



**IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

**PROBLEM-BASED-LEARNING AN DER HTL-JENBACH**  
**FÖRDERUNG DER PROBLEMLÖSEFÄHIGKEIT DER SCHÜ-**  
**LER\_INNEN der Höheren Technischen Lehranstalt Jenbach**

ID 1929

**Projektkoordinator: Bernhard Zingerle-Leo**

**Christian Kofler**

**Marco Knapp**

**Christoph Hofreiter**

**Kapeller Helmut**

**HTBLA-Jenbach**

**Pädagogische Hochschule Tirol**

**Innsbruck, Mai 2017**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>PROBLEM-BASED-LEARNING AN DER HTL-JENBACH</b> .....	<b>1</b>
<b>FÖRDERUNG DER PROBLEMLÖSEFÄHIGKEIT DER SCHÜLER_INNEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>8</b>
1.1 Beschreibung der Ausgangslage an der HTBLA-Jenbach.....	8
1.2 Relevanz und Reaktion.....	8
<b>2 ZIELE</b> .....	<b>10</b>
2.1 Ziele auf Schüler_innenebene .....	10
2.2 Ziele auf Lehrer_innenebene .....	10
2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen.....	10
<b>3 DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>12</b>
3.1 Rahmenbedingungen.....	12
3.1.1 Personale Rahmenbedingungen.....	12
3.1.2 Methodische Rahmenbedingung.....	13
3.1.3 Die Projektvorbereitung .....	17
3.1.4 Die Intensivwoche an der PH-Tirol.....	18
3.2 Projektdurchführung .....	19
<b>4 EVALUATIONSMETHODEN</b> .....	<b>28</b>
<b>5 ERGEBNISSE</b> .....	<b>29</b>
5.1 Evaluierungen der Ziele auf Schüler_innen-Ebene.....	29
5.1.1 Ergebnisse der Schüler_innen-Ersterhebung .....	29
Interpretation .....	31

5.1.2	Ergebnisse der Schüler_innen-Abschlusserhebung .....	32
5.2	Die Ergebnisse aus den Lehrerbeobachtungen.....	41
5.3	Evaluierungen der Ziele auf Lehrer_innen-Ebene.....	44
<b>6</b>	<b>AUSBLICK .....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>50</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsplanung in der AV .....	22
Abbildung 2: Erstellung der Einzelteilzeichnungen in der AV .....	22
Abbildung 3: Biegen der Motorhaube .....	23
Abbildung 4: Schweißarbeiten an der Fahrkabine .....	23
Abbildung 5: Fräsen der Fahrwerksträger Teile .....	24
Abbildung 6: Bau des Lok-Unterbaus .....	24
Abbildung 7: Simulation der Achsprogramme in der CNC .....	25
Abbildung 8: Programmerstellung in der CNC .....	25
Abbildung 9: Dimensionierung der E-Bauteile .....	26
Abbildung 10: Der Versuchsaufbau des Steuerungskonzepts.....	26
Abbildung 11: Das fertige Modell .....	27

*Hinweis: Alle in dieser Arbeit verwendeten Abbildungen sind durch den Autor erstellt worden.*

## Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Ergebnisse aus Fragestellung 1 der Eingangserhebung.....	29
Diagramm 2: Ergebnisse aus Fragestellung 2 der Eingangserhebung.....	30
Diagramm 3: Ergebnisse aus Fragestellung 3 der Eingangserhebung.....	31
Diagramm 4: Ergebnisse aus Fragestellung 1 der Abschlusserhebung .....	32
Diagramm 5: Ergebnisse aus Fragestellung 2 der Abschlusserhebung .....	33
Diagramm 6: Ergebnisse aus Fragestellung 3 der Abschlusserhebung .....	34
Diagramm 7: Ergebnisse aus Fragestellung 4 der Abschlusserhebung .....	34
Diagramm 8: Ergebnisse aus Fragestellung 5 der Abschlusserhebung .....	35
Diagramm 9: Ergebnisse aus Fragestellung 6 der Abschlusserhebung .....	35
Diagramm 10: Ergebnisse aus Fragestellung 7 der Abschlusserhebung .....	36
Diagramm 11: Ergebnisse aus Fragestellung 8 der Abschlusserhebung .....	37
Diagramm 12: Ergebnisse der Fragestellung 9 der Abschlusserhebung.....	38
Diagramm 13: Ergebnisse der Fragestellung 10 der Abschlusserhebung.....	38
Diagramm 14: Ergebnisse der Fragestellung 11 der Abschlusserhebung.....	39
Diagramm 15: Ergebnisse der Fragestellung 12 der Abschlusserhebung.....	39
Diagramm 16: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 1 Fragestellung aus der Eingangserhebung .....	42

Diagramm 17: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 1 Fragestellung aus der Enderhebung.....	42
Diagramm 18: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 2 Fragestellung aus der Eingangserhebung .....	43
Diagramm 19: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 2 Fragestellung aus der Enderhebung.....	43

*Hinweis: Alle in dieser Arbeit verwendeten Diagramme sind durch den Autor erstellt worden.*

## Abkürzungsverzeichnis

AV	fachpraktisches Unterrichtsfach der Arbeitsvorbereitung
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CNC	fachpraktisches Unterrichtsfach der CNC-Technik
d. h.	das heißt
E-Labor	fachpraktisches Unterrichtsfach der Elektrotechnik
et al.	et altera
ggf.	gegebenenfalls
Hrsg.	Herausgeber
HTBLA	Höhere-Technische-Bundes-Lehranstalt
IMST	Innovationen Machen Schulen Top – eine Initiative des BMB
i. d. R.	in der Regel
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
o. A.	ohne Angabe(n)
o. J.	ohne Jahresangabe
PbL	Unterrichtsmethode des Problem-based-Learning
PISA	THE PROGRAMM FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT
S.	Seite(n)
SGA	Schulgemeinschaftsausschuss
sog.	sogenannte(n)
u. a.	unter anderem
u. U.	unter Umständen

WVB

fachpraktisches Unterrichtsfach Werkzeug- und Vorrichtungsbau  
(WVB)

z. B.

zum Beispiel

## ABSTRACT

Gemäß den Ausführungen der OECD besteht das ganze Leben aus Problemen, deren Lösung oftmals unseren beruflichen Alltag definiert und weitreichende Fähigkeiten von uns fordert (Avvisati, 2014, S. 1). Fähigkeiten, deren Entwicklung eine zentrale Zielsetzung unserer schulischen Bildung sein sollten.

Die Unterrichtsmethode „Problem-based-learning“ und der interdisziplinäre Projektunterricht greifen diese Forderungen auf und fördern die Problemlöse-Fähigkeit der Schüler\_innen.

Folglich beschäftigt sich dieses IMST-Projekt mit der Umsetzung der Unterrichtsmethoden „Projektunterricht“ und „Problem-based-Learning“, die versuchsweise mit mit einem 3. Jahrgang des Fachbereichs Maschinenbau der Höheren Technischen Lehranstalt Jenbach im Schuljahr 2016/17 umgesetzt wurde.

Schulstufe:	11.
Fächer:	Fachpraktischer Unterricht
Kontaktperson:	Bernhard Zingerle-Leo
Kontaktadresse:	Schalsersstraße 43, A-6200 Jenbach
Zahl der beteiligten Klassen:	1
Zahl der beteiligten SchülerInnen:	21 (ein Mädchen und 20 Burschen)

### **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

Laut OECD ist unser Leben voll von Problemen, deren Lösungen bzw. Lösungswege oftmals Teil unseres beruflichen Alltags sind (Avvisati, 2014, S. 1). Warum sollten wir also nicht die Probleme und deren vielfältigen Lösungswege auch zum Gegenstand unseres Unterrichts machen und unsere Schülerinnen und Schüler auf die veränderten Bedingungen vorbereiten? Beispielsweise könnte dies durch den Einsatz von Unterrichtsmethoden, die stärker auf die Entwicklung von Kompetenzen abzielen und das Problembewusstsein fördern, umgesetzt werden. Dementsprechend greife ich einen Teil dieser Idee in meinem Projekt auf und stelle mir die Frage, ob die Problemlösefähigkeit unserer Schülerinnen und Schüler über die angewandte Methode des *Problem-based-Learnings* im fachpraktischen Projekt-Unterricht nachhaltig gefördert und systematisch entwickelt werden kann.

Die Methode des *Problem-based-Learnings* wird in pädagogischen Fachkreisen als eine jener Methoden betrachtet, über die auch heute noch grundsätzlich nachhaltiges und für den Beruf notwendiges Wissen vermittelt werden kann (Kubanski & Jürgensen, 2008, S. 33 f).

## 1.1 Beschreibung der Ausgangslage an der HTBLA-Jenbach

Seit nunmehr vier Jahren stehe ich im Dienst der beruflich-institutionellen Bildung an der HTBLA-Jenbach. Ich unterrichte seither den breiten Fächerkanon des fachpraktischen Werkstätten- und Laborunterrichts unserer Schule. Um den unterschiedlichen gesetzlichen Forderungen der geltenden Lehrpläne zu entsprechen, wurden bereits vor meinem Dienstantritt schulautonome Lehrstoffverteilungen entwickelt und eingeführt. Auf dieser Grundlage wurde infolgedessen aus unterrichtsorganisatorischen Gründen ein normiertes, didaktisches Vorgehen im Sinne von standardisierten Werkstücken bzw. Versuchsaufbauten ausgearbeitet und seitdem eingesetzt.

Somit ist unser derzeitiger fachpraktischer Unterricht (bis auf wenige Ausnahmen) eine traditionell reduzierte, lehrerzentrierte „Unterweisung“, in der unsere Schüler\_innen die Gelegenheit bekommen, die aus der Theorie bekannten und bis dahin (hoffentlich) erlernten Inhalte praktisch zur Anwendung zu bringen.

## 1.2 Relevanz und Reaktion

Gerade für unsere Schüler\_innen der höheren Lehrgänge ist ein monotones und lehrerzentriertes Unterrichtskonzept wenig motivierend und in Bezug auf die veränderten Zielsetzungen der kürzlich novellierten Lehrpläne, die eine breitere Kompetenzentwicklung verlangen, auch nicht zweckmäßig.

Wir, das Kollegium der Höheren technischen Lehranstalt Jenbach, sollten unsere Schülerinnen und Schüler nicht nur für die Hochschulen/Universitäten qualifizieren, sondern auch für die fachkundige Ausübung höherer technischer Berufe befähigen (berufliche Handlungsfähigkeit). Dazu gehört auch die Fähigkeit, die Probleme des beruflichen Alltags zu erfassen und (bestenfalls gemeinschaftlich) zu meistern. Nur leider werden diese „Herausforderungen“ im derzeitigen Unterricht oftmals als unüberwindbar abgetan und nach dem klassischen Schema vom Experten/von der Expertin (der Lehrperson) gelöst. Problembasierte Aufgabenstellungen bieten nur selten den entscheidenden Entwicklungsanstoß im Unterricht und die Implementierung der Problemlösefähigkeit bleibt eher unbeachtet. Demzufolge erscheint es sinnvoll, diese „Bildungslücke“ erstmals aufzugreifen und sie über einen interdisziplinären Unterrichtsversuch und die angewandte Methode des Problem-based-Learnings zu schließen zu versuchen.

Pädagogische Granden wie beispielsweise Herbert Gudjons, sehen den handlungs- und kompetenzorientierten Unterricht als „überfällige Antwort“ auf den tiefgreifenden Wandel der Kultur und Lebenswelt und erkennen ihn somit als wesentliches Leitmotiv unseres heutigen Berufs an. Seiner Ansicht nach muss die Schule der Gegenwart den Schwund kontinuierlicher Erfahrungen in der Realität und Wirklichkeit ausgleichen. Sie muss, anstatt ikonischer Anweisungen, der Jugend reelle Möglichkeiten bieten, um handelnd Denkstrukturen und vielfältig-sinnliche Erfahrungen (Kompetenzen) entwickeln zu können (Gudjons, 2014, S. 66 f).

In diesem Sinne wurde im Schuljahr 2016/17 das von der Institution IMST-geförderte<sup>1</sup> Projekt „URS“<sup>2</sup> als kooperativer, interdisziplinärer Projektunterricht in einem 3. Jahrgang des Maschinenbaus umgesetzt und dabei die relativ junge Unterrichtsmethode des „Problem-based-Learnings“ erstmalig eingeführt.

---

<sup>1</sup> IMST – Innovation macht Schule Top – eine Initiative des BMB zur Weiterentwicklung und Unterstützung des Österreichischen Schulunterrichts (Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, 2017).

<sup>2</sup> URS – ist der ursprüngliche Eigenname der Lokomotive, die wir als handwerkliche Zielsetzung im problemorientierten Projektunterricht modellhaft nachbauen wollen.

## 2 ZIELE

Insofern wurden folgende Zielsetzungen auf Schüler\_innen-, aber auch auf Lehrer\_innen-Ebene vorab definiert und verfolgt:

### 2.1 Ziele auf Schüler\_innenebene

Auf der Ebene der Schüler\_innen wurde *die Förderung der Problemlösefähigkeit* als zentrale Zielsetzung verfolgt. Durch die Kombination der gewählten Unterrichtsmethoden sollten Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit bekommen, Probleme und Herausforderungen, wie sie auch in der beruflichen Praxis vorkommen, strukturiert und erfolgreich zu bewältigen und damit ihre Problemlösefähigkeit zu entwickeln. Ferner wird ihnen dadurch die Bedeutsamkeit des fortwährenden und lebenslangen Lernens bewusst. Denn ohne Erweiterung des Wissens können viele Herausforderungen nicht gemeistert werden.

### 2.2 Ziele auf Lehrer\_innenebene

Darüber hinaus sollte durch die strukturierte Einführung und Anwendung der Methoden *Problem-based-Learning* und *Projektunterricht* das im fachpraktischen Unterricht angewandte Methodenrepertoire des Kollegiums erweitert und nachhaltig entwickelt werden.

Auch die Veränderung des eigenen Rollenverständnisses von Lehrer\_innen war eine Zielsetzung. Weg von der tradierten Lehrer\_innen-Rolle, der Rolle der/des universellen Wissenshüterin / Wissenshüters und ihrer/seiner vorgefertigten Lösungsinstruktion, hin zur/zum Lern-Organisator\_in und -Begleiter\_in.

### 2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

#### **Verbreitung:**

Die Veröffentlichung der Proejktinhalte, Zielsetzungen und Ergebnisse wurde über verschiedenen Möglichkeiten betrieben.

#### **Lokal:**

- Jahresendkonferenz Schuljahr 2015/16
- Eröffnungskonferenz Schuljahr 2016/17
- schuleigener Tag der offenen Tür (Jänner 2017)

**Regional:**

- IMST-Präsentation 2017 an der PH-Tirol

**Überregional:**

- IMST-Workshop bzw. Präsentation in Klagenfurt (PH-Klagenfurt)
- Online - IMST-Plattform
- Bachelorarbeit in der Bibliothek der PH-Tirol

## 3 DURCHFÜHRUNG

In den nachfolgenden Kapiteln – *Projektvorbereitung* und *Projektdurchführung* – wird beschrieben, wie dieses umfangreiche Projekt nach und nach entwickelt und letztendlich umgesetzt wurde.

### 3.1 Rahmenbedingungen

Für die Durchführung des Projekts galten diverse Rahmenbedingungen, die im folgenden Abschnitt genauer erläutert werden:

#### 3.1.1 Personale Rahmenbedingungen

Erst durch die umfangreiche und motivierende Unterstützung des Kollegiums und der Schulleitung wurde die Umsetzung dieses Projekts möglich.

##### **Das involvierte Kollegium**

Neben der Schulleitung (Direktor, Abteilungsvorstand für Maschinenbau und Werkstättenleiter) waren auch vier erfahrene Lehrkollegen des fachpraktischen Unterrichts in die Projekt- und Methodenumsetzung eingebunden.

Hinweis: Da an der Projektplanung und Umsetzung nur männliche Lehrpersonen beteiligt waren, wird im weiteren Verlauf nur die Schreibweise für Männer verwendet.

##### **Die involvierte Klasse/der Jahrgang**

Zwecks Methoden- und Projektumsetzung wurde der 3. Jahrgang des Fachbereichs Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Automatisierungstechnik ausgewählt. Dieser Jahrgang und Fachbereich erfüllt, nach eingehender Überlegung bzgl. Projekt-Zielsetzung und -Umsetzung, die wesentlichen Anforderungen hinsichtlich theoretischer Kenntnisse sowie Basiskompetenzen im Bereich der Fertigungs- und Produktionstechnik sowie der sicherheitsrelevanten Unfallverhütung im Umgang mit Maschinen, Werkzeugen und Anlagen.

Zusätzlich ermöglichten der Lehrplan bzw. die schulautonomen Lehrstoffverteilungen dieser Klasse die grundsätzlich erforderliche Lehrplankonformität des Projekts und somit auch die fachpraktisch, ganzheitliche Projektrealisierung.

Die Klasse 3AHMBA umfasste 21 Personen, wobei der Anteil der männlichen Schüler zu Projektbeginn bei zwanzig lag.

## **Gender-Thematik**

Folglich wurde während der gesamten Projektumsetzung von allen beteiligten Personen (Schüler\_innen und Lehrer) auf eine gendersensible Kommunikation und Sprache geachtet.

Darüber hinaus wurde stets von geschlechterstereotypen konnotierten Strukturen bewusst Abstand genommen und eine gendersensible und wertschätzende Berufs- und Lebensperspektive glaubwürdig vermittelt.

### **3.1.2 Methodische Rahmenbedingung**

Um die Methode des Problem-based-Learnings erstmals im fachpraktischen Unterricht der HTL erfolgreich umzusetzen und die vorangestellten Zielsetzungen erreichen zu können, wurde im Projektvorfeld das für alle Fachbereiche taugliche Unterrichtsprojekt „URS“ entwickelt und verfolgt.

Das Ziel dieses Projekts war die vollumfassende und fächerübergreifende Realisierung eines funktions-tüchtigen Lokomotive-Modells, nach dem Vorbild der ehemaligen und gleichnamigen Rheinlandregulierungsbahn<sup>3</sup> im Rahmen des fachpraktischen und problemorientierten Fächerkanons des 3. Jahrgangs (3AHMBA - Schuljahr 2016/17), Fachbereich Maschinenbau.

Im Allgemeinen wird der fachpraktische Unterricht an der HTL, aus sicherheitstechnischen und organisatorischen Gründen, in vier einzelne Fachbereiche zergliedert. Deshalb wird eine dritte Klasse zu Beginn des neuen Schuljahres in sog. Fachgruppen aufgeteilt und einer der vier fachspezifischen Werkstätten bzw. einem der Labore (AV, CNC, WVB und E-Labor) für die Dauer von etwa drei Monaten zugeteilt. Für jeden Fachbereich mussten also geeignete, problemorientierte Aufgabenstellungen (Teilprobleme) und ein einheitliches Lösungskonzept (Problemlösekonzept – Schrittmodell) konstruiert werden.

Immerhin sollten die Schülerinnen und Schüler nicht nur ihr fachspezifisches Wissen und ihre Fertigkeiten erstmals praktisch zur Anwendung bringen, sondern auch ihre Problemlösefähigkeit systematisch und fachbereichsunabhängig weiterentwickeln können.

#### **3.1.2.1 Die Teilprobleme/Fallbeschreibungen**

Im Verlauf der Projekt-Vorbereitungsphase (Kapitel 3.1.3) entstanden, in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Kollegen, für jeden Fachbereich geeignete, also an das Schüler\_innen-Lernniveau an-

---

<sup>3</sup> <https://www.rheinschauen.at/museum-baehnle/fuhrpark>

gepasste, problemorientierte Aufgabenstellungen (ersichtlich im Anhang V). Diese stellten grundsätzlich den komplexen, für *Problem-based-Learning* typischen und auf die involvierten Schüler\_innen abgestimmten Entwicklungsrahmen des Projekts dar und sollten Schülerinnen und Schüler ihren Anlagen und Vorkenntnissen gemäß fordern und fördern.

Überdies verlangte jede Problemstellung gemäß den Forderungen von Walton & Matthews (1989), als Prozessabschluss eine konkrete, handlungsorientierte Anwendung des Prozesses, meist in Form einer Produktumsetzung (Walton & Matthews, 1989; zitiert nach Zumbach, 2003, S. 24).

### **3.1.2.2 Das angewandte Prozessmodell**

Es können sehr unterschiedliche Prozessmodelle des problemorientierten Unterrichts (Schritt und Phasenanzahl) im eigenen Unterrichtskonzept verarbeitet bzw. angewandt werden. Entscheidend sind die verwendeten Literaturquellen und die darauffolgenden, individuellen Methodenauslegungen (Weber, 2007, S. 30).

