dagegen?*

Bei dieser Frage gab nur ein Lehrer eine Antwort. Er ist der Meinung, dass die Schüler\_innen innerhalb eines fächerübergreifenden Projektes selbstständiger denken. Durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Bereichen ist es einfacher, ein Projekt zu realisieren.

- *Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie hinsichtlich der Organisation und Durchführung von fächerübergreifendem Unterricht?*
  - Eine bessere Aufgabenaufteilung der einzelnen Projektteile.
  - Vor jeder Unterrichtseinheit sollte eine Besprechung mit den beteiligten Lehrpersonen durchgeführt werden.
  - Mehr Transparenz in der Organisation

#### **Interpretation der Ergebnisse aus dem Leitfrageninterview**

Die Erkenntnisse aus der Befragung der Lehrer zum Thema: *„Was bewirkt der Wechsel von der herkömmlichen Rolle der Lehrperson als zentrale Figur im Unterricht hin zum/zur Projektbegleiter bzw. –begleiterin hinsichtlich der Planung und Gestaltung von fächerübergreifendem Unterricht?“* zeigen, dass das Ziel, die Schüler\_innen durch die Implementierung eines fächerübergreifenden Unterrichts, auf die Berufswelt vorzubereiten und einen Vorsprung im Bereich der berufsrelevanten Handlungskompetenz zu bieten, erreicht wurde. Die Schüler\_innen haben sich in ihrer Kreativität, ohne irgendwelche Einschränkungen seitens der Lehrpersonen, entfalten können.

Der Nachteil, dass die Unterrichtsvorbereitung für einen fächerübergreifenden Unterricht weitaus aufwendiger ist als für einen lehrerzentrierten Unterricht, ist jedoch gegeben. Ebenso gestaltet sich die Beurteilung der Schüler\_innen während des fächerübergreifenden Unterrichts schwieriger.

Abschließend kann jedoch behauptet werden, dass die beteiligten Lehrpersonen den Aufwand der Planung und Gestaltung eines fächerübergreifenden Unterrichts sehr gerne in Kauf nehmen, wenn im Anschluss der Output im mindestens gleichen Maße vorhanden ist.

## 6 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

### 6.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Projektarbeit basiert auf die langjährige berufliche Erfahrung des Autors in Bezug auf dessen Erkenntnis, dass die Interaktion und die Vernetzung innerhalb der betrieblichen Abläufe eine Grundvoraussetzung und somit eine Schlüsselqualifikation darstellen. Des Weiteren war die Feststellung, dass in der schulischen Umgebung jedes Fach zumeist als autonome Einheit geführt wird ein weiterer Gesichtspunkt, sich mit dem Thema intensiver auseinander zu setzen. Aus diesem Grunde ist die Installation eines fächerübergreifenden Unterrichts als Basis für die Bewusstseinsentwicklung der Schüler\_innen in Bezug auf die Korrelierung der einzelnen Fächer maßgebend. Der fächerübergreifende Unterricht wurde im Rahmen eines Projektes, das von der Institution IMST gefördert wurde, durchgeführt und bildete somit eine sehr gute Umgebung, die Erkenntnisse und Erfahrungen einem größeren Personenkreis zur Verfügung zu stellen, aber auch sich dieser zu bedienen (siehe Kapitel 1.1 Projektbeschreibung).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird auf wichtige Fragestellungen wie z. B. wie ist das vernetzte Denken definiert, wie wird die Fähigkeit des vernetzten Denkens gefördert, welche Unterrichtsmethoden stehen für dieses Projekt zur Verfügung, wie werden diese Unterrichtsmethoden umgesetzt, eingegangen. Eine intensive Literaturrecherche zu diesen Themen bildete die Basis zur Durchführung dieses Projektes. Dabei kristallisierte sich der fächerübergreifende Unterricht als die geeignetste Unterrichtsmethode zur Förderung des vernetzten Denkens heraus. Diese Form des Unterrichts zeichnet sich durch die notwendige Interdisziplinarität aus, welche eine Voraussetzung für die Vernetzung darstellt. Die Loslösung von traditionellen, linearen Denkmustern hin zum Verständnis für komplexe Systeme bilden den idealen Prozess zur Förderung des vernetzten Denkens.

Somit war die Zielsetzung, ein fächerübergreifendes Projekt an der HTBLVA Innsbruck Abteilung Maschinenbau zu installieren und dabei die Fähigkeit des vernetzten Denkens der Schüler\_innen sowie deren Bewusstseinsbildung für die Interaktion der verschiedenen Bereiche zu fördern. Die Umsetzung erfolgte durch die Verknüpfung der Laborfächer AV/ST, CNC und FMT. Durch die Zielsetzung, einen Quadrocopter zu konzeptionieren, zu entwickeln und zu präsentieren waren die Teams gefordert, sich zu vernetzen. Das Projekt wurde als Wettbewerb ausgeführt. Die Aussicht darauf, dass die beste Konzeption und Entwicklung gebaut wird, stellte eine zusätzliche Motivation für sie Schüler\_innen dar. Die Kommunikation innerhalb der Teams erfolgte mittels neuer Medien, wie etwa WhatsApp, Dropbox, etc. Die Ergebnisse der einzelnen Teams wurden an den Tagen der offenen Türe dem Besucherpublikum präsentieren. Dabei konnten die Gäste ihrem Favoriten-Team eine Vorzugsstimme geben. Aber auch die Präsentation vor einer ausgewählten Jury stellte die Schüler\_innen vor eine neue Herausforderung (siehe Kapitel 8.6 Bewertungsblatt für Jury – Projektpräsentation 21.11.2016). Die anschließende Auswahl der besten Arbeit bildete den sehr gelungenen Abschluss dieser Arbeit (siehe Kapitel 3 DURCHFÜHRUNG).