Die endgültige Entscheidung, für dieses Projekt, fiel auf die Modelle von Weber (2007) und Walton & Matthews (1989), die wie folgt für den fachpraktischen Unterricht adaptiert und methodisch umgesetzt wurden (Walton & Matthews (1989); zitiert nach Zumbach, 2003, S.24),:

1. Grundsätzlich startete der Problemunterricht mit der Bekanntgabe und Präsentation des spezifischen *Problems* bzw. mit der problemorientierten Fallbeschreibung. Ziel dieses Schrittes war es, dessen Kern ganzheitlich zu erfassen und begrifflich zu verstehen – also alle Fremdwörter und Bezeichnungen für alle Involvierten eindeutig zu klären und verständlich zu machen, sodass alle die gleiche Ausgangssituation bekamen.
2. Daraufhin wurden auf Basis des eigenen, individuellen Vorwissens erste Lösungsansätze und Vorstellungen entwickelt und gesammelt. Dazu wurde im eher „schmutzexponierten“ Bereich der Werkstätten auf die Dokumentationsmethode des whiteboardgestützten Brainstormings und Ishikawa-Diagramms zurückgegriffen.
3. Die somit entstandenen Sammlungen wurden infolge des Prozesses nach den Gesichtspunkten (Kernthemen des Problemfalls) gemeinschaftlich in einer Diskussionsrunde gesichtet, sortiert, weiter ausdefiniert und priorisiert.
4. Aus den Resultaten dieses Schrittes wurden individuelle Lernfragen mit der Unterstützung der Tutoren entwickelt und zur individuellen Bearbeitung gruppenintern freigegeben.
5. Daraufhin wechselten alle Personen in die zweite Phase – die Phase des individuellen Lernprozesses. Auf der Grundlage der Lernfragen recherchierte jede Schülerin/jeder Schüler passende Informationen. Dies konnten entweder über die vorab bestimmten und in den Lernaufgaben

erwähnten Lernressourcen oder über von den Lernenden selbstständig geplanten, vorbereiteten und eingeforderten Gesprächstermine mit den involvierten Tutoren passieren. Der betreffende Tutor wechselte dazu kurzzeitig in die Rolle des beratenden und ausführenden Fachexperten, der auf gezielte Fragestellungen der Schülerin/des Schülers reagierte und spezifische Informationen und Handlungsweisen weitergab. Ansonsten musste sich die Lehrperson rein auf die Diskussionsbegleitung und Beobachtung beschränken und durfte nur über kritische Fragen „methodisch-inhaltliche Fehlritte“ korrigieren. Zeitlich konnte diese Phase mehrere Unterrichtsstunden umfassen, jedoch wurde bereits bei der Lernfragengestaltung und Freigabe auch ein einheitliches Zeitlimit dafür gesetzt. Die Gruppe schätzte selbstständig das dafür erforderliche Zeitkontingent ab und entschied demokratisch eine einzuhaltende „Deadline“ für die Wissensakquise.

6. Infolge des sechsten Schritts setzten sich alle Gruppenmitglieder inkl. Tutor an einem Tisch zusammen und berichteten einander von den Lernergebnissen und den dazugewonnenen Erkenntnissen. Alle persönlichen Resultate der individuellen Phase der Wissensakquise wurden an die gesamte Gruppe weitergegeben, fallweise auch praktisch demonstriert. Alle dargebotenen Informationen wurden am Whiteboard dokumentiert und in der anschließenden Diskussion hinsichtlich Problemlösung und Lösungsumsetzung besprochen. Als Ergebnis dessen wurde eine konkrete Umsetzungs-/Handlungsweise entwickelt und im darauffolgenden siebten Schritt direkt realisiert.
7. Als letzte Handlung des Problemlöse-Prozesses erfolgte, gemäß den vorab gemeinschaftlich konstruierten und/oder bestimmten Verfahrensweisen, die fachpraktische Anwendung und Produktumsetzung, beispielsweise der Bau der Karosserie, die Erstellung der Machbarkeitsanalyse etc. Zu guter Letzt wurden alle Endprodukte in einem abschließenden Gespräch kritisch begutachtet, diskutiert und weitere Verbesserungsmöglichkeiten (auch den Lösungsprozess betreffend) herausgearbeitet. Immerhin boten derartige reflexive Betrachtungen und Abgleiche weitere Entwicklungschancen für die Verbesserung der individuellen Problemlösefähigkeit und der erwünschten Handlungsfähigkeit.

### **Prozessverteilung**

Da dieses Prozessmodell sehr viele Informationen beinhaltet und jede/jeder Methodenneuling anfänglich etwas Zeit benötigt, um sich neue und ungewohnte Schrittfolgen einzuprägen, wurde das adaptierte *Problemlösungs-Modell* bereits während der Projektvorbereitungsphase mehrfach vorgestellt und erklärt. Zusätzlich wurde es in Form der Projektmappe, die im Rahmen einer Intensiv-Woche an der PH-Tirol erstellt wurde, an jede/jeden ausgehändigt.

### 3.1.2.3 Lehrplanbezug und Unterrichtsausmaß

Gemäß den *Schulautonomen Lehrplanbestimmungen* des § 6 SchOG Abs. 1 wird der fachpraktische Unterricht an der HTL-Jenbach, für die 3. Jahrgänge des Fachbereichs Maschinenbau, aus sicherheitstechnischen und schulorganisatorischen Gründen in Fachgruppen erteilt.

Dementsprechend wird die Klasse für die Unterrichtszeit (acht Unterrichtsstunden pro Arbeitstag) in Kleingruppen aufgeteilt und jeweils einem der vier fachpraktischen Teilbereiche (Werkzeug- und Vorrichtungsbau (WVB), Arbeitsvorbereitung (AV), CNC-Technik (CNC) und Elektro-Labor (E-Lab)), gemäß schulinterner Lehrstoffverteilung/Fächerverteilung zugeteilt. Im Verlauf des Schuljahres wechseln die Gruppen den Bereich, sodass am Ende des Jahres alle Schülerinnen und Schüler alle Fächer absolviert und damit alle Kenntnisse erworben haben.

#### **Inhalte der schulautonomen Lehrstoffverteilung**

Demnach werden im *Werkzeug- und Vorrichtungsbau* die umfassenden Fertigkeiten und Fähigkeiten hinsichtlich Zerspanungstechnik, Spanntechnik, Füge- und Verbindungstechnik, aber auch Montage-, Blechverarbeitungs- und Werkzeugtechnik anvisiert und gefördert (Brunner, Sausmikat, & Bernsteiner, 2016).

In der *Arbeitsvorbereitung* müssen Themen wie Normen und Gesetze, die Materialwirtschaft (inkl. Beschaffung, Lagerung und Ausgabe), die Kostenrechnung, der geschäftliche Schriftverkehr und das berufübliche Zeichnungswesen behandelt werden. Auch die elektronisch-digitale Datenintegration und Verwaltung sind Themen des AV-Unterrichts (ebd.).

Der Fachbereich der *CNC-Technik* ist im Fächerkanon der 3. Jahrgänge ein Neuzugang. Dementsprechend umfasst die Lehrstoffverteilung Themen wie die bereichsspezifischen Sicherheitsvorschriften und die Unfallverhütung, die Entwicklungsgeschichte der Technik sowie die Unterschiede und Vorteile zur konventionellen Bearbeitungsmethodik/-technik. Ferner sind die Maschinen-/Anlagenbedienung, die Programmerstellung, die fachspezifische Zerspanungstechnik, aber auch die Fertigung/die Produktion an sich inhaltliche Zielsetzungen dieses Unterrichts (ebd.).

Der vierte und letzte schulautonom geregelte Fachbereich ist das sogenannte *Elektrolabor*. Hier sollten die Schülerinnen und Schüler erste praktische Erfahrungen und Erkenntnisse zum bereits theoretisch umfassend „beschulten“ Wissen erarbeiten können. Das bedeutet, dass nach der grundlegenden Sicherheitsunterweisung erste elektrische Grundschaltungen geplant, aufgebaut und analysiert, Schutzmaßnahmen ausgearbeitet und die Einsatzmöglichkeiten erörtert werden. In weiterer Folge werden die diversen Schaltungen und Bauelemente mit anderen Techniken (Pneumatik, Hydraulik, SPS, ...) kombiniert und erweitert (ebd.).

### 3.1.3 Die Projektvorbereitung

Grundsätzlich startete dieses Projekt für alle Beteiligten bereits mit den einführenden Infoveranstaltungen in der letzten Schulwoche des Sommersemesters 2016. Bis es jedoch so weit kommen konnte, musste auf Grund des neuartig komplexen Projektkonzeptes, die Methode des Problem-based-Learning über den interdisziplinären fachpraktischen Unterricht einzuführen, bereits vorab, im theoriegestützten Alleingang, ein tragfähiges „Erstkonzept“ zum Unterrichtsprojekt ausgearbeitet werden. Hinzu kamen einige er-/klärende Gespräche mit der Schulleitung. Erst dann konnten, im Rahmen der offiziellen Schuljahres-Endkonferenz die wesentlichen Inhalte und Zielsetzungen dem Kollegium der HTBLA-Jenbach vorgestellt und erklärt werden.

Nach kurzen Interessengesprächen bzgl. Projektorganisation, Projektfinanzierung und Projektzeitraum wurde von Seiten der Schulleitung und des Kollegiums der Projektleitung die volle Unterstützung zugesichert und die Projektumsetzung freigegeben.

Nur wenige Tage später wurde die zweite Informationsveranstaltung, nun für die „beabsichtigte“ bzw. eingeplante Klasse, abgehalten. Dabei wurde allen Schülerinnen und Schülern das gesamte Projekt ausführlich erklärt sowie wurden die unterschiedlichen Zielsetzungen des Projekts nachvollziehbar definiert (Förderung der Problemlösefähigkeit, Methodenumsetzung, der Löseprozess etc.). Auch der Umstand „Teil eines Forschungsprojekts zu sein“ und fallweise an anonymen Evaluierungen teilnehmen zu müssen waren Themen dieser Sitzung, jedoch waren letztendlich alle davon begeistert und wünschten sich die Umsetzung des Projekts. Mit der Einwilligung der Schulleitung bzw. der Schülerinnen und Schüler waren wichtige Punkte auf der Projekt-Vorbereitungsagenda geklärt und die Projektorganisation konnte wie geplant in die nächste Phase übergeleitet werden.

Da das Projekt aus methodischen und evaluierungstechnischen Gründen bis zum Ende des ersten Fachbereichs-Wechsels beendet werden sollte, musste die weitere Projektvorbereitung strukturiert und der inhaltliche Umfang sehr zielorientiert vorbereitet werden. Zum einen musste der immense Projektumfang des Modellbaus auf das Wesentliche reduziert und auf die Forderungen des Lehrplans abgestimmt werden. Zusätzlich mussten die einzelnen Problemstellungen an die Vorkenntnisse, respektive an das Lernpotenzial der Schüler\_innen, angepasst werden. Auch die schuleigenen Ressourcen (Maschinenpark, Ausstattung etc.) mussten in der Problemanalyse und Auslegung berücksichtigt werden.

Somit lag es an der Projektleitung, aufgrund einer Fotoreise nach Lustenau und von Gesprächen mit Modellenthusiasten, ein erstes digitales Zeichnungskonzept der Lokomotive zu erstellen. Immerhin diente dieses als Grundlage für alle weiteren Vorbereitungsschritte und Gespräche. Es diente aber

auch den Schüler\_innen im Problemlösungsprozess als basale, oftmals auch fachbereichsübergreifende Informations- und Lernressource.

Während des Vorbereitungszeitraums (die Sommerpause) kam es häufig zu spontanen Treffen bzw. zu langen schriftlichen Abhandlungen mit den projektinvolvierten Kollegen bzgl. der Klasse, des Lehrstoffs, der Problemgestaltung (Inhalt, Formulierung, Zielsetzung und zeitlicher Umfang) sowie des Methodenverständnisses und der Umsetzung. Schließlich sollten sie das Projekt mittragen und ihre Funktion als Tutor methodengerecht ausführen können, ohne auf vorab vermeidbare, planungstechnische Hindernisse/Schwächen reagieren zu müssen.

Aus all diesen Vorbereitungsbemühungen entstand schlussendlich der Projektplan (Anhang III), das digitale Konstruktionskonzept (Anhang VI), und die Übersicht aller Problemfälle für die einzelnen Fachbereiche (Anhang V).

### **3.1.4 Die Intensivwoche an der PH-Tirol**

Nun konnten im Verlauf der studienbedingten Intensiv-Woche an der PH-Tirol, in der Kalenderwoche 36 (des Schul- und Studienjahrs 2016/17), weitere Projektvorbereitungsarbeiten erledigt werden. Daraufhin entstanden: eine Projekt-Informationsmappe für die Schülerinnen und Schüler bzw. deren Eltern, die im Projekt eingesetzten Evaluationstools und eine erste Projekt-Präsentation.

#### **Die Schüler\_innen-Projekt-Informationsmappe**

Die offizielle und für ein Schulprojekt unabdingbare Schüler\_innen- Projekt-Informationsmappe enthielt, wie im Anhang (Anhang VII) ersichtlich, alle wesentlichen Projekteinhalte und Projekt-Zielsetzungen, aber auch eine Einverständniserklärung bzgl. der Bildrechte und Verwendung. Auch eine allgemein gehaltene Leitlinie hinsichtlich Sicherheit und Unfallverhütung wurde hinzugefügt. Diese zwei Dokumente waren von den Erziehungsberechtigten zu sichten, zu unterschreiben und zu retournieren, allenfalls hätte die/der betroffene Schüler\_in mangels Zustimmung der Eltern nicht am Projekt teilnehmen können.

#### **Die Evaluierungstools und das Evaluierungsprozedere**

Des Weiteren wurden alle im Projekt verwendeten Evaluationstools (Frage- und Beobachtungsbögen) entwickelt und das dazugehörige Verteilungskonzept entworfen. Schließlich mussten die Wirkungen dieses Unterrichtsprojekts letztendlich auch wissenschaftlich erhoben und bewiesen werden.

#### **Die Präsentation**

Mittels der vorbereiteten Projektpräsentation sollten alle Beteiligten, aber auch die interessierten und nicht beteiligten Personen bzgl. des Projekts und der Zielsetzungen informiert werden. Aus diesem

Grund kam diese Präsentation während der eigentlichen Projektdurchführung mehrfach zum Einsatz und erleichterte die Verbreitung des vielschichtigen Projekts wesentlich. Sie umfasste prinzipiell dieselben Informationen wie die Schüler\_innen-Projektmappe, nur eben grafisch und bildlich aufbereitet. Schließlich sollte die Präsentation nur die verbalen Ausführungen ergänzen und die zentralen Themen des Projekts zusammenfassen.

Mit dem Abschluss dieser arbeitsintensiven Woche an der PH-Tirol wechselte das Projekt von der Vorbereitungs- in die Durchführungsphase und das neue Unterrichtskonzept konnte endlich erprobt werden.

## 3.2 Projektdurchführung

Grundsätzlich startete die eigentliche Projektdurchführung mit der vorab geplanten Projekt-Auftakt-Veranstaltung in der ersten Schulwoche. Jedoch musste noch vorab ein sog. „Schüler\_innen-Problemlöse-Testlauf“, zum Zweck der projektbedingten Datenerhebung und -Analyse, hinsichtlich Schüler\_innen-Problemlösefähigkeit durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurde die gesamte Klasse (21 Schüler\_innen) einen Tag vor Projektstart zusammengerufen und einheitlich mit einem beispielhaften Problem – *die prozesssichere Reproduktion einer mehrteiligen Schraubverbindung im Kundenauftrag (gemäß Muster)* – beauftragt. Dementsprechend musste die Klasse, nun aufgeteilt in ihre Fachgruppen, innerhalb von vier Unterrichtsstunden selbstständig vier funktionstüchtige Replikat sowie alle dazugehörigen „Nebenprodukte“ (technische Skizze etc.) realisieren. Dies war eigentlich ein Problemfall, der grundsätzlich mit den fachlichen Vorkenntnissen aus der 1. und 2. Klasse (Schulstufe) leicht zu bewältigen gewesen wäre. Doch die wesentliche Schwierigkeit lag dabei nicht in der Produktion der Teile, sondern in der mannigfachen Bewältigung der bis dahin unbekannt problemorientierten Aufgabenstellung und Sachlage. Immerhin musste das Problem zuerst in seiner Gesamtheit korrekt erfasst und analysiert werden (Teile messen, Messergebnisse mit Tabellen abgleichen, usw.), um in späterer Folge gemeinschaftlich in einem realisierbaren Handlungskonzept gelöst zu werden und letztendlich ein brauchbares Produkt liefern zu können. Letzten Endes scheiterten alle Fachgruppen am Problemfall und lieferten keine geeigneten Ersatzteile. Jedoch bot diese Situation der Projektleitung die Gelegenheit, die erste Ist-Zustandserhebung bzgl. *Problemlösefähigkeit der Schüler\_innen* und deren *Verhalten in Problemsituationen* über den ersten Schüler\_innen-Fragebogen (Schüler\_innen-Vorerhebung, Anhang I) und über den ersten Lehrer-Schüler\_innen-Beobachtungsbogen (Anhang IV) zu erheben.

Tags darauf fiel der eigentliche Startschuss des Projekts. Im Zuge einer mehrstündigen Start-Up-Veranstaltung wurde allen Beteiligten die projekt- und unterrichtsrelevanten Themen ausführlich präsentiert und erklärt.

Nach der offiziellen Begrüßung und Vorstellung aller Personen wurden die Kernelemente des Projekts und dessen Zielsetzungen mittels Präsentation und Informationsmappe nachvollziehbar dargestellt. Der Erklärungsbogen spannte sich von der ursprünglichen Ideenfindung und Definition über die ausführliche Konzeptionierung bis hin zum „nun“ vorgestellten, vielschichtigen Projekt.

Im Rahmen dieses Treffens wurde auch die komplexe und im Projekt verarbeitete Methoden-Umsetzung (Problem-based-Learning im fachpraktischen Projektunterricht der 3. Jahrgänge) anhand eines nachvollziehbaren Beispiels erklärt. Daher kamen auch die methodentypische Rollenverteilung (die Lehrperson als Tutor\_in, die Schüler\_innen als Hauptakteure) und die grundlegenden Prinzipien des Projekts (Kommunikationsregeln, wertschätzender Umgang, Engagement, Gleichberechtigung, Gender) zur Sprache.

Des Weiteren wurden die allgemein gültigen und die projekteigenen Rahmenbedingungen ausführlich erläutert, beispielsweise das lukrierte Projektbudget oder die Einbettung des Projekts im gültigen Lehrplan. Auch die Zusammenhänge mit der Institution IMST und der PH-Tirol wurden dargestellt.

In der darauffolgenden Frage- und Diskussionsrunde wurden noch allfällige Detailfragen gelöst, sodass wie geplant alle Fachgruppen und Tutoren für die Projektumsetzung gut vorbereitet waren und die Arbeiten in der darauffolgenden Woche starten konnten.

Nun lag es an den Fachgruppen und deren Tutoren, die einzelnen Problemfälle methodengerecht zu lösen und schrittweise das Lokomotive-Modell zu verwirklichen.

Da beinahe alle Fachgruppen gleichzeitig starteten und viele Prozesse parallel und teilweise in fachbereichsübergreifender Kooperation entwickelt wurden, wird in den nun folgenden Kapiteln der Projektablauf jeder Fachgruppe für sich beschrieben.

### **Die Umsetzung in der Arbeitsvorbereitung**

Die Gruppe der Arbeitsvorbereitung hatte grundsätzlich drei vorab konstruierte Problemfälle zu bearbeiten und zu lösen. Am Anfang stand die Herausforderung, eine erste Machbarkeitsanalyse für das Projekt zu erstellen. Da es das erste Problem der Schüler\_innen-Gruppe war, wurde viel Zeit investiert, um die ersten Schritte des Problem-Lösungs-Modells (Kapitel 3.1.2.2) umzusetzen. So bemühte sich die Gruppe zu Beginn alle im Fall verarbeiteten Inhalte und Begriffe ausführlich zu klären und für den Problemfall zu erschließen. Daraufhin versuchten die Schüler (in dieser Gruppe waren nur Burschen eingeteilt) mittels Sachverstand und Vorwissen die Kerninhalte ihres Problemfalls „Erstellung einer Machbarkeitsanalyse“ zu definieren und anhand einer ersten „Ideensammlung“ und Diskussion zu fokussieren. Laut den Angaben des Tutors waren alle sehr motiviert und engagiert dabei, jedoch benötigte die Gruppe gelegentlich seine Unterstützung, um alle erforderlichen Aspekte zu bedenken. Um

alle bereits erarbeiteten Informationen wieder aufrufen zu können, entstand ein digitales Sammeldokument, in dem alle bereits erarbeiteten und gehörten Informationen gelistet und niedergeschrieben waren. Entsprechend einfach gestaltete sich für sie der nächste Prozessschritt, die Sortierung und Priorisierung der Angaben. Durch die Gestaltung eines Ishikawa-Diagramms ergaben sich im Konsens der Gruppe relativ rasch die Lernfragen, die es für die Lösung des Problems noch zu finden galt. Unmittelbar nach Erhalt der Fragestellungen wechselten die Schüler in ihre Individualphase und begannen die in der Fallbeschreibung angeführten Quellen nach zielführendem Wissen zu durchforsten. Zwei Schüler bemühten sich bei ihrem Tutor, der die Rolle der Fachkraft verkörperte, um einen Besprechungstermin. Zwei Stunden später bat die gesamte Gruppe darum, die letzte Diskussionsrunde einzuläuten und die recherchierten Inhalte in Abgleich zu bringen. Der Tutor berichtete nachträglich von einem sehr kultivierten und zielstrebigem Vorgehen der Gruppe. Nur sehr selten musste er aktiv werden. Rasch wurde ein theoretisch fertiges und nachvollziehbares Konzept einer Machbarkeitsanalyse gefunden und letztendlich von allen Beteiligten eigenständig ausgeführt. Somit entstanden innerhalb kurzer Zeit (zwei Arbeitstage/Termine) eine fachlich korrekt ausgeführte Kostenrechnung, eine Werkstättenbelegung und ein produktgemäßer Zeitplan für alle Fachabteilungen.