Die Evaluation zur Fragestellung: „Welchen Einfluss hat eine fächerübergreifende Aufgabenstellung auf das vernetzte Denken und die Abwendung traditioneller Denkmuster?“ erfolgte auf der Schüler\_innenebene mittels eines Online-Tagebuchs, in dem vordefinierte Fragestellungen nach jeder Unterrichtseinheit zu beantworten waren. Parallel dazu erfolgte eine Beobachtung der Schüler\_innen durch die involvierten Lehrpersonen mittels eines Lehrertagebuches, in dem ebenfalls vordefinierte Fragestellungen nach jeder Unterrichtseinheit zu beantworten waren. Dies hatte zwei grundlegende Vorteile. Zum einen konnte eine gezielte Feedbackkultur entstehen, welche die Lehrperson am Ende der Unterrichtseinheit gemeinsam mit den Schüler\_innen durchführte und zum zweiten ist damit die Transparenz, Vergleichbarkeit und Reliabilität durch einen Vergleich mit den Schüler\_innen-Antworten gegeben. Die Auswertung zeigte sich dabei eindeutig, dass die Implementierung eines fächerübergreifenden Unterrichts sich positiv auf die Fähigkeit des vernetzten Denkens auswirkt. Die Schüler\_innen konnten bedingt durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Teammitgliedern

aus den korrelierenden Fachbereichen einen Zuwachs an der Fähigkeit das Gesamtprojekt zu überblicken, sich zu vernetzen und gemeinsam am Projekt möglichst effektiv zu arbeiten, erreichen. Die Mehrheit der Schüler\_innen sehen durch eine fächerübergreifende Aufgabenstellung die Notwendigkeit der Vernetzung und konnten sich von traditionellen Denkmuster ablösen.

Auf der Lehrer\_innenebene wurde zur Fragestellung: „Was bewirkt der Wechsel von der herkömmlichen Rolle der Lehrperson als zentrale Figur im Unterricht hin zum/zur Projektbegleiter bzw. –begleiterin hinsichtlich der Planung und Gestaltung von fächerübergreifendem Unterricht?“ während der gesamten Projektphase eine Selbstbeobachtung durchgeführt. Im Anschluss an das Projekt wurde vom Projektleiter ein Leitfrageninterview zur Erhebung durchgeführt (siehe Kapitel 8.7 Leitfrageninterview mit den am Projekt beteiligten Lehrerkollegen). Das Ergebnis der Befragung zeigt, dass das Ziel, die Schüler\_innen, durch die Implementierung eines fächerübergreifenden Unterrichts, auf die Berufswelt vorzubereiten und einen Vorsprung im Bereich der berufsrelevanten Handlungskompetenz zu bieten, erreicht wurde (siehe Kapitel 5 Ergebnisse). Die Schüler\_innen haben sich in ihrer Kreativität entfalten können ohne Einschränkungen seitens der Lehrpersonen. Der Nachteil, dass die Unterrichtsvorbereitung für einen fächerübergreifenden Unterricht weitaus aufwendiger ist als für einen lehrerzentrierten Unterricht, ist jedoch gegeben. Ebenso gestaltet sich die Beurteilung der Schüler\_innen innerhalb des fächerübergreifenden Unterrichts schwieriger.

Der Zeitraum von acht Wochen für die Bewältigung dieses sehr aufwändigen Projektes stellte nicht nur die Schüler\_innen, sondern auch die Lehrerkollegen vor eine große Herausforderung. Durch eine Projektmappe wurde eine strikte Planung vorgegeben, dessen Einhaltung anhand der Checkliste und des Projektstatusberichtes kontrolliert wurde (siehe Kapitel 8.1 Projektmappe, Kapitel 8.2 Checkliste zu jeder Unterrichtseinheit, Kapitel 8.3 Projektstatusbericht). Eine große Herausforderung war auch die Aufrechterhaltung der Motivation der Schüler\_innen. Zum einen ist es für die Schüler\_innen eher unüblich, ein Projekt über diesen langen Zeitraum intensiv zu bearbeiten und zum anderen kristallisierten sich bereits nach dem zweiten bzw. dritten Termin zwei Teams heraus, die sehr engagiert und lösungsorientiert arbeiteten und somit bereits einen Vorsprung zu den restlichen Teams herausarbeiten konnten.

Die Befürchtung, dass die Schüler\_innen nicht in der Lage sind, ihr eigenes Handeln zu reflektieren, haben sich nicht bestätigt. Die Lernenden sind sehr wohl fähig, den Mehrwert und den Zuwachs an persönlichen Kompetenzen eigenständig zu messen und zu reflektieren, wenn ihnen eine herausfordernde, motivierende und eigenständige Arbeit geboten wird.

Die Zusammenarbeit mit dem Lehrerkollegen war ebenfalls eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen dieses Projektes. Durch die Neugestaltung der Rolle der Lehrperson war eine Loslösung von der traditionellen Rolle der zentralen Figur notwendig.

Abschließend betrachtet kann zusammengefasst werden, dass dieses Projekt eindeutig eine Bereicherung für den modernen und vernetzten Unterricht darstellt. Der Zuwachs an der Fähigkeit des vernetzten Denkens und des Bewusstseins für die Interaktion war deutlich erkennbar (siehe Kapitel 5.1.1 Auswertung des Lerntagebuches der Schüler\_innen und Kapitel 5.1.2 Auswertung des Lehrertagebuches – Gegenüberstellung mit den Ergebnissen aus dem Schüler\_innen-Lerntagebuch ).

## **6.2 Persönlicher Rückblick**

Aufgrund der theoretischen Ausarbeitung dieser Projektarbeit im Bereich des vernetzten Denkens und der Handlungsorientierung sowie der Verrichtung eines, von der Institution IMST geförderten, Projektes im Bereich Projektunterricht konnte ich mir wichtige Erkenntnisse im Projektmanagement aneignen, das mir helfen sollte, meinen Unterrichtsstil weiter zu entwickeln. Dabei stellte meine bisherige langjährige berufliche Erfahrung im Außendienst eine äußerst hilfreiche Grundlage im Umgang mit dieser Unterrichtsmethode dar. Obwohl die Tätigkeit als Lernbegleiter bzw. Coach neu war, war es nicht schwierig den Ablauf zu steuern und zu koordinieren. Es sollte hier allerdings erwähnt



werden, dass die Vorbereitung und Planung des Projektes deutlich mehr Zeit in Anspruch nahm als die Vorbereitung des bisher üblichen lehrerkonzentrierten Unterrichtes. Das Projekt konnte die Notwendigkeit dieser Unterrichtsform sowie deren Richtigkeit bestätigen und den Schüler\_innen die zukünftig notwendigen Schlüsselqualifikationen im Bereich der berufsrelevanten Handlungskompetenz vermitteln. Die durchgeführten Befragungen zeigten auf, dass durch die eigene Ausarbeitung der Schüler\_innen der Handlungsspielraum freier war und sie sich nicht an vorgegebene Muster seitens der Lehrer orientieren mussten. Dadurch konnten Ideen von den Schüler\_innen berücksichtigt werden, welche von der Lehrperson unter Umständen nicht in Betracht gezogen wurde. Speziell komplexe Aufgabenstellungen konnten mit der Unbefangenheit der Schüler\_innen gut gelöst werden. Durch die ständige Vernetzung mit den Teammitgliedern aus den anderen Laborfächern konnte auf deren Fachwissen zurückgegriffen werden und eine Aufgabenteilung im Sinne der Spezialisierung war der Schlüssel zum Erfolg.

Mein Resümee aus diesem Projekt ist, dass die Erfahrungen innerhalb dieses Projektes größtenteils sehr positiv waren und deshalb ist es eindeutig mein Ziel, diese Form eines schülerzentrierten und handlungsorientierten Unterrichts weiter zu entwickeln und in künftigen Klassen wieder durchzuführen.

### **6.3 Ausblick**

Der durchaus positive Ausgang des Projektes und die sehr positiven Rückmeldungen von den Schüler\_innen und den Lehrerkollegen veranlassen den Projektleiter, dieses oder ähnliche Projekte auch in Zukunft bei der Gestaltung des Unterrichtes zu berücksichtigen. Auch die durchwegs positiven Rückmeldungen und motivierenden Worte von den Eltern der Projektteilnehmer motivieren den Projektleiter, sich mit der Thematik weiterhin zu befassen und dessen Erkenntnisse darüber in den Unterricht einzubauen. Damit verbunden ist jedoch auch erheblicher Mehraufwand in Sachen Planung der Unterrichtsvorbereitung und Überzeugungsarbeit der Lehrerkolleg\_innen. Denn nach wie vor sind die meisten Kolleg\_innen von der traditionellen Rolle des Lehrers überzeugt. Am Ende sollte sich jedoch jede Lehrperson die Frage stellen, welche Variante zukunftsweisend für die Schüler\_innen ist und welche Unterrichtsmethode speziell im fachpraktischen Unterricht die Schüler\_innen optimal auf die Berufswelt vorbereitet.

Die fächerübergreifende Unterrichtsgestaltung soll jedoch nicht nur im fachpraktischen Unterricht durchgeführt werden. In Zukunft soll die Zusammenarbeit mit den theoretischen Fächern forciert werden. Die Planung und Entwicklung könnte im Fach Konstruktion entstehen und die praktische Umsetzung in den Werkstätten bzw. Labors. Anhand dieses Prozessablaufs kann die Produktentstehung sehr gut realisiert werden.

Nach einer entsprechenden Vorbereitungszeit wäre auch eine abteilungsübergreifende Projektarbeit vorstellbar. Dabei können elektronische Bauteile in der Abteilung Wirtschaftsingenieurwesen hergestellt und programmiert werden und in der Abteilung Maschinenbau entstehen die mechanischen Teile. Somit könnte eine Synergie zwischen den einzelnen Fachdisziplinen entstehen. Positive Gespräche mit Lehrpersonen aus den anderen Abteilungen bestärken dieses Vorhaben.

## 7 LITERATUR

Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. (2017). IMST-Innovationen machen Schulen Top. Abgerufen 24.

März 2017, von [https://www.imst.ac.at/texte/index/bereich\\_id:2/seite\\_id:2](https://www.imst.ac.at/texte/index/bereich_id:2/seite_id:2)

Baumann, M., & Gordalla, C. (2014). *Gruppenarbeit: Methoden, Techniken, Anwendungen*. Konstanz:

UVK-Verl.-Ges.

## 8 ANHANG

### 8.1 Projektmappe



# PLANUNG UND BAU EINES QUADROCOPTERS2016/17 HW4A UND HW4B

*Traditionelle Denkmuster adieu - Vernetztes Denken als  
Grundlage im Laborunterricht an der HTL*

## **Ausgangslage**

Aufgrund der immer komplexeren Verzweigungen und Teilungen in einzelne Projektbearbeitungsbereiche ist es für die Schüler\_innen von bedeutender Wichtigkeit, interdisziplinäres Arbeiten zu verstehen und anzuwenden, um die entsprechend notwendigen Kompetenzen zu erlangen.

Meine bisherige berufliche Tätigkeit hat mir gezeigt, dass ein interdisziplinäres Verständnis von Nöten ist, sodass Aufgabenstellungen, Problemfelder und deren Lösungsansätze vernetzt werden können, um lösungsorientiert und -optimiert zu arbeiten. Wie bereits zu Beginn erwähnt, werden die einzelnen Teilbereiche immer detaillierter und komplexer, sodass die Möglichkeit eines globalen Wissensbestandes über die Gesamtheit nicht mehr besteht. Genau aus diesem Grunde ist es umso wichtiger, sich die Fähigkeit des vernetzten Denkens einzuverleiben, um in der Lage zu sein, die einzelnen Teilbereiche zu einem Ganzen zusammenführen zu können. Dies ist, aus meiner Sicht, eine primäre Disziplin innerhalb der berufsrelevanten Handlungskompetenz.

Derzeit werden die Teillaborfächer Steuerungstechnik, CNC und Fertigungsmesstechnik als autonome Fächer geführt. Das heißt konkret, dass die Lehrenden in diesen Fächern jeweils ihre eigenen Unterrichtsmaterialien und Vorbereitungen führen ohne einer thematische Überschneidung zu den sich korrelierenden Laborfächern.

Den Schüler\_innen sollen im Zuge dieses Projektes Möglichkeiten aufgezeigt werden, sich von traditionellen Denkmustern abzulösen und über den Tellerrand zu schauen. Sie sollen erkennen, dass die Teillaborfächer Steuerungstechnik, CNC und Fertigungsmesstechnik nicht voneinander losgelöst, sondern als ein sich überschneidendes Ganzes zu betrachten sind. Um ein Projekt ganzheitlich zu verstehen, bedarf es der Vernetzung aller Teildisziplinen.