Der zweite Problemfall beinhaltete im Wesentlichen die Erstellung und Wartung der Einzelteilzeichnungen sowie der Stücklisten des CAD-Modells. Aufgrund des vorab konstruierten, aber nicht angepassten digitalen Modells entstand eine umfangreiche und sehr bedeutsame Aufgabenstellung für das Projekt. Immerhin stellten die Ergebnisse dieses Prozesses viele weiterführende Informationen für die Arbeiten der restlichen Fachgruppen dar, denn Fehler im Zeichnungssatz hätten gravierende Probleme im Zusammenbau hervorgerufen. Auch die Verwaltung und die Verteilung der Dokumente musste fachlich korrekt geregelt werden. Wie beim ersten Fall wurde zu Beginn die Fallbeschreibung vorgelesen und gemeinsam besprochen, sodass alle Beteiligten auch die gleichen Vorstellungen entwickeln konnten. Auch die darauffolgenden Schritte funktionierten wie ursprünglich beschrieben und angedacht, einwandfrei. Demzufolge konnte die Gruppe schnell die gemeinschaftlich konstruierte und bestimmte Problemlösung angehen und verwertbare Resultate liefern.

Im letzten fachbereichsspezifischen Problemfall mussten der geschäftsmäßig ordentliche Schriftverkehr und das Bestellwesen des Projekts organisiert und umgesetzt werden. Wie in Fall zwei mussten dazu im Prozess Informationen aus den parallel arbeitenden Fachgruppen zusammengetragen und mit eingearbeitet werden. Dadurch erforderte die Lösungsfindung mehr Zeit als ursprünglich geplant. Beispielsweise hatte die Elektrofachgruppe den Problemfall, die für das Antriebskonzept notwendigen Komponenten zu bestimmen und eine vollständige und zweckmäßige Bestellübersicht zusammenzustellen. Zusätzlich erforderte die Individual-Lernphase von allen eine sehr akribische Auseinanderset-

zung mit dem theoretischen Kapitel des geschäftsmäßigen Schriftverkehrs und dem allgemeinen Bestellungsprozedere. Auch die Handhabung der Onlinebestellung und die dem Kaufvertrag zugrundeliegenden Geschäftsbedingungen mussten aufgegriffen und in der Lösungsumsetzung des Problemfalls verarbeitet werden. Zusammengefasst funktionierte die Methodenumsetzung im Bereich der Arbeitsvorbereitung reibungslos und wie geplant.



Abbildung 1: Arbeitsplanung in der AV

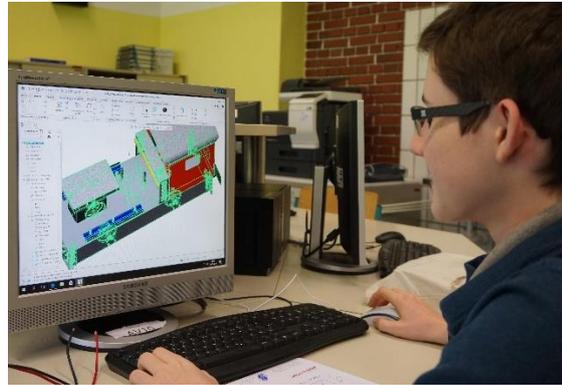


Abbildung 2: Erstellung der Einzelteilzeichnungen in der AV

### **Die Umsetzung in Werkzeug- und Vorrichtungsbau (WVB)**

Auch im Fachbereich des WVBs mussten drei Problemfälle methodengerecht aufgearbeitet werden. Angefangen wurde mit dem Problemfall „Karosserie“ (Anhang V). Der Fallbeschreibung nach musste eine tragfähige und fahrtüchtige Rohkarosserie der Lokomotive konzeptioniert und umgesetzt werden. Dem vorgegebenen Prozessmodell nach mussten die Schüler erst einmal (auch diese Gruppe bestand nur aus männlichen Schülern) über die vorliegende Fallbeschreibung und ihre Vorkenntnisse erste Lösungswege konstruieren und schriftlich dokumentieren. Infolgedessen wurden die Kernthemen aus dieser Sammlung herausgearbeitet und daraus Lernfragen entwickelt. Durch den Umstand, dass sehr viele relevante Themen und Aspekte bereits in den vorangegangenen Unterrichtsjahren angeeignet wurden, konnten viele Vertiefungen aufbereitet werden. Dementsprechend wegweisend gestaltete sich auch die darauffolgende Wissenspräsentations- und Diskussions-Runde. Als Resultat wurde ein überaus durchdachter Umsetzungsplan entwickelt und verfolgt. So wurden schlussendlich die unteren Chassisteile in Eigenregie und die maßlich engtolerierten Oberteile fertigungstechnisch auf einen Zulieferer ausgelagert. Der endgültige Zusammenbau erfolgte wiederum im Unterricht.



Abbildung 3: Biegen der Motorhaube

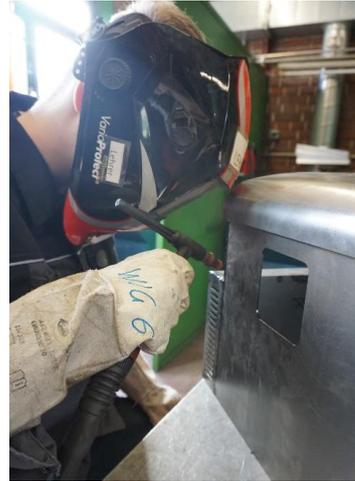


Abbildung 4: Schweißarbeiten an der Fahrkabine

Im zweiten Problemfall musste eine funktionsgemäße, aber auch umsetzbare Lösung der Antriebsmontage gefunden werden. Da das Lokmodell von einem Elektromotor mit Kettentrieb bewegt werden sollte, mussten die Schüler bereits zu Beginn des (Lösungs-)Prozesses viel Zeit und Energie in die Ausarbeitung einer vollumfassenden Sammlung der zu berücksichtigenden Themen stecken. Auch die anleitende Unterstützung des Tutors wurde hin und wieder in der Diskussion und Ideenfindung beansprucht, um letztendlich die nächsten Prozessschritte in Angriff nehmen zu können und geeignete, aufeinander abgestimmte Lernfragen zu finden. In der darauffolgenden, individuellen Lernphase wurden nach Berichten des Tutors vermehrt „Fachgespräche“ geführt und viele mögliche Detailinhalte fundiert aufgearbeitet. Schließlich wurde nach prozessbedingter Wissenspräsentation und Lösungsdiskussion ein praktisch leicht umsetzbares, aber vollständig feinjustierbares Säulensystem gemeinschaftlich als Lösungsoption bestimmt und umgesetzt.

Als letzte technische Herausforderung musste noch die Achslagerung bzw. die Fahrwerksträger des Lokmodells umgesetzt werden. Auf den ersten Blick ein relativ umfangreiches und komplexes technisches Problem mit vielen möglichen Fallstricken. Immerhin mussten viele Informationen und Arbeitsergebnisse sowie kleine Fehler anderer Fachgruppen mit Bedacht werden. Jedoch erkannte die Lerngruppe bereits zu Beginn alle erschwerenden Umstände richtig und einigte sich auf ein geeignetes Lösungskonzept. Auch die individuellen Lernfragen konnten schnell definiert und für die persönliche Wissensakquise freigegeben werden. Die individuelle Lernfragenausarbeitung und Recherche funktionierten wie erwünscht selbstständig und sachgerecht. Alle Informationen wurden den Lerngruppen-Kollegen fachkundig mitgeteilt und demonstriert. Letztlich wurde ein leicht umsetzbares und beachtenswert logisches Handlungskonzept gefunden und der Bau der Achsträger konnte beginnen.



Abbildung 5: Fräsen der Fahrwerksträger Teile



Abbildung 6: Bau des Lok-Unterbaus

### Die Umsetzung in der CNC-Technik

Das Fach der CNC-(technischen)-Praxis scheint erstmals in den Lehrplänen der 3. Klasse (Jahrgänge) auf. Dadurch müssen die Schülerinnen und Schüler eingangs viele neue Informationen und Fähigkeiten theoretisch erlernen. Erst dann konnten sie diese umfassende „Technik-Themen-Zusammensetzung“ praktisch und vor allem fachkompetent, ohne allfällige Defekte und Schäden, in Anwendung bringen.

Aus diesem Grund wurde bereits während der Projektvorbereitung darauf geachtet und lediglich zwei Problemfälle wurden konstruiert. Zusätzlich startete der Unterricht nicht mit der methodenbedingten Problemfallbearbeitung, sondern mit einer allumfassenden, gewohnt frontal abgehaltenen Themen-Einführung und Unterweisung durch die Lehrperson. Erst im Anschluss daran wurde der erste Problemfall zur methodengerechten Bearbeitung an die Lerngruppe weitergeleitet.

Der erste Fall erforderte die Konzeptionierung eines vollständigen CNC-Produktionsprozesses sowie die erforderliche Herstellung der benötigten Lokachsen, gemäß den gesetzten Standards (Modellbaustandard – „Spur5“, allgemeingültige Fertigungsnormen etc.). Jedoch hatte die Gruppe trotz einführerischer Beschulung (Methodenanwendung und Fachwissen) immense Schwierigkeiten, den systemischen Lösungsweg aufzunehmen und selbstständig aktiv zu werden. Nur mit Hilfe des Tutors konnte das Problem in seine Teile zerlegt und fachgerecht bestimmt werden. Auch die erste Ideenfindung bedurfte der tutoriellen Anleitung/Unterstützung. Als logische Konsequenz dessen wurde in Rücksprache mit der Projektleitung das erste Problem mit verstärktem Einsatz der Lehrperson schrittweise weiterbearbeitet und auch finalisiert.

Hingegen funktionierte die Umsetzung des zweiten Problemfalls beinahe problemlos. Wohl auch aus dem Grund, weil der Problem-Grundcharakter in beiden Fällen ähnlich war und damit die CNC-anwendungstechnischen Erfahrungen aus Fall 1 direkt zum Einsatz gebracht werden konnten. Somit beschäftigten sich die Schüler (die CNC-Gruppe umfasste nur männliche Schüler) zuerst mit der detaillierten und klärenden Problemfallanalyse und versuchten im Anschluss mittels Ideenfindung etwaige erste

Lösungswege und Kernthemen auszumachen. Über den darauffolgenden Meinungs-austausch wurden viele spezifische Lernfragen definiert und die eigentlich methodenrelevante Individualarbeit, das problemorientierte Lernen, konnte beginnen. Im Zuge der zielgerichteten und systemischen Literatur-Recherche wurden die unterschiedlichen und lösungsrelevanten Problemaspekte lern-technisch erarbeitet und als präsentierbarer Kurzvortrag aufbereitet. Erst im Nachhinein verfassten die Schüler selbstständig aus allen erlernten und dargebotenen Inhalten/Lernergebnissen ein umsetzbares Handlungskonzept für die abschließend durchgeführte Räderproduktion.

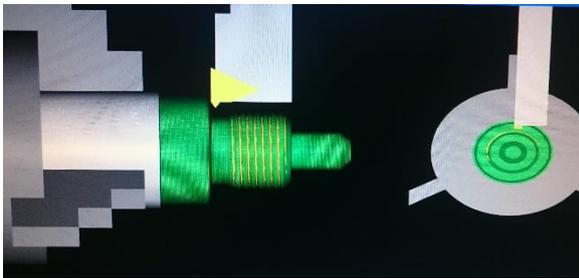


Abbildung 7: Simulation der Achsprogramme in der CNC

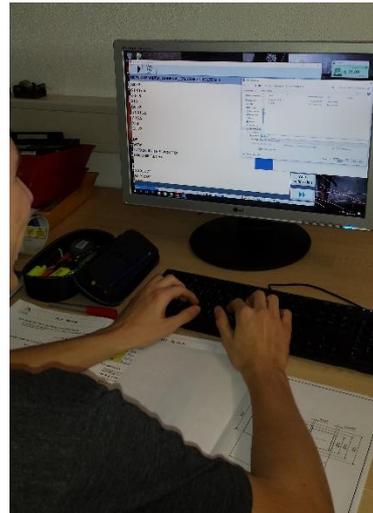


Abbildung 8: Programmerstellung in der CNC

### Die Umsetzung im Elektro-Labor

Das Elektro-Labor zählt auch zu den fachpraktischen Unterrichtsgegenständen, die erstmals im Stundenplan der 3. Jahrgänge vorkommen und die Schüler\_innen vor absolut neue Herausforderungen stellen. Dennoch begann der problemorientierte Unterricht unmittelbar mit dem Start des Unterrichtsjahres. Somit waren die Schülerinnen und Schüler der Lerngruppe ab dem ersten Unterrichtstag damit beschäftigt, ihre erste problemorientierte Herausforderung zu meistern und ein Konzept der benötigten Elektro-Komponenten zu planen. Erschwert wurde diese Aufgabenstellung zusätzlich von den allgemeingültigen Kriterien, dem zu bewegenden Gesamtgewicht, den erforderlichen Geschwindigkeiten und den Bewegungsrichtungen der Lok. Die Gruppe versuchte anfangs alle bedeutsamen Inhalte aus der Fallbeschreibung heraus zu filtern und über das eigene, bis dato lückenhafte, Vorwissen in einer ersten Ideen-Sammlung zusammenzuführen. Leider stellte sich heraus, dass der Mangel an Vorkenntnissen und die neue methodische Unterrichtsform (Problem-based-Learning) die Lerngruppe überforderte und keine brauchbaren Ergebnisse erarbeitet werden konnten. Auch die Unterstützung und wiederholte Bemühungen des Tutors konnten die Situation nicht verbessern. Infolgedessen versuchte der

Lernbegleiter punktuell diverse Inputs zu liefern. Trotz aller tutoriellen Bemühungen kämpften die Schüler\_innen weiterhin mit Schwierigkeiten. Folglich reagierte die Projektleitung und gab der betroffenen Lehrperson die Möglichkeit, das Problem in Zusammenarbeit mit den Schüler\_innen schrittweise und prozessgemäß zu lösen sowie eine gesamtprojekttaugliche Komponentenzusammenstellung zu bewerkstelligen.



Abbildung 9: Dimensionierung der E-Bauteile

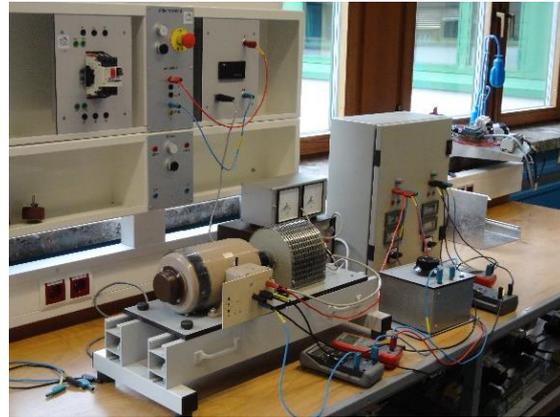


Abbildung 10: Der Versuchsaufbau des Steuerungskonzepts

Auch die Problemfälle zwei und drei scheiterten bereits in der ersten Bearbeitungsphase. Leider behinderte der Mangel an fachlichen und methodischen Vorkenntnissen die Lösungsfindung derart, dass ohne Hilfe des Tutors kein Fortschritt zu erwarten war. Eine endgültige „Herausnahme“ der Fachgruppe aus dem Projekt wurde hingegen nicht als zweckmäßig empfunden. Einerseits hätten die Schüler\_innen keinerlei methodisch angeleitete Problemlösungserfahrungen machen können und andererseits hätten allenfalls die fehlenden Prozess- und Arbeitsergebnisse das gesamte Projektvorhaben wesentlich verändert. Folgend ein Tutor-Zitat: *„Ein Lokmodell ohne Bewegungsfunktion wäre kein erstrebenswertes Endresultat“*. Nichtsdestotrotz versuchte die Lehrperson in Absprache mit der Projektleitung, die methodische Grundstruktur des Fachunterrichts aufrechtzuerhalten und die Problemlösefähigkeit der Schüler\_innen über die restlichen Problemfälle schritt- und prozessweise zu schulen und zu fördern. Letzten Endes wurde auch das Steuerungskonzept in einem Laboraufbau erprobt und im Modell funktionsgemäß installiert.

### **Der Projektabschluss**

Kurz vor Weihnachten 2016 war es dann soweit. Die Lokomotive stand fertig im Klassenraum der Arbeitsvorbereitung und alle beteiligten Fachgruppen trafen sich ein letztes Mal, um die Ergebnisse ihres Schaffens gemeinsam in Augenschein zu nehmen und zu besprechen. Zu Beginn bedankte sich die Pro-

jektleitung bei allen Beteiligten und resümierte die letzten dreieinhalb Monate Projektunterricht anhand einer Fotopräsentation. Daraufhin stellten alle Fachgruppen im Plenum ihre (Produkt-)Ergebnisse vor und berichteten kurz von ihren Erfahrungen im Umgang mit Problemen und der neuen Unterrichtsmethode. Auch retrospektiv betrachtete „Prozess-Fehlentscheidungen“ wurden angesprochen und diskutiert. Immerhin sollte, nach Meinung der Klasse, das Projekt eine Fortführung im fachpraktischen Unterricht der HTL-Jenbach finden und „momentane Produktfehler/-Schwächen“ sollten als Erkenntnisbasis für weiterführende Projektvorhaben dienen. Zum Abschluss wurde noch ein gemeinsamer Projektgruppen-„Exkursionstermin“ fixiert, an dem das Lokomotivmodell erstmals von allen Beteiligten auf einer bestehenden Gleisbahn (eines Tiroler Modellbauvereins) ausführlich getestet werden soll. So sollte das Projekt auf diese Weise gebührend abgeschlossen werden.

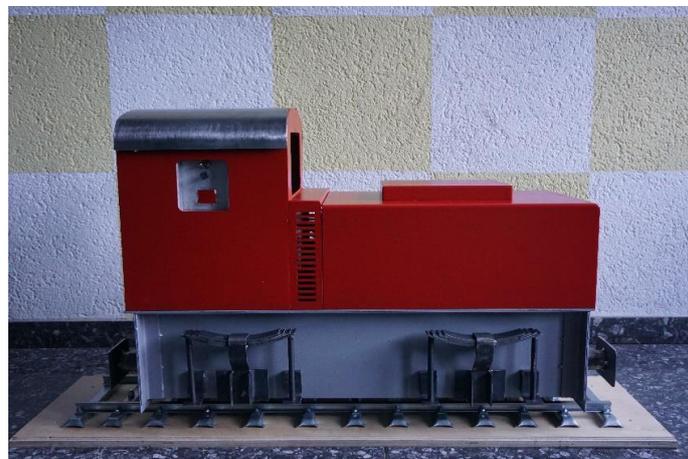


Abbildung 11: Das fertige Modell

### **Die Tätigkeit der Projektleitung während des Projektverlaufs**

Die Projektleitung übernahm während der Projektdurchführung alle projekt-koordinativen und beobachtungsrelevanten Aufgaben. Sie stand aber auch stets den projektinvolvierten Lehrerkollegen beratend und unterstützend zur Seite. Erst durch die fortlaufende Betreuung und gemeinsame Reflexion der Unterrichtsinhalte (nach jedem Unterrichtstag folgte eine Nachbesprechung) konnten erstens die kleinen, „methoden-erstanwendungstypischen“ Schwächen pragmatisch und kurzfristig ausgebessert und zweitens wertvolle Erkenntnisse auf Lehrer\_innen-Ebene gewonnen werden.

## 4 EVALUATIONSMETHODEN

Wie bereits in Kapitel 3.1.3 erwähnt, wurde im Zuge der Ausbildung an der PH-Tirol auch das Evaluierungskonzept hinsichtlich Schüler\_innen- und Lehrer\_innen-Ziele (Kapitel 2.1 und 2.2) entwickelt.