Ich erwarte mir, mithilfe dieses Projektes, die Schüler\_innen auf die Komplexität und Vielseitigkeit der Praxis vorzubereiten und ihnen, durch die Fähigkeit des vernetzten Denkens, einen notwendigen Vorsprung im Bereich der Handlungskompetenz zu bieten.

Projekt

**PLANEN - ENTWICKELN – FERTIGEN**  
**FLIEGEN**  
**QUADROCOPTER**

„Der Beste fliegt“



## Teamzusammenstellung und Funktionen

- ⇒ 3 Fächer sind involviert (FMT, CNC, AV/ST)
- ⇒ 5 Teams – 3 Gruppen pro Team (FMT, CNC, AV/ST)
- ⇒ 2-3 Schüler\_innen pro Gruppe (abhängig von der Schüler\_innenzahl)
- ⇒ Einteilung:
  - Team1: Gruppe 1 FMT – Gruppe 1 CNC – Gruppe 1 AV/ST
  - Team2: Gruppe 2 FMT – Gruppe 2 CNC – Gruppe 2 AV/ST
  - Team3: Gruppe 3 FMT – Gruppe 3 CNC – Gruppe 3 AV/ST
  - Team4: Gruppe 4 FMT – Gruppe 4 CNC – Gruppe 4 AV/ST
  - Team5: Gruppe 5 FMT – Gruppe 5 CNC – Gruppe 5 AV/ST
  - Gruppenfunktionen: Gruppenleiter\_in – Mitarbeiter\_in – Mitarbeiter\_in
  - Aufgabe Gruppenleiter\_in: Koordination der Aufgaben – Kommunikation (innerhalb der eigenen Gruppe)
  
- ⇒ Die ständige Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb des eigenen Teams und der eigenen Gruppe ist Grundvoraussetzung.
- ⇒ Die 5 Teams arbeiten innerhalb eines Wettbewerbes gegeneinander.
- ⇒ Zu einem fixen Termin werden die Teams ihre Ausarbeitung vor einem Publikum präsentieren.
- ⇒ Jenes Team mit dem besten Ergebnis, wird von einer Jury auserkoren und baut anschließend den Quadrocopter.

**Gruppe FMT**

Teamleiter\_in: .....

Mitarbeiter\_in: .....

Mitarbeiter\_in: .....

**Aufgaben Gruppe FMT**

- sicherheitsrelevante Aspekte für das Flugobjekt recherchieren
- alle Fehlerquellen versuchen zu eruieren und dokumentieren
- nach der Fertigung – Erstellung eines Messprogrammes mit Auswertung des Bauteils

**Gruppe CNC**

Teamleiter\_in: .....

Mitarbeiter\_in: .....

Mitarbeiter\_in: .....

**Aufgaben Gruppe CNC**

- Überlegung der fertigungstechnischen Parameter um unter den vorgegebenen Zielen zu produzieren
- Produktprogrammierung in der Software
- Fertigung des Bauteiles

**Gruppe AV/ST**

Teamleiter\_in: .....

Mitarbeiter\_in: .....

Mitarbeiter\_in: .....

**Aufgaben Gruppe AV/ST**

- Auswahl der notwendigen Bauteile, um die Funktion unter den vorgegebenen Parametern sicherzustellen
- Erstellung einer Stückliste

## **Lerntagebuch**

Um den Ertrag dieses Projektes, bezogen auf das vernetzte Denken, zu messen bitte ich euch ein Lerntagebuch zu führen.

Dieses Lerntagebuch wurde in Google Forms erstellt. Dazu schicke ich euch noch den Zugang.

Darin findet ihr vorgefertigte Fragen, die ihr bitte ehrlich und nach jeder Unterrichtseinheit bearbeitet. Dafür benötigt ihr ca. 5 Minuten.

Ich habe für euch eine Dropbox eingerichtet wo ich die Informationen zur Verfügung stellen werde und ihr eure Dokumente, Formulare, Fortschritte, etc. speichern werdet. Auch hier werdet ihr noch einen Link erhalten.



## Anforderungen

<b>Funktionelle Anforderungen</b>	<b>Nichtfunktionelle Anforderungen</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Kontrollierter Flugablauf</li><li>⇒ Elektrischer Antrieb</li><li>⇒ Flugzeit mindestens 10 Minuten mit einer Akkuladung</li><li>⇒ Steuerung und Kommunikation durch Funk</li><li>⇒ Stabile Lagekontrolle</li><li>⇒ Interaktion mit dem Anwender – Steuerbefehle und Kommunikation</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Innovativ</li><li>⇒ Design</li><li>⇒ Eigene Idee</li><li>⇒ Kostenmaximum €400,-</li></ul>

**Die ständige Dokumentation der eigenen Tätigkeiten ist Voraussetzung!**  
**Begründungen für Entscheidungen sind immer zu dokumentieren!**

## **Einverständniserklärung**

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 Projektarbeit von Herrn Ing. Anton Reitmeir abgebildet werden darf.

<b>Familienname:</b>	
<b>Vorname:</b>	
<b>Datum:</b>	
<b>Unterschrift des Schülers bzw. der Schülerin</b>	
<b>Unterschrift der bzw. des Eigen- / Erziehungsberechtigte(n):</b>	



# Projektterminierung 2016

September							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
35				1	2	3	4
36	5	6	7	8	9	10	11
37	12	13	14	15	16	17	18
38	19	20	21	22	23	24	25
39	26	27	28	29	30		

Oktober							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
39						1	2
40	3	4	5	6	7	8	9
41	10	11	12	13	14	15	16
42	17	18	19	20	21	22	23
43	24	25	26	27	28	29	30
44	31						

November							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
44		1	2	3	4	5	6
45	7	8	9	10	11	12	13
46	14	15	16	17	18	19	20
47	21	22	23	24	25	26	27
48	28	29	30				

Dezember							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
48				1	2	3	4
49	5	6	7	8	9	10	11
50	12	13	14	15	16	17	18
51	19	20	21	22	23	24	25
52	26	27	28	29	30	31	



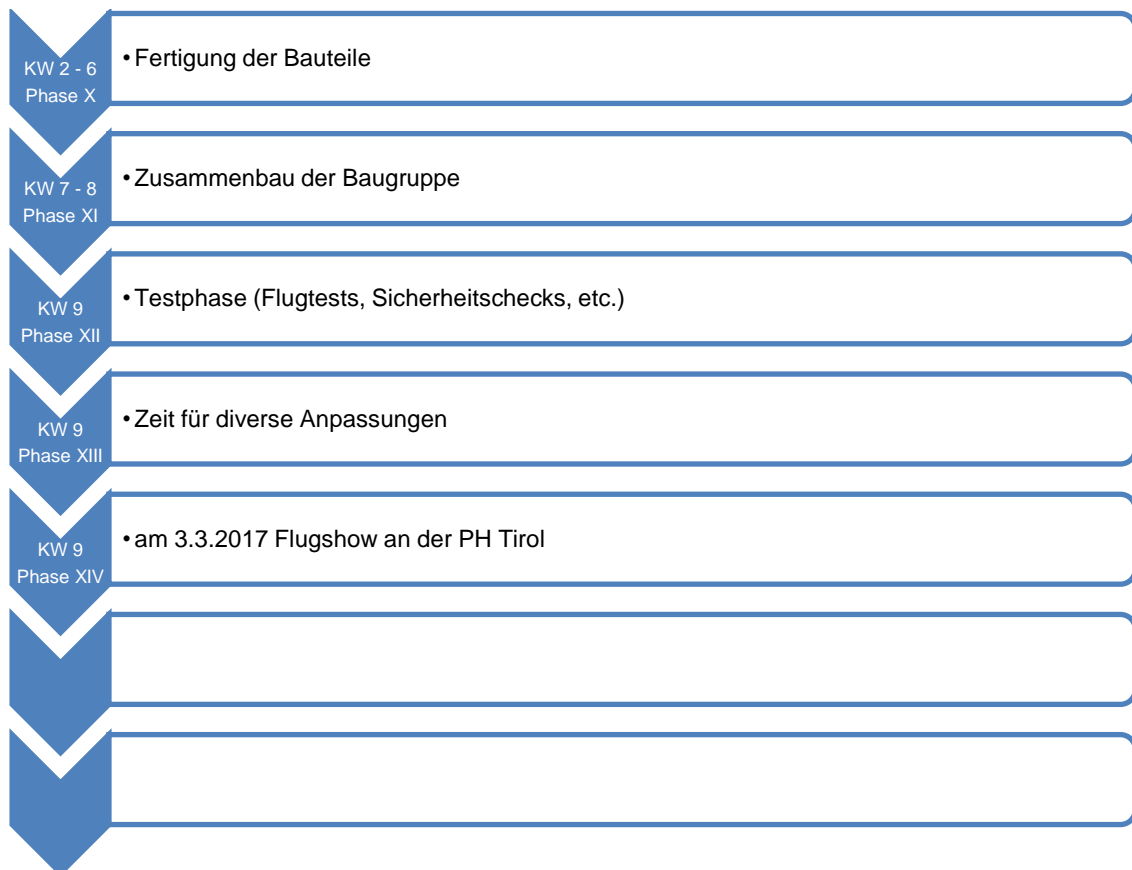
# Projektterminierung 2017

Januar							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
52							1
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

Februar							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

März							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

April							
KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30



## Kontaktinformationen

ING. ANTON REITMEIR  
FACHLEHRER

---



[reitmeir@htlinn.ac.at](mailto:reitmeir@htlinn.ac.at)

Raum: HE04

## 8.2 Checkliste zu jeder Unterrichtseinheit

# CHECKLISTE

Während oder nach jeder Unterrichtseinheit

**Datum:**

### Gruppe FMT

- Dropbox nach neuen Inhalten durchsuchen
- Mails checken
- Termine mit anderen Gruppen (AV/ST und CNC) abklären
- Projektstatusbericht führen
- Lerntagebuch führen
- Wirkungsnetz erstellen bzw. anpassen, überarbeiten
- sicherheitsrelevante Aspekte für das Flugobjekt recherchieren
- alle Fehlerquellen versuchen zu eruieren und dokumentieren
- nach der Fertigung – Erstellung eines Messprogrammes mit Auswertung

### Gruppe CNC


- Dropbox nach neuen Inhalten durchsuchen
- Mails checken
- Termine mit anderen Gruppen (AV/ST und FMT) abklären
- Lerntagebuch führen
- Überlegung der fertigungstechnischen Parameter um unter den vorgegebenen Zielen zu produzieren
- Produktprogrammierung in der Software
- Fertigung des Bauteiles

### Gruppe AV/ST

- Dropbox nach neuen Inhalten durchsuchen
- Mails checken
- Termine mit anderen Gruppen (CNC und FMT) abklären
- Lerntagebuch führen
- Auswahl der notwendigen Bauteile, um die Funktion unter den vorgegebenen Parametern sicherzustellen
- Erstellung einer Stückliste

### 8.3 Projektstatusbericht

<b>Projekttitlel:</b>	Quadrocopter „Der Beste fliegt“
<b>Team:</b>	Team 1
<b>Projektleiter:</b>	Ing. Anton Reitmeir
<b>Aktuelles Datum:</b>	

<b>Berichtszeitraum:</b>	
<b>Status:</b>	 <input type="checkbox"/> kritisch <input type="checkbox"/> teilweise kritisch <input type="checkbox"/> planmäßig
<b>Kurzbeschreibung Status:</b>	

<b>Geplanter Endzeitpunkt</b>		<b>Erwarteter Endzeitpunkt</b>	
-------------------------------	--	--------------------------------	--

<b>Aufgetretene und gelöste Probleme:</b>	
<b>Offene Punkte:</b>	
<b>Status Kosten:</b>	
<b>Status Termine:</b>	

<b>Nächste Schritte:</b>	
--------------------------	--

<b>Notwendige Entscheidungen:</b>	
<b>Risiken und mögliche künftige Probleme:</b>	



## 8.4 Lehrertagebuch

Datum:

RT | FMT | 13:20 – 16:55

Liebe Kollegen!

Bitte macht am Ende der Unterrichtseinheit eine kurze Gruppensitzung mit den Schüler\_innen in der ihr alle wichtigen Punkte (positive Ergebnisse, offene Punkte, weitere Vorgehensweise, etc.) anspricht. Dies sollte eine Feedbackkultur entstehen lassen und die positive Gruppendynamik steigern.