So entstanden auf der Basis von *Google-Formular* zwei unterschiedliche Fragebögen für die Schüler\_innen. Der erste Schüler\_innen-Fragebogen kam grundsätzlich nach der ersten Problemkonfrontation (beschrieben in Kapitel 3.2) zum Einsatz und erhob die momentane Ausgangslage des bis dato unstrukturierten und gewohnt unerprobten Problemlöseverhaltens der Schüler\_innen (siehe Anhang I – Schüler\_innen-Fragebogen-Vorerhebung).

Der zweite Schüler\_innen-Fragebogen wurde am Ende der letzten, gruppenspezifischen Aufgabenstellung zur Bearbeitung freigegeben. Dieser Fragebogen sollte im Wesentlichen die Entwicklung der Problemlösefähigkeit erheben und im Abgleich mit den Ergebnissen aus Fragebogen 1 die vorab erklärten Zielsetzungen verifizieren (siehe Anhang II – Schüler\_innen-Fragebogen – Enderhebung). Außerdem wurde im Zuge dieser Erhebung auch die Tauglichkeit des Unterrichtskonzepts aus der Sicht der Schüler\_innen abgefragt.

Um die Entwicklung der schüler\_innen-eigenen Problemlösefähigkeit auch aus Sicht der beteiligten Lehrer (Tutoren) wiederzugeben, wurde ein eigener, auf Microsoft-Excel-basierender Beobachtungsbogen entwickelt (siehe Anhang IV – Lehrer-Schüler\_innen-Beobachtungsbogen). Dieser wurde zweifach eingesetzt, einmal vor und einmal nach Fertigstellung aller Problemaufgaben. Die Ergebnisse wurden anonymisiert an die Projektleitung zurückgeleitet.

Um die Zielsetzungen auch auf Lehrer\_innen-Ebene überprüfen zu können, wurden die Ergebnisse aus den fortwährend geführten Unterrichtsnachbesprechungen zusammengefasst und ausgewertet.

### **Die Verteilung der Fragebögen**

Die Distribution der Fragebögen verlangte eine für alle Beteiligten pragmatisch und unkompliziert anwendbare Verteilungsoption. Dementsprechend wurde in der Intensivwoche an der PHT auf der Basis von *Google-Formular* eine universell einsetzbare Lösung konzipiert und mittels QR-Codes bzw. Web-Links an alle Personen weitergegeben. So konnten alle unmittelbar über ihr eigenes Smartphone oder über den frei zugänglichen Werkstätten-Computer anonym darauf zugreifen und den Fragebogen ausfüllen.

Um allfälligen Verständnisproblemen und Handhabungsfehlern während den Erhebungen effektiv entgegen zu wirken, wurden von der Projektleitung alle Fragebögen, vor ihrer Verteilung, ausführlich erklärt und besprochen.

## 5 ERGEBNISSE

Im nachfolgenden Kapitel werden die gesamten Evaluierungsergebnisse des Projekts grafisch dargestellt und interpretiert.

### 5.1 Evaluierungen der Ziele auf Schüler\_innen-Ebene

Zur Evaluierung der Ziele auf Schüler\_innen-Ebene werden zwei Schüler\_innen-Fragebögen und die Ergebnisse der Lehrerbeobachtungen herangezogen.

#### 5.1.1 Ergebnisse der Schüler\_innen-Ersterhebung

Der erste Schüler\_innen-Fragenbogen umfasste im Wesentlichen drei Fragestellungen und erhob die erste schüler\_innen-eigene Selbsteinschätzung bzgl. angewandter Problemlösefähigkeit, unmittelbar nach dem beispielhaft inszenierten Problemfall-Erstkontakt (erwähnt in Kapitel 3.2).

Von 21 zugeteilten Fragebögen wurden alle vollständig beantwortet retourniert und bieten die Basis der Dateninterpretation.

Zu Frage 1: Die erste Fragestellung klärte (ersichtlich in Diagramm 1), ob der gestellte Problemfall innerhalb der Klein- bzw. Fachgruppe ohne methodische Vorkenntnisse selbstständig gelöst werden konnte.

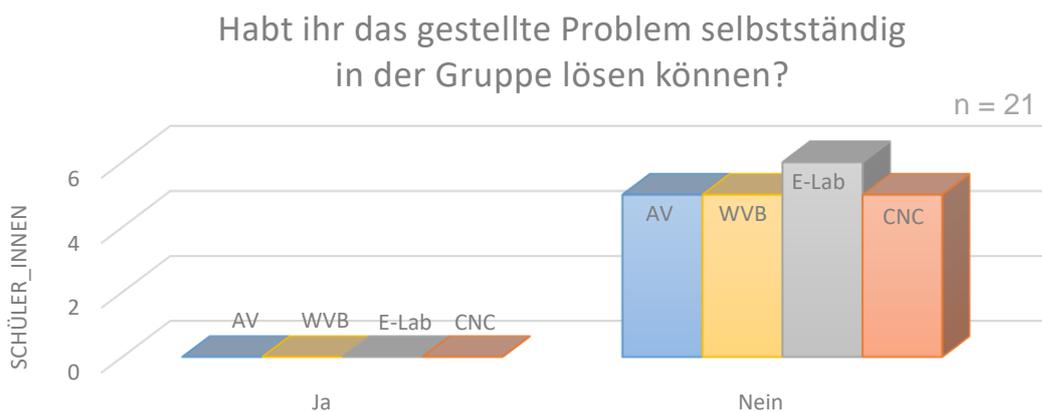


Diagramm 1: Ergebnisse aus Fragestellung 1 der Eingangserhebung

Wie dem Diagramm 1 entnommen werden kann, agierte jede Fachgruppe gemäß Projektbeschreibung selbstständig und versuchte den beispielhaften Problemfall zu lösen. Jedoch scheiterten alle Schüler\_innen und keine Fachgruppe konnte eine Lösung bewerkstelligen.

Zu Frage 2: Erst mit dieser reflexiven Betrachtungsweise des Problemlösevorgangs, die für die Beantwortung der Frage 1 erforderlich war, konnte die darauffolgende, zweite Fragestellung wahrheits- und sinngemäß beantwortet und das Niveau der eigenen Problemlösefähigkeit verortet werden. Demgemäß versuchte Fragestellung 2, die „momentane“ Einschätzung der eigenen Problemlöse-Fähigkeit zu erheben und abzubilden.

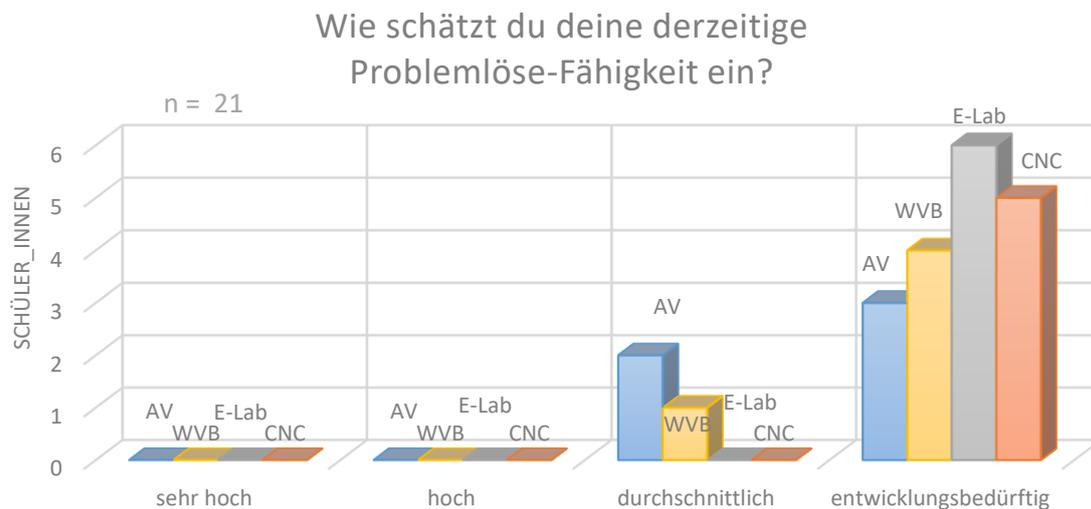


Diagramm 2: Ergebnisse aus Fragestellung 2 der Eingangserhebung

Folglich zeigt Diagramm 2, dass sich in Summe nur drei Schüler\_innen von insgesamt 21 mit einer „durchschnittlichen“ Problemlösefähigkeit und die restlichen 18 Schüler\_innen mit „Entwicklungsbedarf“ sahen. Betrachtet man nun die unterschiedlichen Fachbereiche, so haben sich alle Schüler\_innen des CNC-Fachbereiches (fünf Schüler\_innen) und des Elektrolabors (sechs Schüler\_innen) ausschließlich mit „entwicklungsbedürftig“ beurteilt. Im Bereich der AV und des WVBs haben sich jedoch zwei im AV-Bereich und eine/r im WVB-Bereich mit „durchschnittlichen“ Problemlösefähigkeiten gesehen. Nur vier Schüler\_innen des WVB- und drei des AV-Bereichs haben sich mit entwicklungsbedürftigen Fähigkeiten beurteilt.

Zu Frage 3: In der dritten Fragestellung wurde das momentane Verhalten beim Auftreten einer Problemsituation hinterfragt. Dazu standen grundsätzlich vier Konfrontationsvarianten und dadurch vier Antwortmöglichkeiten zur Verfügung (in Diagramm 3 ersichtlich). Die erste Antwortvariante beschrieb Probleme als Hindernisse, die es zu umschiffen oder abzuwehren gilt. Die Zweite betrachtete Probleme als Situation der eigenen Überforderung und dass eine Lösung außerhalb der eigenen Möglichkeiten steht. In Variante drei begegnet man zukünftigen Problemen ruhig und besonnen und man verwendet bestehendes Wissen versuchsweise zur Lösung. Mit der vierten und letzten Antwortvariante betrachtet man Probleme als persönliche Herausforderung und sieht sie als Ansporn für neue Lernprozesse.

## Wenn du technischen Problemen begegnst, wie verhältst du dich grundsätzlich?

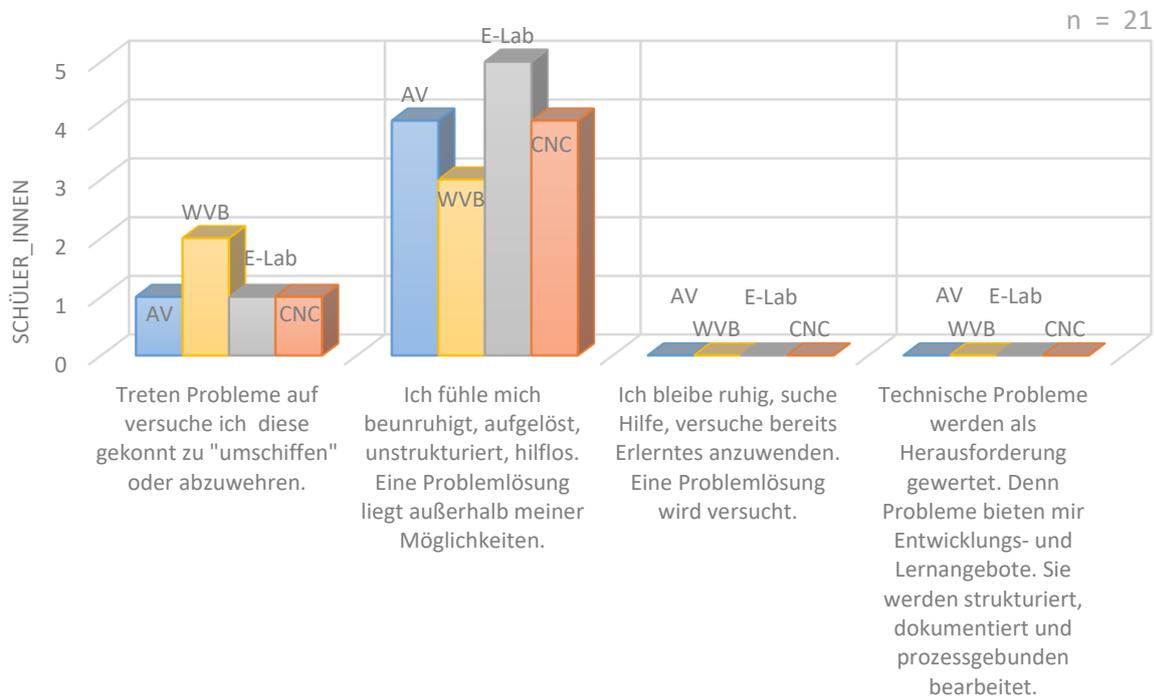


Diagramm 3: Ergebnisse aus Fragestellung 3 der Eingangserhebung

Diagramm 3 zeigt, dass sich die Mehrheit der Schüler\_innen (16) aller Fachbereiche in der Konfrontation mit Problemen beunruhigt und unstrukturiert einschätzt bzw. eine Problemlösung nicht in ihren Möglichkeiten sieht. Fünf Schüler\_innen versuchen ihren Angaben nach Probleme bewusst zu umschiffen bzw. abzuwehren. Die fachbereichsspezifische Betrachtung hat in dieser Fragestellung keinerlei Bedeutung, denn die beispielhafte Problemstellung, die dieser Vorerhebung voranging, setzte noch vor dem Projektbeginn an und alle Schüler\_innen wiesen keine methodischen Problemlösungskennnisse auf.

### Interpretation

Zusammengefasst betrachtet wies ein Großteil der Schüler\_innen vor Beginn des problemorientierten Projekts erheblichen methodischen Entwicklungsbedarf auf und schätzte seine Problemlösefähigkeit und sein Problemlöseverhalten auf sehr geringem Niveau ein. Da alle Schüler\_innen an der ersten beispielhaften Problemkonfrontation scheiterten, das fachliche Niveau dieser Aufgabe aber nur auf dem Level der 1. und 2. Schulstufe lag, kann das schlechte Ergebnis auf die noch mangelhaften methodischen Vorkenntnisse der Schüler\_innen zurückgeführt werden. Auch die Ergebnisse aus Fragestellung

2 bestätigen diesen Umstand. Immerhin beurteilten 18 der insgesamt 21 Schüler\_innen ihre „momentane Problemlösefähigkeit als „entwicklungsbedürftig“ und 16 Schüler\_innen fühlten sich, gemäß dem Ergebnis zu Frage 3, in der Auseinandersetzung mit Problemen hilflos, unwohl bzw. sahen eine Lösung außerhalb der eigenen Möglichkeiten. Einen positiven Effekt erzielte die beispielhafte Problemkonfrontation aber doch, alle Schüler\_innen konnten einheitlich auf das Thema Problemlösen sensibilisiert werden.

### 5.1.2 Ergebnisse der Schüler\_innen-Abschlusserhebung

Der zweite Schüler\_innen-Fragebogen wurde zum Abschluss des letzten fachgruppenspezifischen Problemfalls an die Schüler\_innen der Kleingruppen (AV, WVB, CNC und E-Lab) verteilt und erhebt demzufolge die Veränderungen der Schüler\_innen-eigenen Selbsteinschätzung bzgl. des Problemlöseverhalten und der individuellen Problemlösefähigkeit. Der Fragebogen enthielt aber auch allgemeine Fragestellungen hinsichtlich Projektrealisierung, Methodeneinsatz im Unterricht und der Bedeutsamkeit des „lebenslangen Lernens“.

Auch dieser Abschlussfragebogen wurde von allen Schüler\_innen der Versuchsklasse (21) angenommen und nach kurzer Bearbeitungszeit vollständig bearbeitet retourniert (Rücklaufquote 100 %).

Zu Frage 1: Die erste Fragestellung der Abschlusserhebung erhob prinzipiell, ob und wie viele Projekt-Teilprobleme aus Sicht der Fachgruppen selbständig, also nur mit methodenkonformer Unterstützung des Tutors/der Tutoren, gelöst werden konnten.

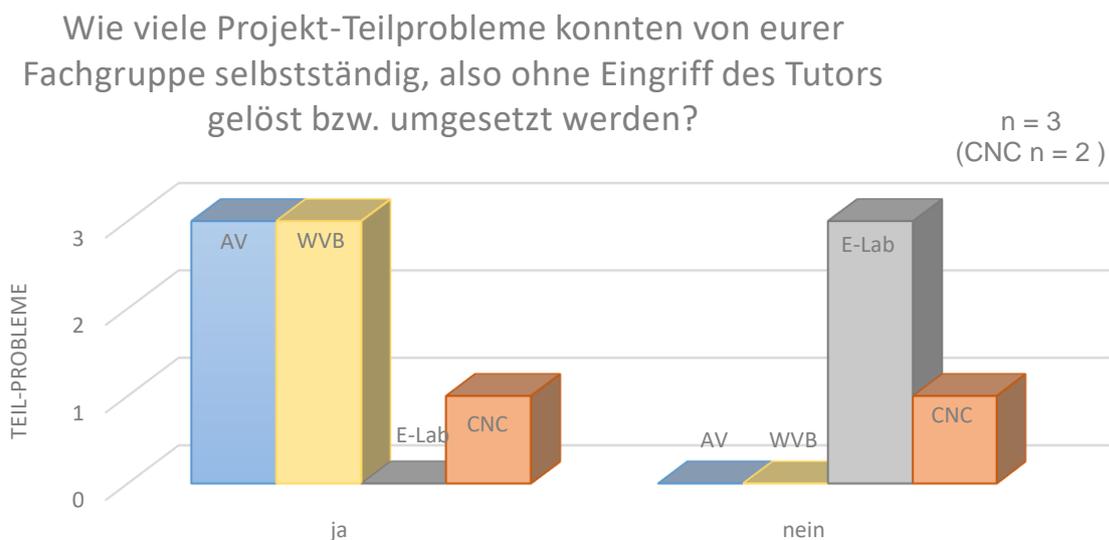


Diagramm 4: Ergebnisse aus Fragestellung 1 der Abschlusserhebung

Das Diagramm 4 zeigt, dass alle drei Teilprobleme in den Fachgruppen AV und WVB selbstständig abgeschlossen werden konnten. Im Bereich der CNC-Technik konnte hingegen nur einer von insgesamt zwei fachspezifischen Problemfällen ohne Tutorenunterstützung gelöst werden. Die E-Labor-Fachgruppe konnte keinen Problemfall (drei von drei) eigenständig lösen.

Die zweite Fragestellung wurde als ergänzende Vertiefungsfrage gestellt und versucht die Gründe für die Unterstützungsmaßnahme zu erörtern. Die Lösung eines Problemfalls konnte nach der Methode des Problem-based-Learnings entweder an Zeitmangel (zu wenig Zeitressourcen) oder an mangelhafter fachlicher Vorkenntnis scheitern. Im Allgemeinen konnten jedoch nur Schüler\_innen, die die vorhergehende Frage (Fragestellung 1) mit „Nein“ beantworteten, eine Erklärung dazu abgeben.

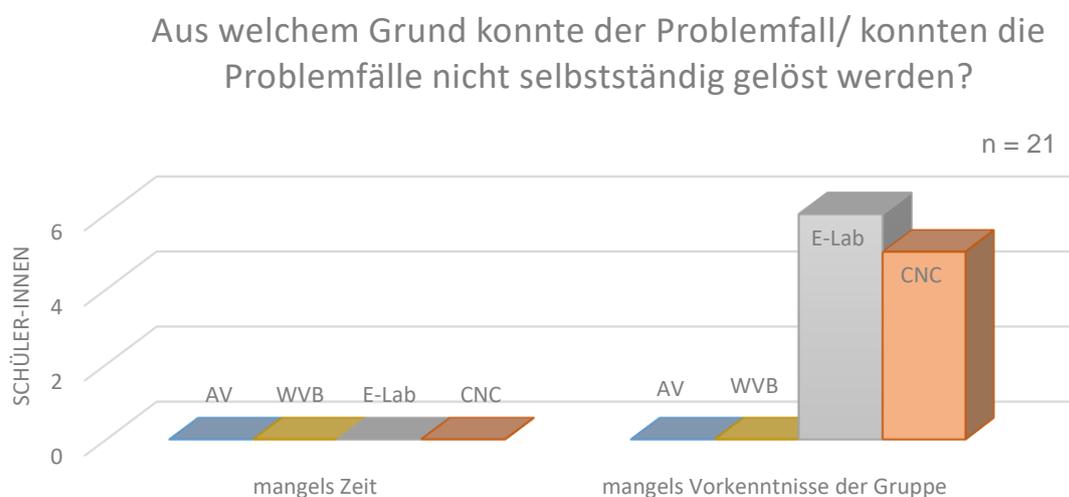


Diagramm 5: Ergebnisse aus Fragestellung 2 der Abschlusserhebung

Das Diagramm 5 schildert, dass alle Schüler\_innen des Elektro-Labors (sechs) und der CNC-Fachgruppe (fünf) einheitlich die unzureichenden basalen fachspezifischen Vorkenntnisse als Grund angaben. Die Schüler der Bereiche AV (fünf) und WVB (fünf) gaben keine Begründungen ab.

Fragestellung 3 versuchte, wie bereits Fragestellung 2 aus dem Schüler\_innen-Ersterhebungsbogen, die „momentane“ Selbsteinschätzung der eigenen Problemlöse-Fähigkeit zu erheben und demnach eine mögliche Veränderung im Datenvergleich zwischen Projektanfang und Ende darzustellen.

### Wie schätzt du deine derzeitige Problemlösefähigkeit ein?

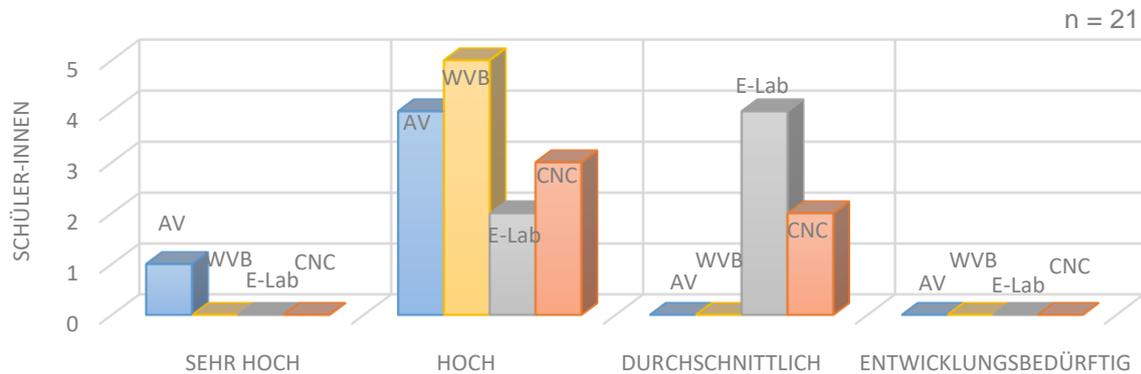


Diagramm 6: Ergebnisse aus Fragestellung 3 der Abschlusserhebung

Diagramm 6 zeigt, dass kein/e Schüler\_in der Versuchsklasse (in Summe 21) ihre/seine Problemlösefähigkeit nunmehr als „entwicklungsbedürftig“ betrachtet. In den Fachbereichen der AV schätzte ein/e Schüler\_in ihre/seine derzeitigen Fähigkeiten sogar als „sehr hoch“ ein. Die restlichen vier Schüler\_innen der AV hingegen sahen ihre Fähigkeiten auf „hohem“ Niveau. Auch die gesamte Fachgruppe des WVBs (fünf Schüler\_innen) sowie zwei Schüler\_innen des E-Labors und drei der CNC-Technik teilten diese Einschätzung. Als „durchschnittlich“ bewerteten vier Personen des Elektro-Labors und zwei Personen der CNC-Technik ihre Fähigkeiten.

Die Fragestellungen 4 bis 7 waren Vertiefungsfragen hinsichtlich der Schüler\_innen-Fähigkeit Probleme zu lösen und nahmen Zielsetzungen des problemorientierten Unterrichts auf.

Frage 4 versuchte grundsätzlich zu klären, ob durch die neue Unterrichtsmethode die Transferfähigkeit (also Wissen neu zu kombinieren, in unterschiedlichsten Aufgabenstellungen anzuwenden und auf neue Situationen zu übertragen) gefördert werden konnte.

### Verbesserte die neue Unterrichtsmethode deine Fähigkeit Wissen und Fertigkeiten in unterschiedlichen Situationen gezielt zu kombinieren und anzuwenden?

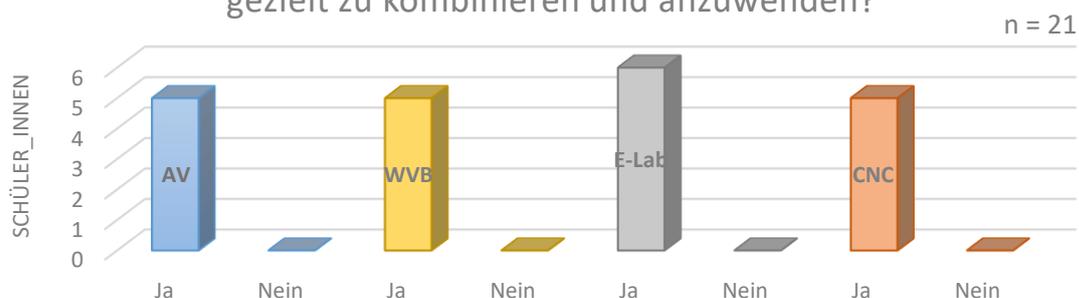


Diagramm 7: Ergebnisse aus Fragestellung 4 der Abschlusserhebung

In Diagramm 7 wird ersichtlich, dass alle Schüler\_innen der Versuchsklasse (n = 21) und aller Fachgruppen die Ansicht teilten, dass die im Projekt umgesetzte Unterrichtsmethode des Problem-based-Learnings ihre Transferfähigkeit verbesserte.

Frage 5 ermittelte, ob die Unterrichtsmethode des Problem-based-Learnings die schülereigene Fähigkeit verbesserte, Probleme strukturiert aufzuarbeiten.

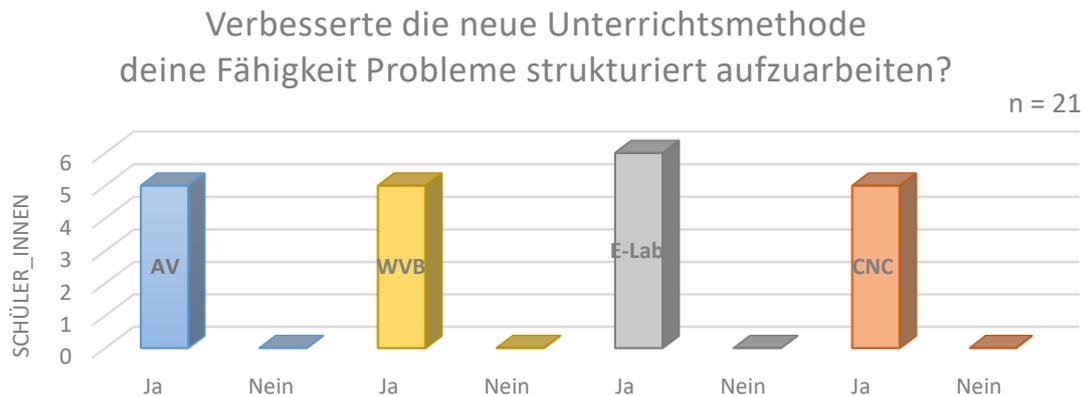


Diagramm 8: Ergebnisse aus Fragestellung 5 der Abschlusserhebung

Gemäß dem im Diagramm 8 zusammengefassten Befragungsergebnis konnte die Fähigkeit, Probleme strukturiert aufzuarbeiten, gesamtheitlich (für 21 Schüler\_innen) verbessert werden.

Mit Fragestellung 6 wurde versucht zu ermitteln, ob die Methode des Problem-based-Learnings die Fähigkeit sich selbst, aber sich auch mit Kolleginnen und Kollegen zu organisieren, verbessern konnte.



Diagramm 9: Ergebnisse aus Fragestellung 6 der Abschlusserhebung

Diagramm 9 teilt demzufolge mit, dass lediglich 18 von insgesamt 21 Schüler\_innen eine Verbesserung der Organisationsfähigkeit durch Problem-based-Learning sehen. Jeweils ein/e Schüler\_in des Fachbereichs AV, WVB und CNC sahen keine Entwicklung.

Die Frage 7 stellte fest, ob mittels Problem-based-Learning die Analysefähigkeit der Schüler\_innen verbessert werden konnte.

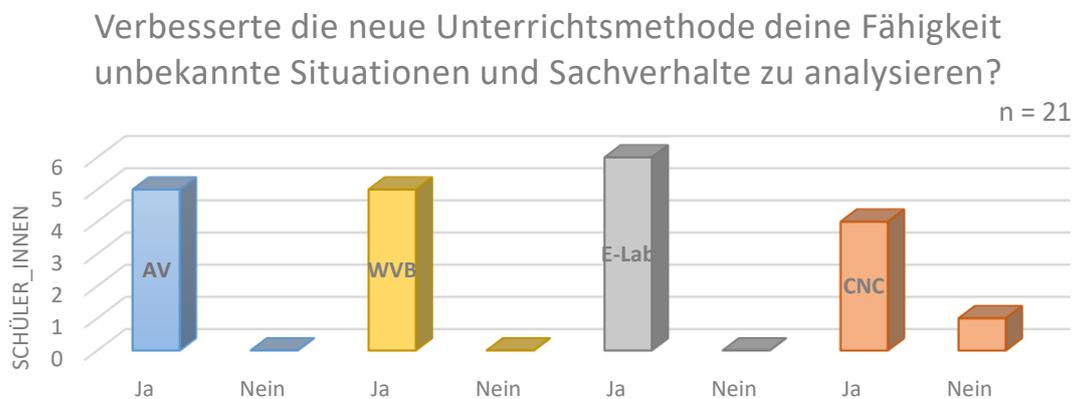


Diagramm 10: Ergebnisse aus Fragestellung 7 der Abschlusserhebung

Diagramm 10 erklärt, dass nur eine Person von insgesamt 21 aus dem Fachbereich der CNC-Technik keine Verbesserung hinsichtlich ihrer/seiner Analysefähigkeit sieht. Die restlichen Schüler\_innen konnten durch Problem-based-Learning eine Verbesserung ihrer Analysefähigkeit erfahren.

Die Fragestellung 8 nahm die zweite Fragestellung aus der Schüler\_innen-Eingangserhebung wiederholt auf und erhob die Einschätzung, wie zukünftig, also nach erfolgter Methodenanwendung und abgeschlossenem Projekt, technischen Problemsituationen begegnet wird. Auch hier waren wieder vier Antwortoptionen möglich und versuchten das aktuelle Problemlöseverhalten abzubilden. Antwortvariante 1 beschrieb Probleme als unüberwindbare Hindernisse, die es zu umschiffen oder abzuwehren gilt. Antwortoption 2 definierte Probleme als Situation der persönlichen Überforderung, deren Lösung außerhalb der eigenen Möglichkeiten gesehen wird. Laut Antwortvariante 3 begegnet man zukünftigen Problemen ruhig und besonnen und versucht das Problem mit bereits erlerntem Wissen und Fertigkeiten zu lösen. Wählte man Antwort 4, so betrachtet man Probleme als persönlichen Anreiz und Triebfeder, sich fachlich weiterzuentwickeln.

Wenn du zukünftig mit einem (unbekannten) technischen Problem konfrontiert bist, wie würdest du dich selbst einschätzen?

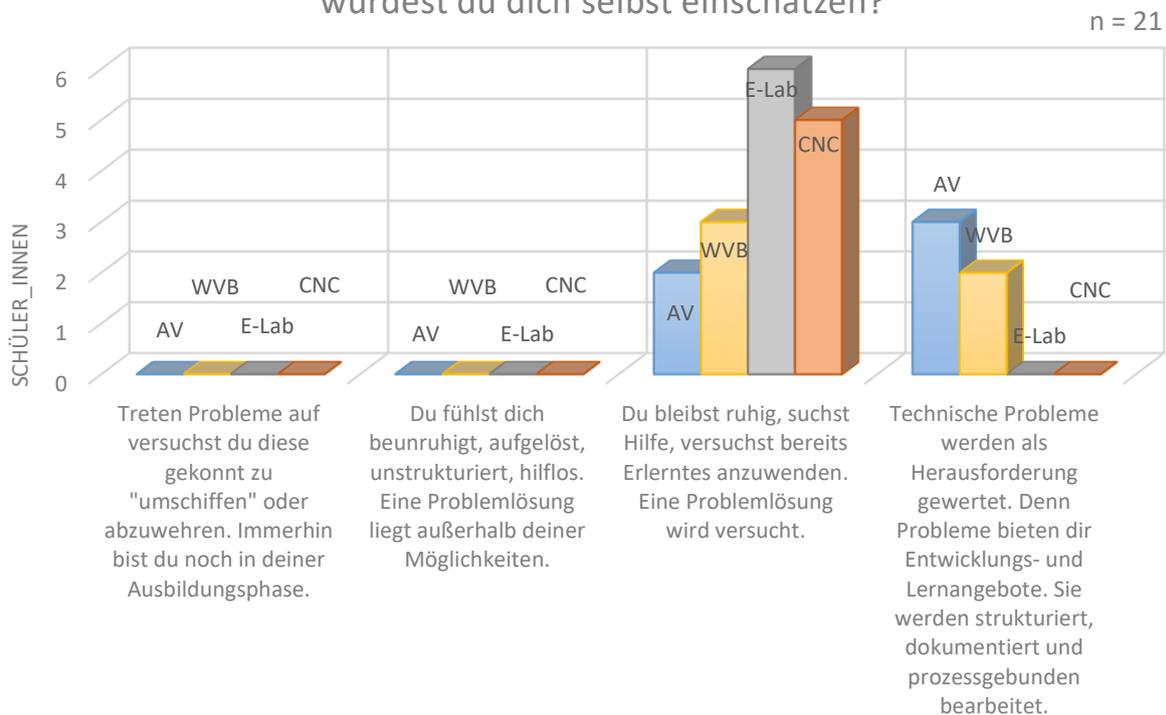


Diagramm 11: Ergebnisse aus Fragestellung 8 der Abschlusserhebung

In Diagramm 11 wird ersichtlich, dass insgesamt 16 Schüler\_innen der Versuchsklasse (n = 21; davon zwei in der AV, sechs im E-Lab und fünf in der CNC-Technik) sich zukünftigen, technischen Problemen stellen und auf Basis ihres Wissens eine Lösung versuchen werden. Darüber hinaus betrachten, im Fachbereich des WVBs und der AV, zwei bzw. drei Schüler\_innen Probleme nunmehr als Ansporn und Entwicklungsmöglichkeit.

Die nächsten zwei Fragestellungen kontrollierten, ob sich aus Sicht der Schüler\_innen die Methode des Problem-based-Learning für den fachpraktischen und problemorientierten Unterricht eignete. Hatte ein/e Schüler\_in diese Fragestellung (Fragestellung 9) negativ beurteilt, so musste sie/er noch Fragestellung 10 beantworten. Diese Frage versuchte den Grund der vorab negativ beantworteten Frage zu ermitteln und bot zwei Antwortoptionen. Erstens, man konnte als Schüler\_in nicht mit den methodentypischen Handlungs- und Lernfreiräumen umgehen, oder zweitens, waren die geforderten Unterrichtsinhalte einfach für die/den betroffene/n Schüler\_in zu schwierig.

### Hältst du die Unterrichtsmethode des *problem-basierenden Lernens* für den fachpraktischen, projektorientierten Unterricht der HTL für geeignet?

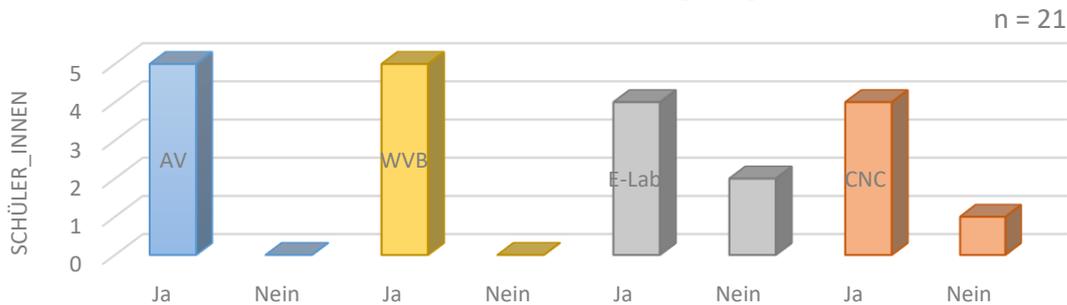


Diagramm 12: Ergebnisse der Fragestellung 9 der Abschlusserhebung

Diagramm 12 zeigt, dass in den Fachbereichen AV (fünf) und WVB (fünf) alle Schüer\_innen die Methode des Problem-based-Learnings für geeignet halten. Auch im Bereich des E-Labors und der CNC-Technik haben sich jeweils vier Personen dafür ausgesprochen. Lediglich zwei negative Entscheidungen gab es im Bereich des E-Labors und eine in der CNC-Technik.

### Warum ist PBL deiner Ansicht nach nicht für den fachpraktischen Unterricht geeignet?

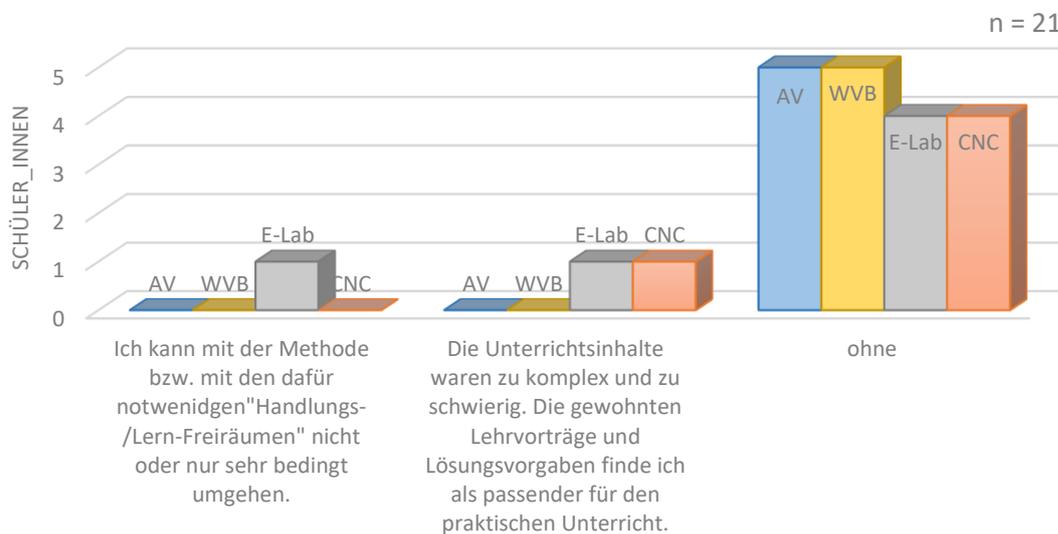


Diagramm 13: Ergebnisse der Fragestellung 10 der Abschlusserhebung

Verfolgt man nun die Ergebnisse aus Frage 9 (Diagramm 12) weiter und betrachtet Diagramm 13, so lehnen insgesamt drei Schüler\_innen Problem-based-Learning im Unterricht der Fachpraxis ab. Ein/e Schüler\_in des Elektrobereichs nannte dazu die für sie/ihn ungeeigneten Handlungs- und Lernfreiräume. Zwei Schüler\_innen, eine/r der CNC-Technik und eine/r des Elektor-Labors, betrachteten die

Unterrichtsinhalte als zu komplex und schwierig, um mit Problem-based-Learning vermittelt zu werden.

Hinweis: Der umfangreiche Begriff „Lernen“ ist ein bedeutsamer Bestandteil dieser Methode (Weber, 2007; S. 19 ff). Folglich wurde er im Verlauf der mehrstündigen Start-Up-Veranstaltung mit den Schüler\_innen ausführlich besprochen.

Fragestellung 11 versucht nun zu erheben, ob die angewandte Methode des Problem-based-Learning auch die Schüler\_innen-eigenen Sichtweise bzgl. „Lernen“ positiv verändern konnte.

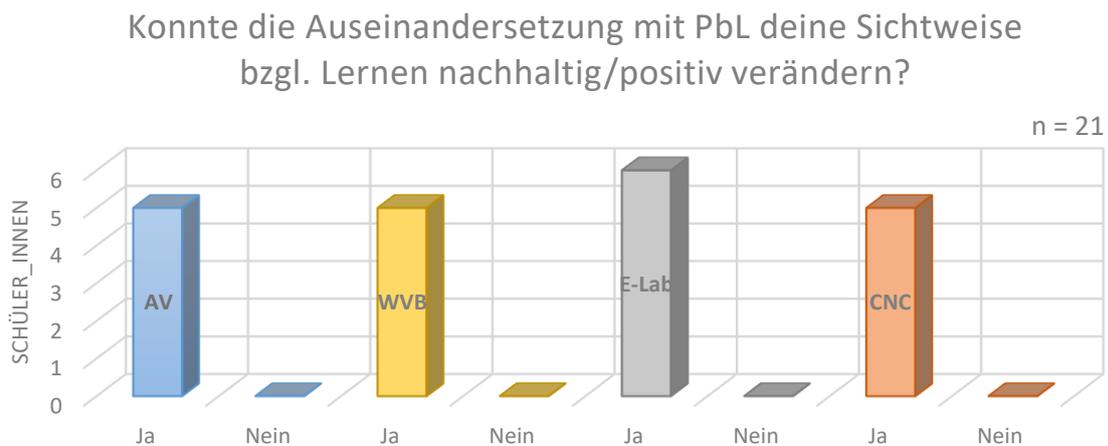


Diagramm 14: Ergebnisse der Fragestellung 11 der Abschlusserhebung

Nach Angaben aller Schüler\_innen (in Summe 21 Personen, aufgeteilt auf vier Fachgruppen), abgebildet in Diagramm 14, konnte die Anwendung des Problem-based-Learning im fachpraktischen Projektunterricht auch deren Sichtweise bzgl. „Lernen“ positiv verändern.