Bitte beantwortet nach jeder Unterrichtseinheit die untenstehenden Fragen so genau als möglich. Wir werden alle Ergebnisse sammeln und am Ende des Projektes eine Gruppendiskussion führen, um die Entwicklung der Schüler\_innen in Bezug auf das vernetzte Denken zu beurteilen. Die Punkte entsprechen dem österreichischen Schulsystem.

Vielen Dank!

BEOBACHTUNG	ALTUNKAYA	EISELE	KEUSCH	KRANEBITTER	LARL	MADDALUNO	MENGHIN	NEURURER	OBERMAIR	PILZ	PÖLL
Schüler_in erkennt, dass einzelne Laborfächer zusammenhängen.											
Schüler_in versteht, was interdisziplinäres Arbeiten bedeutet.											
Schüler_in kann Aufgabenstellungen, Problemfelder und deren Lösungsansätze selbstständig vernetzen.											
Schüler_in hat Verständnis für das Gesamtprojekt.											
Schüler_in hat die Wichtigkeit der Vernetzung erkannt.											
Schüler_in hat die Fähigkeit verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ein Geschehen zu analysieren.											

Sonstige Beobachtungen:

## 8.5 Lerntagebuch für Schüler\_innen

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Um die Veränderung in Bezug auf das vernetzte Denken feststellen zu können, möchte ich dich bitten, ein Lerntagebuch zu führen. Dieses solltest du bitte nach jeder Unterrichtseinheit ausfüllen. Deine Antworten müssen sich immer auf das vernetzte Denken beziehen.

Ich bitte dich deshalb, die Fragen vollständig und ehrlich auszufüllen.

Dafür benötigst du ca. 5 Minuten.

Deine Antworten werden absolut vertraulich behandelt und haben keinerlei Einfluss auf die Notengebung.

Falls du weitere Fragen zum Ablauf der Befragung hast, kannst du mich unter [reitmeir@htlinn.ac.at](mailto:reitmeir@htlinn.ac.at) erreichen.

Es gibt keine falschen Antworten. Richtig ist das, was du denkst.

Danke für deine Teilnahme an meinem Forschungsprojekt.

\* Erforderlich

### 1. Datum der Unterrichtseinheit \*

\_\_\_\_\_  
*Beispiel: 15. Dezember 2012*

### 2. Mein Name \*

\_\_\_\_\_

### 3. Ich befinde mich aktuell in folgender Projektphase: \*

\_\_\_\_\_

### 4. Ich bin der Meinung, dass eine Vernetzung der Laborfächer wichtig für das Projektergebnis ist... \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

1      2      3      4  
\_\_\_\_\_  
trifft nicht zu               trifft zu

### 5. Durch die fächerübergreifende Gestaltung des Unterrichts ist es einfacher für mich, das Gesamtprojekt zu verstehen... \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

1      2      3      4  
\_\_\_\_\_  
trifft nicht zu               trifft zu

6. **Durch das Erstellen von MindMaps bzw. Wirkungsnetzwerken kann ich die Vernetzung innerhalb des Projektes besser erkennen...**

*Markieren Sie nur ein Oval.*

	1	2	3	4	
trifft nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft zu

7. **Es ist für mich jetzt einfacher, verschiedene Ursachen und Wirkungen für einen Vorgang/ein Geschehen zu analysieren... \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

	1	2	3	4	
trifft nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft zu

8. **Durch die ständige Vernetzung mit meinen Teammitgliedern aus den anderen Fächern fällt es mir leichter das Projekt zu bewältigen... \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

	1	2	3	4	
trifft nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft zu

9. **Wenn ich bei einem Problem nicht weiterkomme, kann der Einbezug von Personen mit einem anderen fachlichen Hintergrund hilfreich sein... \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

	1	2	3	4	
trifft nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft zu

10. **Ich bin der Meinung, dass eine innovative Ideengenerierung und das Entwickeln neuer Designs durch das interdisziplinäre Zusammenarbeiten der Teams entstehen, wozu ich alleine nicht in der Lage wäre... \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

	1	2	3	4	
trifft nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft zu

11. **Das fällt mir noch ein, möchte ich noch sagen, darüber würde ich gerne mehr wissen ...**

### 8.6 Bewertungsblatt für Jury – Projektpräsentation 21.11.2016

	TEAM 1	TEAM 2	TEAM 3	TEAM 4	TEAM 5
<b>Innovation</b>					
<b>Werkstoffidee</b>					
<b>Design</b>					
<b>Plakat</b>					
<b>Präsentation insgesamt</b>					
<b>Problemlösungskompetenz</b>					
<b>Sonstiges</b>					

Punktesystem:  
 0 Punkte...leider nein  
 5 Punkte...perfekt

Notizen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

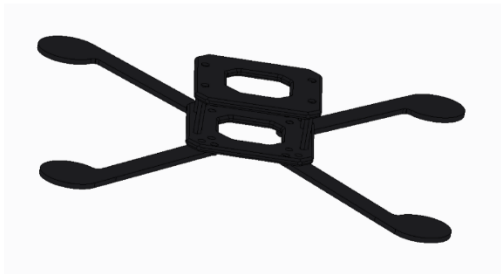
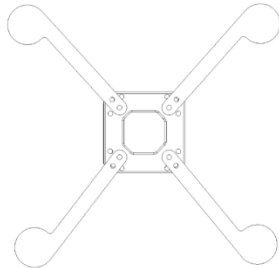
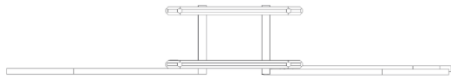
## **8.7 Leitfrageninterview mit den am Projekt beteiligten Lehrerkollegen**

- Was ist aus Ihrer Sicht das Positive am Rollenwechsel von der traditionellen, zentralen Figur der Lehrperson hin zum Lernbegleiter?
  
- Und was ist eher das Negative daran?
  
- Wie unterscheidet sich Ihre Unterrichtsvorbereitung außerhalb des durchgeführten Projektes mit dem fächerübergreifenden Projektunterricht hinsichtlich der Planung und Gestaltung?
  
- Es gibt Gründe, den Laborunterricht weiterhin lehrerzentriert und nicht fächerübergreifend zu gestalten. Was spricht aus Ihrer Sicht – oder aus der Sicht anderer Personen, von denen Sie vielleicht solche Gründe gehört haben – dafür, diese Unterrichtsform auch in Zukunft zu favorisieren?
  