Die letzte Fragestellung (Frage 12) erhob darüber hinaus, welche Bedeutsamkeit die involvierten Schüler\_innen nun, nach Projekt- und Methodenanwendung, dem Lernen prinzipiell beimessen.

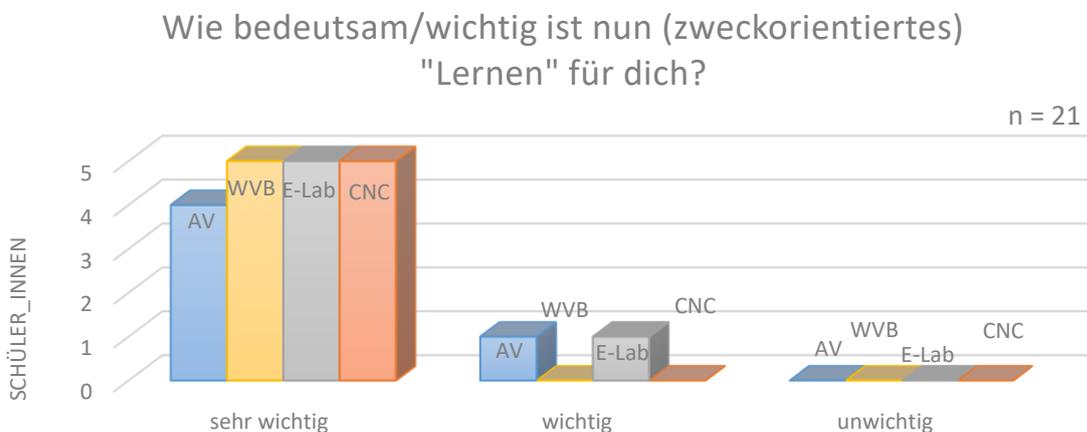


Diagramm 15: Ergebnisse der Fragestellung 12 der Abschlusserhebung

Dem Diagramm 19 zufolge beurteilten nach Projektende 19 Schüler\_innen „Lernen“ als „sehr wichtig“. Nur zwei von den insgesamt 21 Personen, eine/r aus dem Bereich der AV und eine/r aus der Bereich des E-Labors, betrachten Lernen als „wichtig“.

### **Interpretation**

In Anbetracht der vorliegenden Auswertungsergebnisse der Schüler\_innen-Abschlusserhebung konnte das zu Projektanfang erhobene Niveau der Problemlösefähigkeit und des Problemlöseverhaltens weitestgehend verbessert werden, zumal beinahe alle Schüler\_innen zu Projektende der Ansicht waren, dass sie durch die angewandte Methode des Problem-based-Learnings eine verbesserte Problemlösefähigkeit erlangten und so Problemfälle zukünftig besser analysieren und strukturieren können. Auch die fallspezifische Wissensanwendung (Transfer) und die Organisationsfähigkeit (ihres Zeichens bedeutsame Teilaspekte der Problemlösefähigkeit) konnten ihrer Einschätzung nach weiterentwickelt werden. Besonders auffällig waren diesbezüglich auch die Ergebnisse bzgl. der Entwicklung der Schüler\_innen-Selbstständigkeit zwecks Problembearbeitungsprozess. Nach Angaben der Schüler\_innen wurden immerhin sieben der insgesamt elf Problemfälle, von den Schüler\_innen der Versuchsklasse, eigenständig (ohne Tutorenbeteiligung) gelöst. Nur die restlichen vier Fälle mussten mit der Unterstützung der Tutoren finalisiert werden.

Die gewonnenen Daten gaben jedoch auch Auskunft über Bewusstseinsbildung zum Thema „Lernen als zentraler Bestandteil des eigenen Lebens und Schaffens“ der Schüler\_innen. Nach Ansicht der befragten Schüler\_innen verbesserte die Auseinandersetzung mit Problem-based-Learning ihre Sichtweise bzgl. Lernen und erstaunlicherweise maßen zu Projektende 19 von 21 Schüler\_innen dem eigenen „Lernen“ eine „sehr hohe“ Bedeutung bei. Lernen wurde demzufolge als Schlüssel zum Erfolg (Problemlösung) und als bedeutsamer Aspekt im eigenen Leben entdeckt.

Der Einsatz des Problem-based-Learnings im fachpraktischen Projektunterricht konnte letztendlich 18 von 21 Schüler\_innen überzeugen. Lediglich drei Schüler\_innen sprachen sich dagegen aus. Eine Person konnte, ihren Angaben zufolge, nicht bzw. nur sehr bedingt mit den Handlungs- und Lernfreiräumen umgehen. Die anderen zwei Schüler\_innen konstatierten, dass die Unterrichtsinhalte zu komplex waren und traditionelle Lehrvorträge mit Lösungsvorgaben geeigneter gewesen wären.

Zusammengefasst kann zwar gesagt werden, dass die Anwendung des Problem-based-Learnings auf Basis des interdisziplinären fachpraktischen Projektunterrichts, nach Sichtung der gebotenen Daten, alle Zieleetzungen auf Schüler\_innen-Ebene erreichte und darüber hinaus erfolgreich im Bereich des fachpraktischen Unterrichts der HTL-Jenbach umgesetzt werden konnte. Dennoch gab es auch eindeutige Hinweise, dass nicht alle Schüler\_innen-Einschätzungen und Meinungen, dem allgemeinen Stim-

mungsbild entsprachen. Diese Hinweise, beispielsweise die drei negativen Selbsteinschätzungen hinsichtlich verbesserter Organisationsfähigkeit, wurden wahrgenommen, konnten aber aus Zeitgründen und wegen des Forschungsschwerpunkts nicht im Projektzeitraum wiederholt aufgenommen und bis zum Abschluss dieser Arbeit diskutiert werden. Die Nachbesprechung bzw. der wiederholte Aufgriff dieser Ergebnisse ist jedoch für den finalen Projektabschluss geplant (bereits erwähnt in Kapitel 3.2).

## 5.2 Die Ergebnisse aus den Lehrerbeobachtungen

Wie vorab erklärt, wurde zur Erhebung der Schüler\_innen-Zielsetzungen auch eine Lehrer\_innen-Schüler\_innen-Beobachtung (AnhangIV) entwickelt. Diese wurde von jeder involvierten Lehrperson zweifach eingesetzt. Das erste Mal, um die schüler\_innen-eigene Ausgangslage, nach der ersten versuchsweisen Problemkonfrontation, zu erheben. Das zweite Mal nach dem letzten fachbereichsspezifischen Problemfall. Entsprechend sollte aus der Gegenüberstellung der so gewonnenen Daten eine Entwicklung der Schüler\_innen-Problemlöse-Fähigkeit und des -Verhaltens dargestellt werden.

D. h., jeder Fachgruppenlehrer (in Summe vier) musste zweimal, jede/n Schüler\_in seiner Gruppe hinsichtlich Problemlöseverhalten beurteilen und die Resultate im vorgegebenen Formular eintragen. Als Ergebnis dieser Beobachtungsdaten sind folgende Diagramme erstellt worden.

Die erste Fragestellung des Beobachtungsbogens versuchte das Problemlöseverhalten der Schüler\_innen zu erfassen. Um die Beobachtungen des Lehrers (Tutors) einheitlich fassen zu können, wurden vier Antwortvarianten offeriert. Erstens, die/der Schüler\_in versuchte dem Problem auszuweichen bzw. sich aus der Lösung herauszuhalten. Der zweiten Option nach war die/der Schüler\_in überfordert, unstrukturiert in seinem/ihrem Vorgehen und hilflos gegenüber der Problemstellung. In der dritten Antwortmöglichkeit blieb die/der Schüler\_in besonnen, suchte aktiv Hilfe und versuchte bereits bekannte Wissensressourcen und Fähigkeiten für eine Lösung (Lösungskonstruktion) anzuwenden. Wählte man Antwort Nummer 4, so wertete die/der Schüler\_in das Problem als persönliche Herausforderung, die eine Chance der Weiterentwicklung bot.

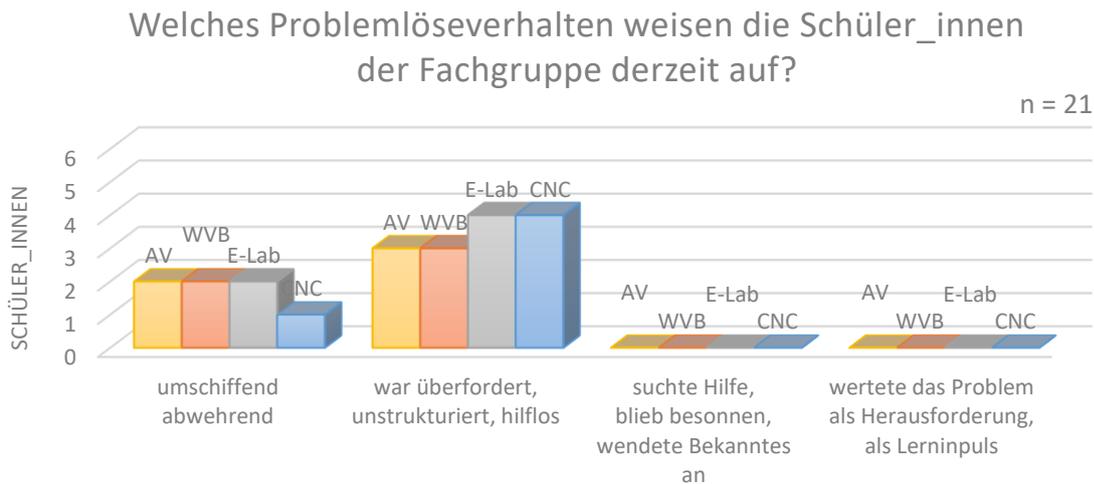


Diagramm 16: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 1 Fragestellung aus der Eingangserhebung

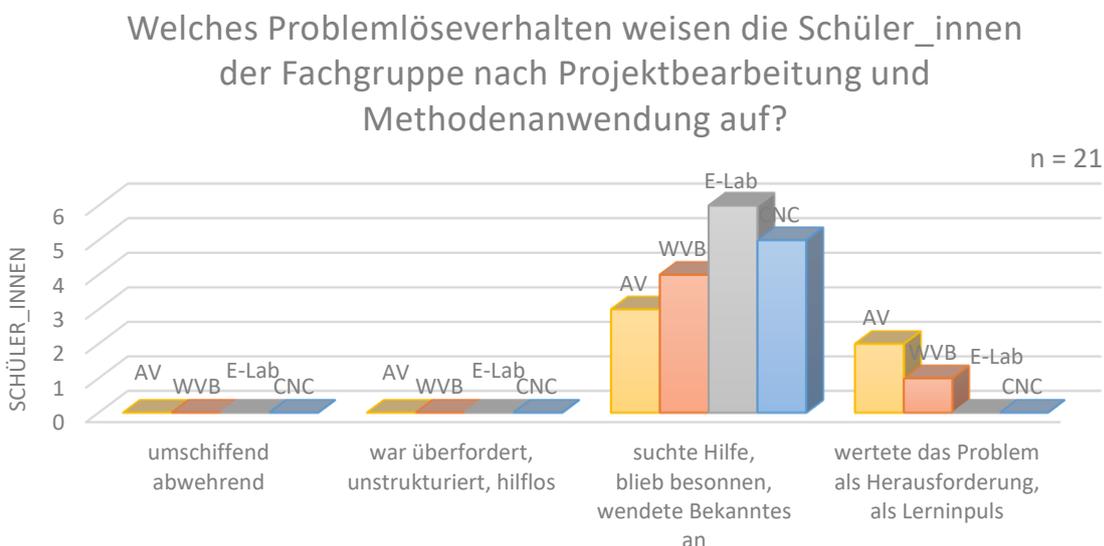


Diagramm 17: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 1 Fragestellung aus der Enderhebung

Diagramm 16 zeigt, dass alle Lehrpersonen vor Projektbeginn das Problemlöseverhalten ihrer Schülergruppen entweder „abwehrend/umschiffend“ (insgesamt sieben Personen) oder aber „überfordert, unstrukturiert und hilflos“ (in Summe 14 Personen) beschrieben.

Diagramm 17 hingegen präsentiert ein verändertes Beobachtungsbild. Demnach schätzten alle Fachgruppenlehrer ihre Lerngruppen besser ein als zuvor. Insgesamt 18 Schüler\_innen wurden von ihren Lehrern so eingeschätzt, dass sie besonnen an das Problem herantraten, nach Hilfe suchten und bereits versuchten Erlerntes anzuwenden. Nach Angaben der Lehrpersonen der AV und des WVBs zeigten sogar zwei Schüler\_innen bzw. ein/e Schüler\_in das beste zu erreichende Problemlöseverhalten.

Fragestellung 2 erhob die Sichtweise der Lehrpersonen bzgl. Problemlösefähigkeitsniveau der Schüler\_innen vor Projektbeginn und nach Projektende. Beurteilend konnte die Lehrperson ihren Schüler\_innen ein „sehr hohes“, „hohes“, „durchschnittliches“ oder aber ein „entwicklungsbedürftiges“ Niveau zusprechen und die betreffende Definition in den Beobachtungsblättern eintragen.

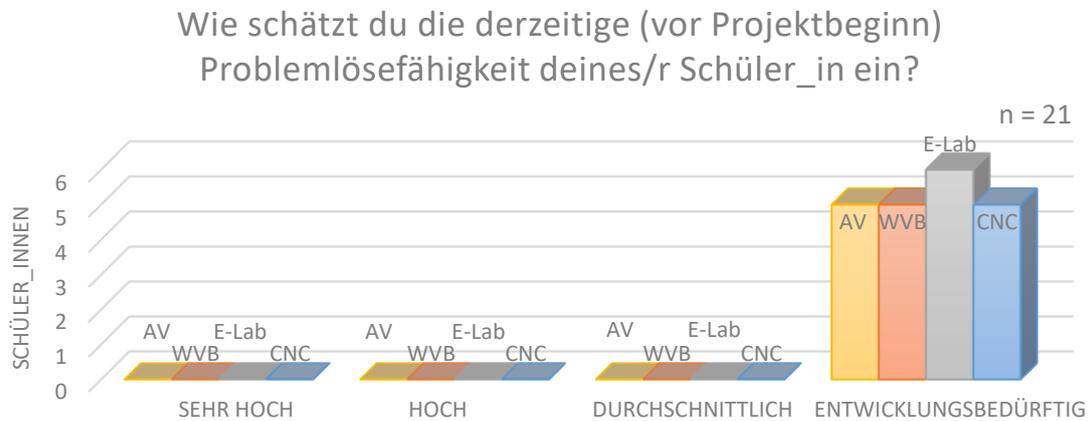


Diagramm 18: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 2. Fragestellung aus der Eingangserhebung

In Diagramm 18 wird ersichtlich, dass alle Fachlehrer ihre Schüler\_innen-Gruppen (vier Gruppen, insgesamt 21 Schüler\_innen) vor Projektbeginn ausnahmslos mit „entwicklungsbedürftiger“ Problemlösefähigkeit sahen.

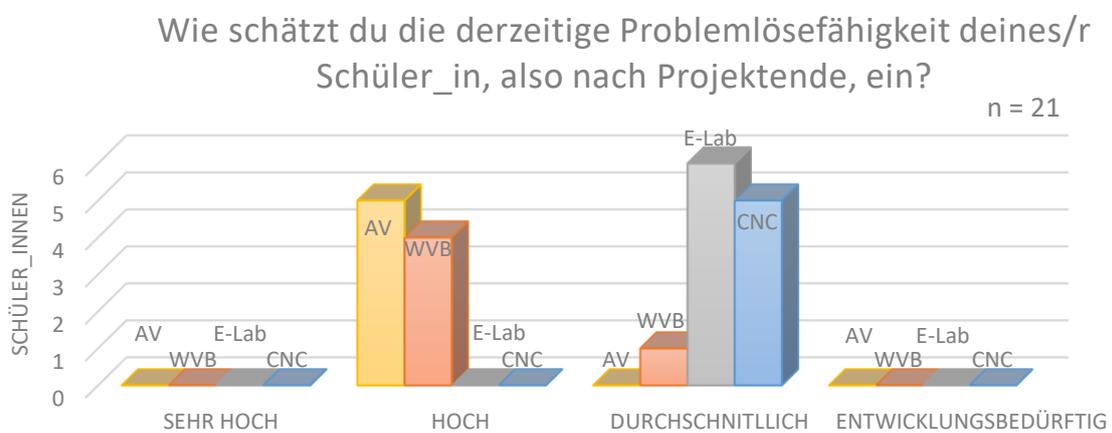


Diagramm 19: Ergebnisse der Beobachtungen, zur 2. Fragestellung aus der Enderhebung

Betrachtet man nun die Ergebnisse aus Diagramm 19, kann erkannt werden, dass insgesamt zwölf Schüler\_innen, eine/r aus den Bereichen WVB, sechs des E-Labors und fünf der CNC-Technik, aktuell mit einer „durchschnittlichen“ Problemlösefähigkeit gesehen werden. Weitere fünf bzw. vier Personen aus den Fachbereichen AV und WVB wurden mit einem hohen Niveau eingeschätzt.

## **Interpretation**

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass sich die Beobachtungen der Lehrer mit den Selbsteinschätzungen bzw. mit den Angaben der Schüler\_innen weitestgehend decken und diese ihr Problemlöseverhalten sowie ihre Problemlösefähigkeit während des Projektzeitraums verbessern konnten. Der gesonderten, fachbereichsspezifischen Betrachtung entsprechend, konnten besonders die Schüler\_innen der AV und des WVBs ihre Fähigkeiten entwickeln und wiesen, nach Einschätzung der Tutoren, zum Ende des Projekts ein hohes Niveau an Problemlösefähigkeit auf. Die Schüler\_innen der Fachbereiche CNC und E-Labor konnten ihren Bildungsstand einheitlich verbessern.

## **5.3 Evaluierungen der Ziele auf Lehrer\_innen-Ebene**

Wie bereits eingangs erwähnt, wurden die Zielsetzungen auf Lehrer\_innen-Ebene über fortlaufend geführte Unterrichts-Nachbesprechungen erhoben. Der Vorteil dabei war, dass so alle Lehrereindrücke, Beobachtungen, aber auch die mögliche Rollen-/Entwicklung unmittelbar nach Unterrichtsende von der Projektleitung direkt und authentisch erfasst werden konnten und nun daraus ein umfassendes Bild hinsichtlich der Projektziele präsentiert werden kann.

### **Lehrerziel – Veränderung des Rollenverständnisses**

Bezüglich des Zieles „*Veränderung des Rollenverständnisses*“ war auffallend, dass einer der vier ausführenden Lehrerkollegen zu Projektbeginn methodenspezifische Schwierigkeiten in der Rollenumsetzung hatte und demzufolge die Beratung der Projektleitung in Anspruch nahm. Laut seinen Angaben war für ihn der Umstand befremdend, nicht ständig und proaktiv seine Schüler\_innen mit Wissen versorgen zu können, sondern erst auf deren Zuruf zu re-/agieren (Fachgesprächstermine während der Phase der Wissensakquise). Die restlichen drei Kollegen hatten keinerlei Umgewöhnungsprobleme beim methodenbedingten Rollenwechsel vom „tradierten Wissenshüter“ und „Lösungsinstruktor“ zum Lernbegleiter bzw. Tutor. Ihren Angaben zufolge begünstigten dabei zwei Erfahrungsquellen diesen Umstand. Zum einen konnten zwei von den drei beteiligten Lehrerkollegen auf Erfahrungswerte aus vorangegangenen Unterrichtsprojekten zurückgreifen und diese wiederholt im Projektverlauf einfließen lassen. Zum anderen wiesen alle drei Kollegen mehrjährige Berufserfahrung im Bereich der Lehrlingsausbildung oder der innerbetrieblichen Aus- bzw. Weiterbildung auf und waren somit mit der Handlungsweise eines Lernbegleiters vertraut. Sie betonten jedoch mehrfach, dass die Methodeneinweisung zu Beginn des Schuljahres sie in ihrer Rollenfunktion vielfach unterstützte und auch zur erforderlichen Veränderung des eigenen Rollenverständnisses erfolgreich anleitete.

Zusammengefasst betrachtet veränderte die Projektumsetzung und die Methodenanwendung (Problem-based-Learning) die Sichtweise und das Rollenverständnis aller involvierten Kollegen und das vorab gesetzte Ziel konnte erreicht werden.

#### **Lehrerziel – Erweiterung des Methodenrepertoires**

Eine weitere Erkenntnis der Tutoren-/Lehrergespräche war, dass tatsächlich alle vier Lehrerkollegen bereits vor meinem Unterrichtsversuch die Projektmethode kannten und zwei von ihnen sie auch schon in ihrem eigenen Unterricht umgesetzt hatten. Die Unterrichtsmethode des Problem-based-Learnings war hingegen für alle neu und bot allen Beteiligten viele interessante Ideen und alternative Perspektiven, den eigenen fachpraktischen Unterricht zukünftig umgestalten zu können. Folglich konnte auch das Methodenrepertoire aller Kollegen zumindest um eine Methode bereichert und somit die zweite Zielsetzung auf Lehrer\_innen-Ebene erfüllt werden.

## 6 AUSBLICK

Wenngleich die Vorbereitung und Umsetzung dieses problemorientierten Projekts nur mit viel persönlichem Engagement und großem Zeitaufwand (ca. 450 Arbeitsstunden lt. Zeitaufzeichnungen) realisiert werden konnte, so bestätigten letzten Endes doch alle erzielten Resultate die Zweckmäßigkeit meiner Bemühungen. Immerhin konnte nach knapp vier Monaten „Unterrichtsversuch“ nicht nur ein fahrtüchtiges Lok-Modell präsentiert werden, sondern auch auf die nachweisbar, verbesserte schüler\_innen-eigene Problemlösefähigkeit, das erweiterte Lehrer\_innen-Unterrichtsmethoden-Repertoire und das nachhaltig entwickelte Lehrer\_innen-Rollenverständnis verwiesen werden.

Ohne Zweifel bot die Projektrealisierung aber auch mir persönlich viele Entwicklungschancen. Zum einen musste ich bereits vor Projektbeginn mein pädagogisches Fachwissen bzgl. Projektunterricht und Problem-based-Learning grundlegend aufbauen und im Abgleich mit meiner „ersten Projektidee“ zu einem unterrichtstauglichen Projektkonzept zusammensetzen. Zum anderen musste ich während des Projektverlaufs immer wieder selbst sporadisch auftretende Probleme aufgreifen und spontan lösen. Schlussendlich wurde die zentrale Zielsetzung des Projekts, „Probleme zu lösen“ und die dazugehörige Fähigkeit zu entwickeln auch für mich relevant.

Alles in allem war das Projekt „*Problem-based-Learning an der HTL-Jenbach*“ für mich als Leiter eine lehreiche und wertvolle Erfahrung. Schon die Motivation und der Ehrgeiz den die Schüler\_innen während des Unterrichts an den Tag legten war für mich sehr beeindruckend. Der Umstand, wie selbstständig und schnell die Schüler\_innen die Methode des Problem-based-Learnings für sich entdeckten, für ihre zu „lösenden Problemfälle“ adaptierten und anwendeten, begeisterte mich jedoch vollends und bestärkte mich in meinem Vorsatz, auch zukünftig problemorientierte Projekte in meinem fachpraktischen Unterricht umzusetzen. Eine mögliche Idee dazu entwickelten und brachten meine Schüler\_innen selbst auf, nämlich den Bau eines funktionstüchtigen Holzlade-Wagons. Ihrem Einfall nach sollte der Kranarm aber nicht per Funkfernsteuerung betätigt werden, sondern autonom über ein ausgeklügeltes Steuerungssystem die Ladung des Wagons vornehmen können. Meiner Meinung nach ein sehr ehrgeiziges Vorhaben, jedoch stand zu Beginn meines Projekts auch nur „eine Idee“.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

- Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. (2017). *Über IMST*. Abgerufen am 07. März 2017 von IMST – Innovationen Machen Schule Top!: <https://www.imst.ac.at>
- Avvisati, F. (o. A.. April 2014). *PISA im Fokus – Sind 15-Jährige kreative Problemlöser?* (OECD, Hrsg.) Abgerufen am 04. Februar 2017 von <https://www.oecd.org/>: <https://www.oecd.org/berlin/pisa-im-fokus-problemloesen.pdf>
- BIFIE. (2013). *PISA 2012. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen*. (U. Schwantner, & C. Schreiner, Hrsg.) Graz: Leykam Verlag. Abgerufen am 18. Februar 2017 von [https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/pisa12\\_studienbeschreibung\\_2013-12-03.pdf](https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/pisa12_studienbeschreibung_2013-12-03.pdf)
- BMBF. (14. Oktober 1997). *Lehrplan für die Höhere Lehranstalt für Maschineningenieurwesen – Allgemeine Bestimmungen*. (B. -B. Bildung, Hrsg.) Abgerufen am 12. Februar 2017 von HTL – Bildung mit Zukunft: [http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/MASCHINENING.W.\\_Anlage\\_1.1.5\\_382-98.pdf](http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/MASCHINENING.W._Anlage_1.1.5_382-98.pdf)
- Brunner, M., Sausmikat, C., & Bernsteiner, R. (o. A.. März 2016). *Lehrstoffverteilung – Maschinenbau – Automatisierungstechnik. Schulautonome Lehrstoffverteilung des 3. Jahrgangs für Maschinenbau mit Schwerpunkt Automatisierungstechnik*. Jenbach: HTBLA-Jenbach.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. (September 2001). *Grundsatzterlass zum Projektunterricht*. Abgerufen am 27. November 2016 von Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: [https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/pu\\_tipps\\_4905.pdf?4dzgm2](https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/pu_tipps_4905.pdf?4dzgm2)
- Doppler, A. (2017). *Problem-Based Learning (PBL)*. Abgerufen am 27. Februar 2017 von [www.gespag – Oberösterreichische Gesundheits- und Spitals-AG](http://www.gespag.at/bildung/ausbildung-pflegeberufe/schule-fuer-allgemeine-gesundheits-und-krankenpflege-freistadt/problem-based-learning-pbl.html): <http://www.gespag.at/bildung/ausbildung-pflegeberufe/schule-fuer-allgemeine-gesundheits-und-krankenpflege-freistadt/problem-based-learning-pbl.html>

- Frackmann, M., & Tärre, M. (2009). *Lernen und Problemlösen in der beruflichen Bildung*. (B. f. Berufsbildung, Hrsg.) Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag mbH & Co. KG.
- Gudjons, H. (2012). *Pädagogisches Grundwissen* (11. Ausg.). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag.
- Gudjons, H. (2014). *Handlungsorientiert lehren und lernen* (8. Ausg.). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag.
- Gudjons, H., & Traub, S. (2012). *Pädagogisches Grundwissen* (11, Ausg.). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag.
- Kubanski, D., & Jürgensen, A. (o. A.. o. A. 2008). Fünf Semester Problemorientiertes Lernen im Studiengang Bachelor of Nursing. (Printernet, Hrsg.) *Pflegewissenschaft* (01/2008). Abgerufen am 28. Jänner 2017 von [www.eh-berlin.de](http://www.eh-berlin.de): <https://www.pflege-wissenschaft.info/archiv/2008/januar/634-THLCUGWBZSDYMNVPXKFER>
- Ott, B. (2007). *Grundlagen des beruflichen Lernens und Lehrens* (2. Ausg.). Berlin: Cornelsen Verlag.
- Reich, K. (2003). *Problem-Based-Learning*. (K. Reich, Hrsg.) Abgerufen am 01. März 2017 von <http://methodenpool.uni-koeln.de>: <http://methodenpool.uni-koeln.de/download/pbl.pdf>
- Schnack, J. (o. A.. Juli/August 2012). *Alles Leben ist Problemlösen – Problemlösens Lernen in der Schule*. Abgerufen am 21. Februar 2017 von [www.beltz.de](http://www.beltz.de): [http://www.beltz.de/de/fachmedien/paedagogik/zeitschriften/paedagogik/themen-schwerpunkte/problemloesendes\\_lernen.html](http://www.beltz.de/de/fachmedien/paedagogik/zeitschriften/paedagogik/themen-schwerpunkte/problemloesendes_lernen.html)
- Weber, A. (2007). *Problem-Based Learning* (2. Ausg.). Bern: hep-Verlag AG.
- Zumbach, J. (2003). *Problembasiertes Lernen*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Zumbach, J. (10. April 2013). *Zumbach\_12a.pdf*. Abgerufen am 07. März 2017 von [www.sbg.ac.at](http://www.sbg.ac.at): [https://www.sbg.ac.at/mediaresearch/zumbach/download/2011\\_2012/Zumbach\\_12a.pdf](https://www.sbg.ac.at/mediaresearch/zumbach/download/2011_2012/Zumbach_12a.pdf)

Zumbach, J., Weber, A., & Olsowski, G. (2007). *Problembasiertes Lernen – Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum*. Bern: hep-Verlag.

## 8 ANHANG

### I. Schüler\_innen-Fragebogen, Vorerhebung

#### Wir bauen eine LOK. Problembasierendes Lernen an der HTL-Jenbach im Rahmen des IMST-Projekts URS

Liebe Schülerinnen und lieber Schüler!

Wie du ja weißt, beende ich im Verlauf dieses Schuljahrs meine akademische Ausbildung und dazu brauche ich deine Unterstützung.

Mit Hilfe des vorliegenden Evaluierungsbogens versuche ich wesentliche Fragen zur Problemlösefähigkeit der Schüler\_innen zu klären. Natürlich werden dabei alle deine Angaben und Antworten von mir vollkommen anonym behandelt und fließen auch nicht in die Leistungsbeurteilung ein.

Meiner Einschätzung nach kann die Beantwortung des Fragebogens mit einem durchschnittlichen Zeitaufwand von 2 - 4 Minuten realisiert werden. Nimm dir also Zeit dafür und bitte beantworte die folgenden Fragestellungen spontan und wahrheitsgemäß, ohne die "Hilfe" deiner Kolleg\_innen! Wenn du alle Fragen fertig ausgefüllt hast, schließe einfach den Fragebogen mittels "Absenden" ab.

Ich bedanke mich bei dir für deine rege Mitarbeit und dein mir entgegengebrachtes Vertrauen.

Mit freundlichen Grüßen  
FL Zingerle-Leo Bernhard

\* Erforderlich

Habt ihr das gestellte Problem selbstständig in der Gruppe lösen können? \*

Wenn die Option "teilweise" angekreuzt wird warum?

*Markiere nur ein Oval.*

- Ja
- Nein

Wie schätzt du deine „derzeitige“ Problemlöse-Fähigkeit ein?

*Wählen alle zutreffenden Antworten aus.*

- sehr hoch
- hoch
- durchschnittlich
- entwicklungsbedürftig

Wenn du technischen Problemen begegnet, wie verhältst du dich grundsätzlich?

*Markiere nur ein Oval.*

- Treten Probleme auf versuche ich diese gekonnt zu "umschiffen" oder abzuwehren.
- Ich fühle mich beunruhigt, aufgelöst, unstrukturiert, hilflos. Eine Problemlösung liegt außerhalb meiner Möglichkeiten.
- Ich bleibe ruhig. Ich suche Hilfe. Ich versuche bereits Erlerntes anzuwenden. Eine Problemlösung wird versucht.
- Technische Probleme werden als Herausforderung gewertet. Denn Probleme bieten mir Entwicklungs- und Lernangebote. Sie werden strukturiert, dokumentiert und prozessgebunden bearbeitet.

## II. Schüler\_innen-Fragebogen, Enderhebung

### Wir bauen eine LOK. Problembasierendes Lernen an der HTL-Jenbach im Rahmen des IMST-Projekts URS

Liebe Schülerinnen und liebe Schüler!

Wie du ja weißt, beende ich im Verlauf dieses Schuljahrs meine akademische Ausbildung und dazu brauche ich deine Unterstützung.

Mit Hilfe des vorliegenden Evaluierungsbogens versuche ich wesentliche Fragen zur Schüler\_innen-Problemlösefähigkeit und zur Unterrichtsmethode – Problem-based-learning an der HTL-Jenbach – zu klären.

Natürlich werden dabei alle deine Angaben und Antworten von mir vollkommen anonym behandelt und fließen auch nicht in die Leistungsbeurteilung ein.

Meiner Einschätzung nach kann die Beantwortung des Fragebogens mit einem durchschnittlichen Zeitaufwand von 5 – 10 Minuten realisiert werden. Nimm dir also Zeit dafür und bitte beantworte die folgenden Fragestellungen spontan und wahrheitsgemäß, ohne die "Hilfe" deiner Kolleginnen und Kollegen!

Wenn du alle Fragen fertig ausgefüllt hast, schließe einfach den Fragebogen mittels "Absenden" ab.

Ich bedanke mich bei dir für deine rege Mitarbeit und dein mir entgegengebrachtes Vertrauen.

Mit freundlichen Grüßen  
FL Zingerle-Leo Bernhard

\* Erforderlich

---

Wieviel Projekt-Teilprobleme konnten von eurer Fachgruppe selbstständig, also ohne Eingriff des Tutors gelöst bzw. umgesetzt werden? \*

Wenn die Option "NEIN" angekreuzt wurde, dann Frage 2. beantworten!

*(Natürlich sind die allgemein prozessbedingten Informations- und Beratungstätigkeiten des Tutors ausgenommen. Vielmehr sind aktive Fehlerkorrekturen, Richtigstellungen oder prozessorganisatorische Eingriffe gemeint.)*

Markiere nur ein Oval.

- JA
- NEIN

Wenn "NEIN" warum? bzw. aus welchem Grund konnte der Problemfall/die Problemfälle nicht selbstständig gelöst werden?

Markiere nur ein Oval.

- mangels Zeit
- mangels Vorkenntnisse der Gruppe

Wie schätzt du deine derzeitige Problemlöse-Fähigkeit ein? \*  
Wähle alle zutreffenden Antworten aus.

- sehr hoch
- hoch
- durchschnittlich
- entwicklungsbedürftig

Verbesserte die neue Unterrichtsmethode deine Fähigkeit, Wissen und Fertigkeiten in unterschiedlichen Situationen, gezielt zu kombinieren und anzuwenden? \*  
Markiere nur ein Oval.

- Ja
- Nein

Verbesserte die neue Unterrichtsmethode deine Fähigkeit Probleme strukturiert aufzuarbeiten? \*  
Markiere nur ein Oval.

- Ja
- Nein

Verbesserte die neue Unterrichtsmethode deine Fähigkeit dich selbst aber auch mit Kolleginnen und Kollegen zu organisieren? \*  
Markiere nur ein Oval.

- Ja
- Nein

Verbesserte die neue Unterrichtsmethode deine Fähigkeit unbekannte Situationen und Sachverhalte zu analysieren? \*  
Markiere nur ein Oval.

- Ja
- Nein

Wenn du zukünftig mit einem (unbekanntem) technischen Problem konfrontiert bist, wie würdest du dich selbst einschätzen? \*  
Markiere nur ein Oval.

- Treten Probleme auf versuchst du diese gekonnt zu "umschiffen" oder abzuwehren. Immerhin bist du noch in deiner Ausbildungsphase.
- Du fühlst dich beunruhigt, aufgelöst, unstrukturiert, hilflos. Eine Problemlösung liegt außerhalb deiner Möglichkeiten.
- Du bleibst ruhig, suchst Hilfe, versuchst bereits Erlerntes anzuwenden. Eine Problemlösung wird versucht.
- Technische Probleme werden als Herausforderung gewertet. Denn Probleme bieten dir Entwicklungs- und Lernangebote. Sie werden strukturiert, dokumentiert und prozessgebunden bearbeitet.

Hältst du die Unterrichtsmethode des Problem-basierenden Lernens für den fachpraktischen, projektorientierten Unterricht der HTL für geeignet? \*  
(Für den Unterricht der 3. Jahrgänge!)

Markiere nur ein Oval.

- Ja
- Nein

Warum ist PBL deiner Ansicht nach nicht für den fachpraktischen Unterricht geeignet? \*

Markiere nur ein Oval.

- Die Unterrichtsinhalte waren zu komplex und zu schwierig. Die gewohnten Lehrvorträge und Lösungsvorgaben finde ich als passender für den praktischen Unterricht.
- Ich kann mit der Methode bzw. mit den dafür notwendigen "Handlungs-/Lern-Freiräumen" nicht oder nur sehr bedingt umgehen.

Konnte die Auseinandersetzung mit PbL deine Sichtweise bzgl Lernen nachhaltig/positiv verändern? \*

Markiere nur ein Oval.

- Ja
- Nein

Wie bedeutsam/wichtig ist nun (zweckorientiertes) „Lernen“ für dich? \*

Markiere nur ein Oval.

- sehr wichtig
- wichtig
- unwichtig

### III. Projektübersicht – Zeitplan

## Aufgabendetails

TIPP: Doppelklicken Sie in die Spalte "Erledigt", wenn eine Aufgabe abgeschlossen ist.

DATUM	Beginn	Ende	Fachbereich	Aufgabe / Projektteil	Erledigt
			WVB	Karosserie	✓
			WVB	Achs- und Motorträger	✓
			WVB	Applikationen	✓
			WVB	mech. Montage	
			CNC	Achsen	✓
			CNC	Räder	✓
			AV	Machbarkeitsanalyse und Standardwahl	✓
			AV	Zeichnungserstellung und Visualisierung	✓
			AV	Zukauf der Teile (Schriftverkehr, Warenwirtschaft); Externe Aufträge inkl. Termine	✓
			AV	Projektförderung - Zeitplanung - Begleitung	✓
			E-Labor	Komponentendimensionierung	✓
			E-Labor	Steuerungsentwicklung u. Umsetzung	✓
			E-Labor	Installation u. Probelauf	✓

## Übersicht über IMST-Projekt URS

| **AUFGABENDETAILS**

TIPP: Doppelklicken Sie auf "Projekt", um zugehörige Aufgaben anzuzeigen und einzugeben.