- Und welche Gründe sprechen dagegen?
  
- Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie hinsichtlich der Organisation und Durchführung von fächerübergreifendem Unterricht?

## 8.8 Plakate der Teams



HTL anichstraße



### Design:

- X-Form zur Ermöglichung eines faltbaren Designs
- leicht auswechselbare Arme

### Karbon :

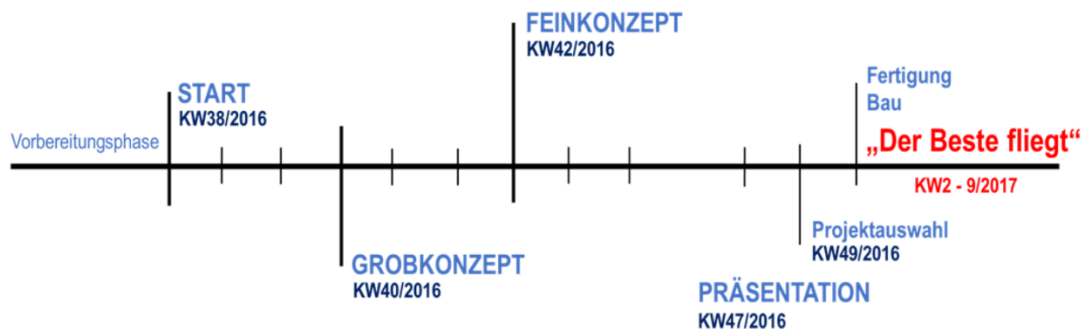
**leicht—stabil—steif**

### Klappbarkeit:

Um den Quadrocopter komfortabel auf Reisen und Ausflüge mitnehmen zu können, lässt sich unser Modell auf eine Mindestgröße zusammenklappen.



Fächerübergreifendes Projekt zur Erweiterung der Fähigkeit des vernetzten Denkens  
Fertigungsmesstechnik—Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik—CNC



Team 1 „kompakt“

Thomas Pregenzer, Felix Raab, Florian Griesebner, Tobias Muigg, Christoph Menghin, Florian Neururer



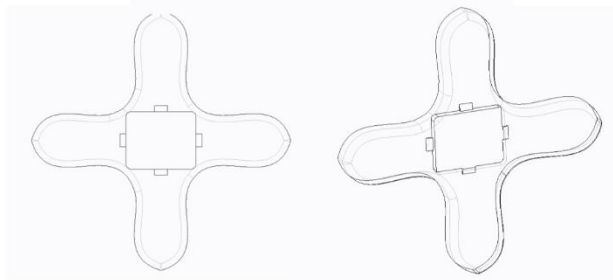
⇒ **Innovation:**

Quadrocopter aus Balsaholz  
leicht & umweltschonend



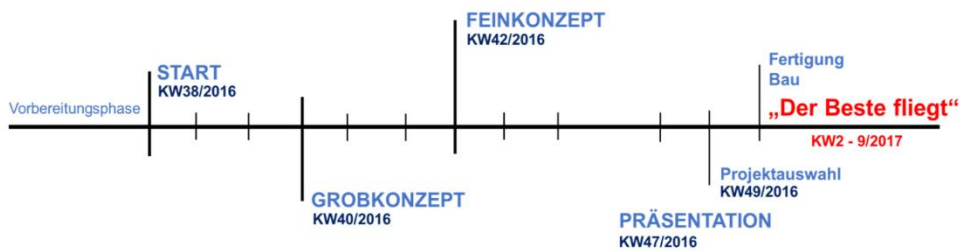
⇒ **Werkstoff:**

Balsaholz, wegen der geringen  
Dichte(0,1-0,2g/cm<sup>3</sup>)



Fächerübergreifendes Projekt zur Erweiterung der Fähigkeit  
des vernetzten Denkens

Fertigungsmesstechnik – Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik - CNC



### Gruppe2 - Balsaholz

Christoph Eisele, Philipp Obermair, Luca Maddaluno,  
Jonas Hörtnagl, Marcel Winkler, Luca Weber, David Meyer



## Design und Werkstoff

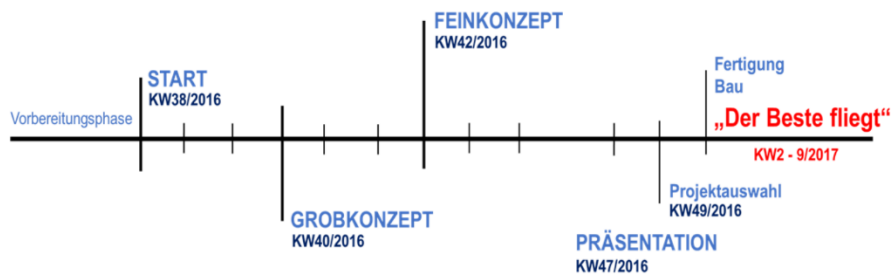
Als Grundkörper haben wir für unseren Quadcopter Kunststoff gewählt, welcher aus alten PET-Flaschen und Bechern recycelt wird. Qualitativ steht der selbst gewonnene Kunststoff einem gekauften in nichts nach. Dadurch sparen wir trotz guter Qualität Geld und schonen noch dazu die Umwelt.

## Innovation

Wir haben versucht die meisten Teile unseres Quadcopters aus recyceltem Kunststoff zu fertigen. Zusätzlich verfügt unser Quadcopter über eine Funkvideoübertragung, solide Elektronik, GPS-Systeme und LED-Beleuchtung.

Fächerübergreifendes Projekt zur Erweiterung der Fähigkeit des vernetzten Denkens

Fertigungsmesstechnik — Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik — CNC



## QUADROCOPTER TEAM 3

RECYCLEBARER KUNSTSTOFF

Gurtner Verena, Hindelang Sara  
Pilz Matteo, Pöll Andre  
Rossmeier Laurin, Schneider David





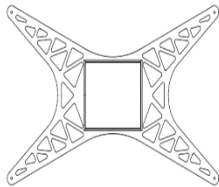
pht



PÄDAGOGISCHE  
HOCHSCHULE TIROL

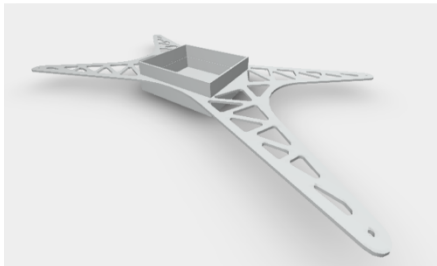


HTL anichstraße



Das Design unseres Quadcopters soll einem Gitter ähneln, da wir damit ein kleineres Gewicht erreichen können.

Als Werkstoff benutzen wir PVC (Kunststoff), da es leicht und gut bearbeitbar ist.

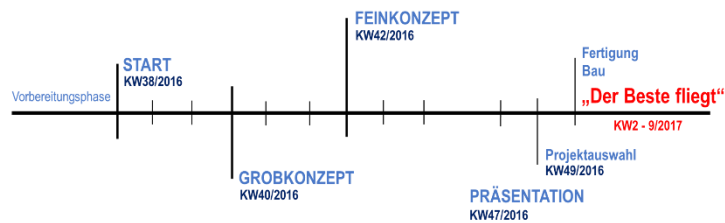


**Unsere Innovation:**

Unsere Innovation ist ein Behälter in dem man leichte Gegenstände über kurze Distanzen transportieren kann.

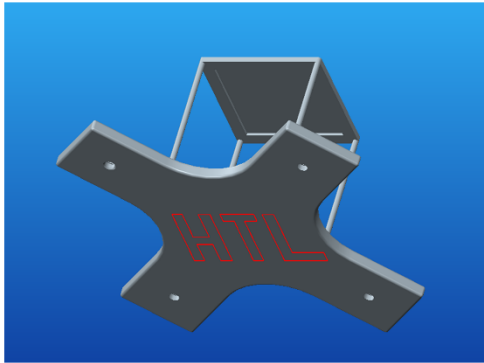


Fächerübergreifendes Projekt zur Erweiterung der Fähigkeit des vernetzten Denkens Fertigungsmesstechnik – Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik - CNC



Team 4 – Behälter

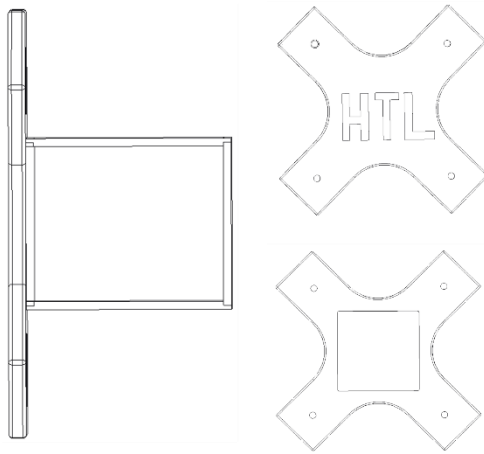
Tugay Altunkaya, Johannes Larl, Lukas Zauner, Manuel Glantschnig, Michael Witting und Thomas Mader-Ofer



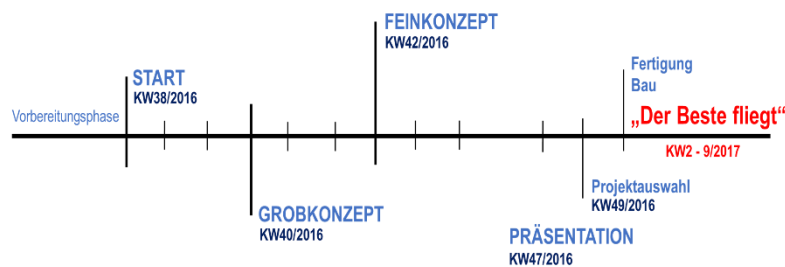
**Unser Design:**  
Die 4 Flügel tragen den Elektronikkäfig an der unteren Seite, auf dem sich die LED Schaltung befindet. Eine simple quadratische Figur formt die Oberseite.

**Verwendete Werkstoffe:**  
Carbonrahmen mit Aluminium ausgefüllt, um den Quadrocopter nicht nur leicht, sondern auch stabil und trotzdem kostengünstig zu halten. Der Elektronikkäfig hat eine durchsichtige Plexiglasplatte, sodass der Aufbau gut sichtbar ist.

**Ein Lichtspiel aus LEDs:**  
...setzt das Flugobjekt gut in Szene und lässt nichts unter sich grau. Eine simple Schaltung aus Relais erzeugt zusätzlich eine ansprechende Akustik.



**Fächerübergreifendes Projekt zur Erweiterung der Fähigkeit des vernetzten Denkens  
Fertigungsmesstechnik – Arbeitsvorbereitung/Steuerungstechnik - CNC**



**TEAM 5 – LED Spiel**

Patrik Keusch, David Kranebitter, Hannes Tautschnig, Pfurtscheller Fabian, Maximilian Tschoner, Thomas Kerber, Markus Pfeifer

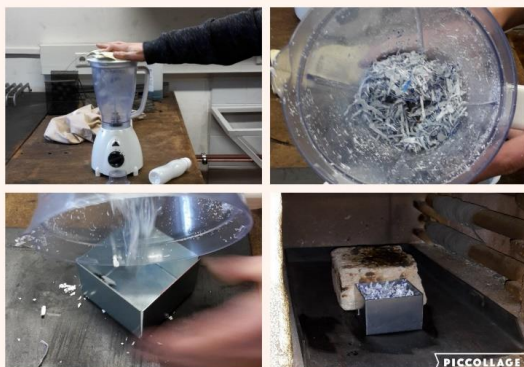
## 8.9 Projektbilder

Die nachfolgenden Bilder sind eigene Darstellungen des Autors bzw. Darstellungen mit freundlicher Genehmigung von Laurin Rossmeier und David Schneider.

### Phase VI und Phase VII

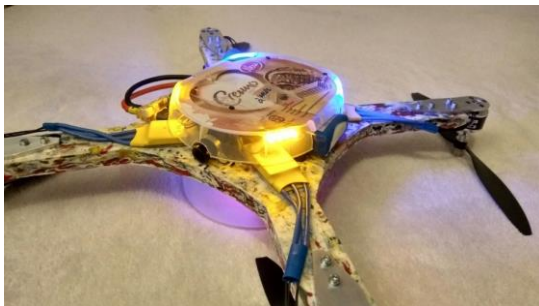


### Phase X





## Phase XI



## Phase XIV