Projekt	Fortschritt	Beginn	Ende	Lehrer / Tutor	Ergänzungen
WVB	50%	01.01.1900	12.12.1900	Lehrer 1	
CNC	100%	02.01.1900	13.12.1900	Lehrer 2	
AV	100%	03.01.1900	14.12.1900	Lehrer 3	
E-Labor	100%	04.01.1900	15.12.1900	Lehrer 4	

#### IV. Lehrer-Schüler\_innen-Beobachtungsbögen

**Lehrer-Beobachtungsbogen**  
**Vorerhebung**

zum Unterrichtsversuch des Pbl im fachpraktischen Unterricht

Fachbereich: AV / WVB / E-Lab / CNC

<b>1.Schüler_in</b>	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an;	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
<b>2.Schüler_in</b>	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an;	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
<b>3.Schüler_in</b>	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an;	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
<b>4.Schüler_in</b>	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an;	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
<b>5.Schüler_in</b>	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an;	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
<b>6.Schüler_in</b>	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an;	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig

Seite 1 von 1

## Lehrer-Beobachtungsbogen Nacherhebung

zum Unterrichtsversuch des Pbl im fachpraktischen Unterricht

Fachbereich:

AV / WVB / E-Lab / CNC

1.Schüler_in	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an:	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
2.Schüler_in	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an:	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
3.Schüler_in	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an:	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
4.Schüler_in	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an:	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
5.Schüler_in	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an:	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig
6.Schüler_in	die /der Schüler_in weist ein Problemverhalten auf, das ...	umschiffend abwehrend	war überfordert, unstrukturiert, hilflos	suchte Hilfe, blieb besonnen, wendete Bekanntes an:	wertete das Probl. als Herausforderung, als Lernimpuls
	Schüler_in spezifische Problemlösefähigkeit derzeitiger Stand	sehr hoch	hoch	durchschnittlich	entwicklungsbedürftig

Seite 1 von :

## V. Fallbeschreibungen

Probleme im Bereich der AV

Kurztitel	Beschreibung
Machbarkeitsanalyse	<p>Die Machbarkeitsanalyse unseres Projekts URS steht aus. Ist die Umsetzung im zeitlich eng gesteckten Zeitrahmen (Ende erster Gruppenwechsel) realistisch oder ist unser Projekt zum Scheitern verurteilt?</p> <p><i>Quellen:</i> Arbeitsunterlagen der AV für den Unterricht der 3. Jahrgänge, PPS-Skript, das digitale Zeichnungskonzept am Laufwerk W: -&gt; Ordner: LOK, die Lehrstoffverteilungen für die Jahrgänge 1., 2. und 3.) Resultate: Zeitplan, Kostenschätzung, Arbeitsverteilung, ...</p>
Zeichnungserstellung und Stücklisten	<p>Komplexe Projekte benötigen Norm und fachgerechte Vorgabedokumente. Eure Aufgabe ist die Erstellung und Pflege dieser Informationsquellen für nachfolgende Abteilungen (Fachgruppen) und Zulieferer.</p> <p><i>Hinweis:</i> Beachtet dabei die Vollständigkeit der Angaben im Schriftfeld und der Informationsfelder.</p> <p><i>Quellen:</i> Zeichenbuch; Tabellenbuch Europa Lehrmittel Verlag – Kapitel Normzeichnung; sowie das digitale Zeichnungskonzept am Laufwerk W: _ Ordner: LOK)</p>
Bestellwesen und Zukauf	<p>Die Bestellungen der Zukauf-Komponenten erfordert im Geschäftswesen einen formalen Schriftverkehr und ein bestimmtes Prozedere. Zielsetzungen die auch in unserem Projekt eingehalten und umgesetzt werden müssen!</p> <p><i>Quellen:</i> Arbeitsunterlagen der AV für den Unterricht der 3. Jahrgänge, AV und PPS-Skript, das digitale Zeichnungskonzept am Laufwerk W: -&gt; Ordner: LOK;)</p>

Probleme im Bereich der **CNC-Technik**

Kurztitel	Beschreibung
Achsen	<p>Unser Lokmodell entspricht dem Modellbaustandard „Spur5“. D. h. unser Modell muss die Spurweite von 127 mm unterstützen. Dementsprechend müssen die Achsen die erforderlichen Maße aufweisen um letztendlich die Funktion am Gleis bieten zu können. Nun ist es eure Aufgabe zwei dieser Bauteile CNC-Technisch herzustellen.</p> <p><i>Quellen:</i> Arbeitsbücher der 3. Jahrgänge und Bedienerhandbuch der Steuerung und Maschine, Tabellenbuch (Allgemeintoleranzen), spezifische Informationen zum <i>Standard Spur5</i> (auf: <a href="http://www.gartenbahn.at">www.gartenbahn.at</a>) bzw. <b>unser Konzept</b> (das digitale Zeichnungskonzept am Laufwerk W: -&gt; Ordner: LOK; Unfallverhütungsvorschriften)</p> <p><i>Arbeitsschritte:</i> Skizze inkl. Angaben, Spann- und Fertigungskonzept, CNC-Programm &gt; zwei Achsen) Beachtet dabei eure zerspanungstechnischen Kenntnisse sowie die allgemeinen Sicherheitsbestimmungen im Umgang mit Maschinen.</p>
Räder	<p>Wer zwei Achsen benötigt braucht erfahrungsgemäß vier Räder. Nun werden für unsere Spur5 Achsen vier passende Räder benötigt. Die Quellen und Vorgaben bleiben demzufolge die gleichen.</p>

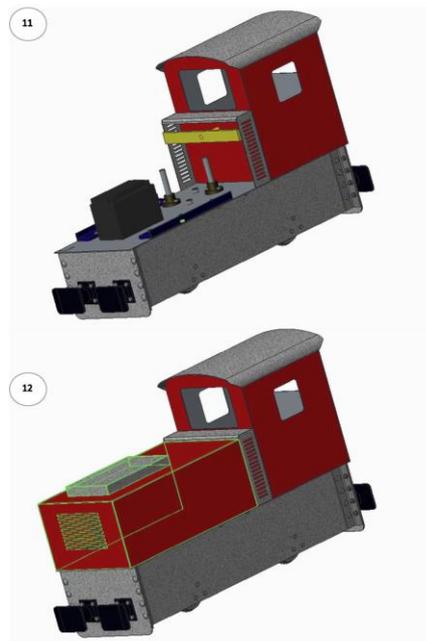
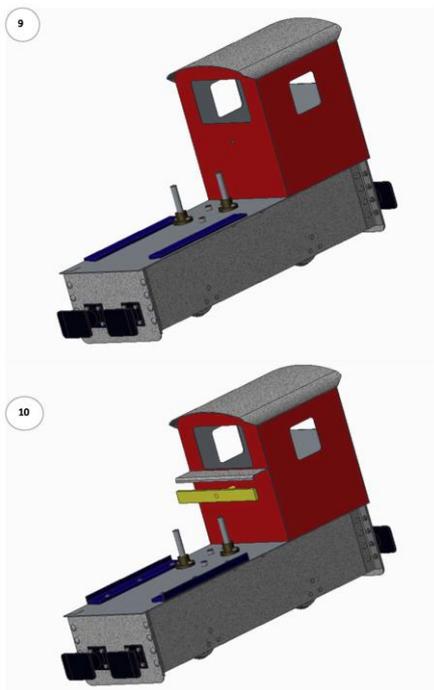
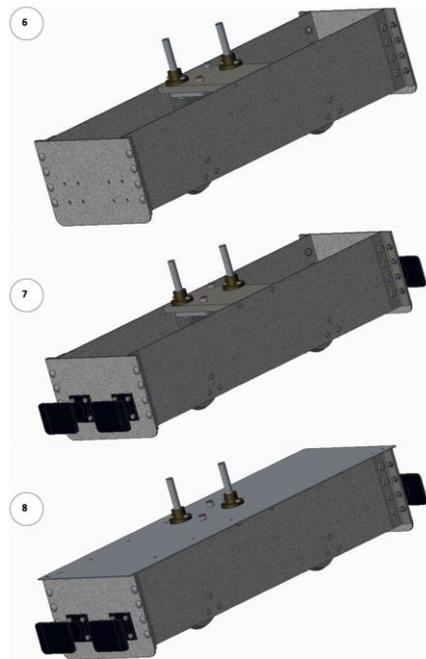
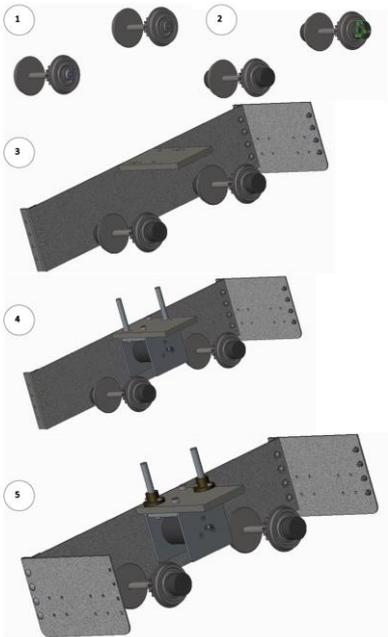
Probleme im Bereich des **E-Labors**

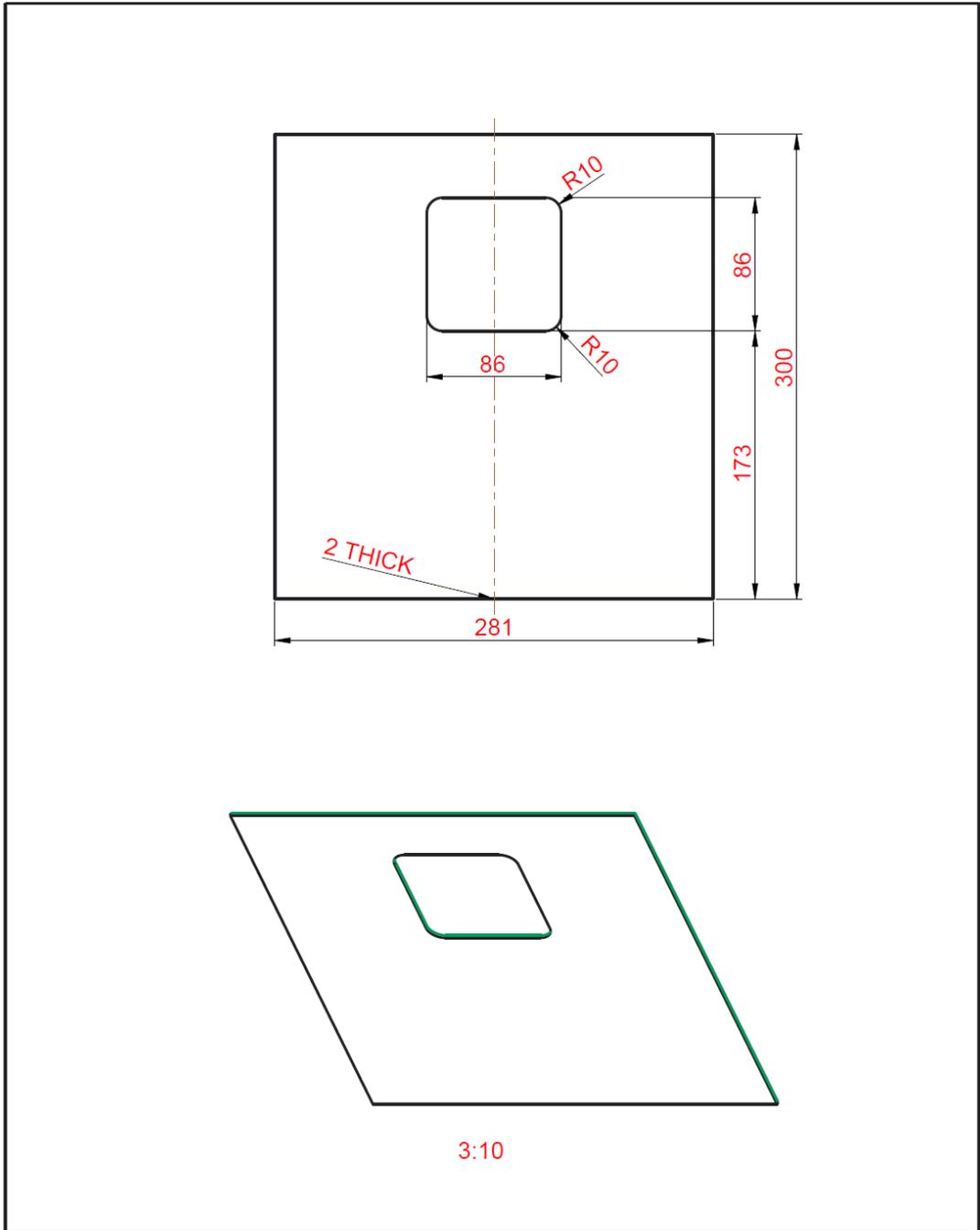
Kurztitel	Beschreibung
Komponentendimensionierung	<p>Um unser Lok-Modell schlussendlich in Bewegung zu versetzen muss es einen geeigneten Antrieb besitzen. Eure Aufgabe ist es nun ein erstes Konzept hinsichtlich elektrischen Antriebs zu entwickeln. Die zu berücksichtigenden und daher erforderlichen Abmaße und Zusatzinformationen könnt ihr aus den vorhandenen Fertigungszeichnungen (Laufwerk W: &gt; am Schulserver) entnehmen. Als zusätzliche Vorgabe sind folgende Bewegungen/Bewegungsarten umzusetzen: Vor- und Rückwärtsbewegung, Stromversorgung/Antrieb Ein/Aus-Funktion, sowie die Drosselung der Fahrgeschwindigkeit. Erstellt dazu ein dokumentiertes Konzept, sowie eine erste Auswahl an Komponenten (erwünschter Zulieferer: <a href="http://shop.mat-con.net">http://shop.mat-con.net</a>)</p>
Steuerungsentwicklung	<p>Entwickelt an Hand eures vorab definierten Antriebskonzepts die Steuerung. Versucht dazu den Schaltplan und Installationsplan zu erstellen und die Steuerung mit den Komponenten unseres Labors versuchsweise aufzubauen.</p> <p><i>Quellen:</i> Datenbank des Zulieferers <a href="http://shop.mat-con.net">http://shop.mat-con.net</a>, Skript für E-Labor der 3. Jahrgänge; Fachbuch für Automatisierungstechnik; Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften) Welche Sicherheitsvorschriften sind dabei zu beachten. Bzw. welche Fertigkeiten müssen erworben werden?</p>
Installation	<p>Nun liegen uns die bestellten Komponenten und Bauteile vor. Es liegt nun an euch diese fachgerecht in die Lok zu integrieren und einem ersten Testlauf zu unterziehen.</p> <p><i>Quellen:</i> Datenbank des Zulieferers <a href="http://shop.mat-con.net">http://shop.mat-con.net</a>, Skript für E-Labor der 3. Jahrgänge; Fachbuch für Automatisierungstechnik; Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften) Welche Arbeitsschritte, Materialien und Werkzeuge sind dazu notwendig? Welche Komponenten werden als erstes verbaut? Gibt es noch „Barrieren“ der Installation und wie können diese gelöst werden?</p>

Probleme im Bereich des **WVBs**

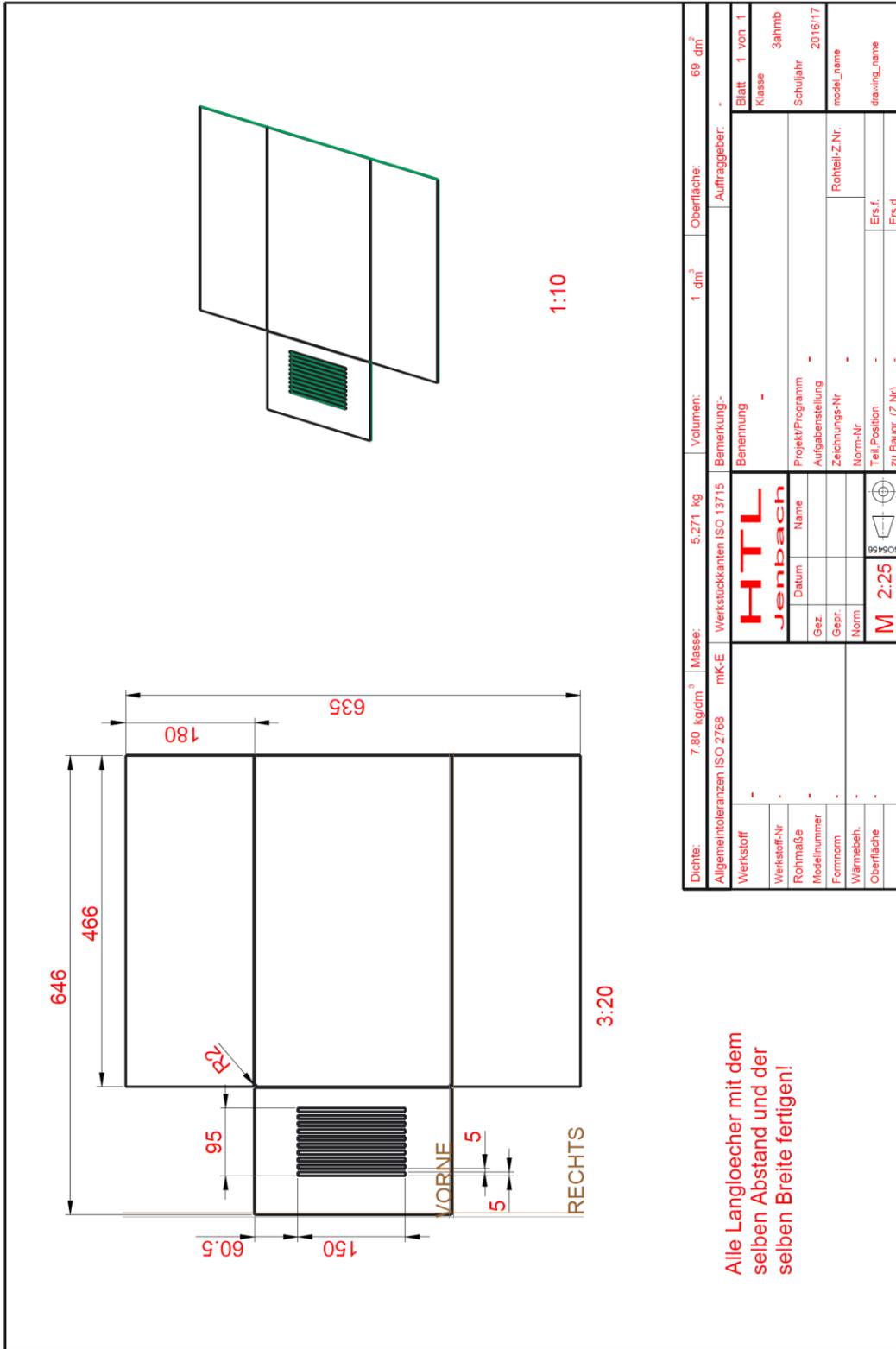
Kurtitel	Beschreibung
Karosserie	<p>Unsere URS soll prinzipiell ein fahr- und funktionstüchtiges Modell werden. Demnach liegt es an euch, eine tragfähige Karosserie zu bauen.</p> <p>Ihr arbeitet nicht zum ersten Mal mit Metall und ihr habt bereits umfangreiche Fertigkeiten und Wissen bzgl. Metallverarbeitung und Eigenschaften. Nutzt sie!</p> <p>Quellen der Unterstützung:                      Zeichnungsableitungen der AV-Gruppe, das digitale Zeichnungskonzept am Laufwerk W: -&gt; Ordner: LOK, die Arbeitsbücher für die Jahrgänge 1., 2. und 3., das Tabellenbuch, die Erkenntnisse der Mechanik (Berechnungen)</p>
Motorträger	<p>Da unsere Lok zum Schluss fahren soll, benötigt sie einen Antrieb. Dieser muss dem Konzept nach im unteren Fahrgestell untergebracht werden. Die zwei Achsen werden prinzipiell über eine Kette und Kettenräder angetrieben. Nur, wie lagern wir den Motor?</p> <p>Quellen: Arbeitsbücher der vorhergehenden Jahrgänge, das Konstruktionsbuch, das digitale Modell, die Zeichnungsableitung und eure technische Kreativität;</p>
Achsträger inkl. Federpaket	<p>Achsen brauchen funktionsgemäß eine Verbindung/Führung/ Lagerung zum Fahrzeug. Unser Fahrwerk muss die Belastungen des Modells aber auch den Bediener dauerhaft tragen. Dabei müssen die vorher erbrachten Arbeitsergebnisse umfassend berücksichtigt und in eure Umsetzung eingearbeitet werden.</p> <p>Quellen: Arbeitsbücher der vorhergehenden Jahrgänge, das Konstruktionsbuch, das digitale Modell, die Zeichnungsableitung und eure technische Kreativität</p>

## VI. CAD-Konstruktion (Auszug)





Dichte:	7.80 kg/dm <sup>3</sup>	Masse:	1.201 kg	Volumen:	0 dm <sup>3</sup>	Oberfläche:	16 dm <sup>2</sup>	
Allgemeintoleranzen ISO 2768	mK-E	Werkstückkanten ISO 13715	Bemerkung: Schutzvermerk nach ISO 16016		Auftraggeber: -			
Werkstoff	-	<b>HTL</b> <b>Jenbach</b>	Benennung				Blatt	1 von 1
Werkstoff-Nr	-		-				Klasse	3ahmb
Rohmaße	-	Datum	Name	Projekt/Programm		Schuljahr		
Modellnummer	-	Gez.		Aufgabenstellung		2016/17		
Formnorm	-	Gepr.		Zeichnungs-Nr		Rohteil-Z.Nr.	model_name	
Wärmebeh.	-	Norm		Norm-Nr				
Oberfläche	-	<b>M</b>		Teil, Position		Ers. f.	drawing_name	
				zu Baugr. (Z.Nr)		Ers. d.		



Alle Langloecher mit dem  
selben Abstand und der  
selben Breite fertigen!

Dichte:	7.80 kg/dm <sup>3</sup>	Masse:	5.271 kg	Volumen:	1 dm <sup>3</sup>	Oberfläche:	69 dm <sup>2</sup>
Allgemeintoleranzen ISO 2768	mK-E	Werkstücktoleranz ISO 13715	Bemerkung: -				
Werkstoff	-	<b>HITL</b>		Auftraggeber: -			
Werkstoff-Nr	-	Jenbach		Blatt 1 von 1			
Rohmaße	-	Datum	Name	Klasse 3ahmb			
Modellnummer	-	Gez.	Gepr.	Schuljahr 2016/17			
Formnorm	-	Norm	Norm	modell_name			
Wärmebeh.	-	Norm	Norm	Rohteil-Z.Nr.			
Oberfläche	-	Norm	Norm	Teil.Position			
		M 2:25		Ers.f.			
				zu.Baugr. (Z.Nr.)			
				Ers.d.			

## VII. Schüler\_innen-Projekt-Informationsmappe

### **Problembasierendes Lernen an der HTL Jenbach**

**Projekt: der Modellbau der URS Bahn**



**Projektzeitraum Schuljahr 2016/17**

**Projektverantwortlicher  
ZINGERLE-LEO Bernhard**

## **Inhalt**

1	Projekthalt .....	1
2	Projektziele.....	2
3	Projektteam .....	2
4	Zeitplan des Projekts.....	2
5	Evaluierungsmethoden.....	3
6	Einverständniserklärung .....	3
7	Sicherheitsunterweisung .....	4
8	Leistungsbeurteilung .....	4
9	Problemlöse-Prozess .....	5
10	Anhang .....	6

## 1 Projektinhalt

Prinzipiell dient mir dieses Projekt als Lehrer und Student der Berufspädagogik, als Quelle meiner Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Um einen Teil der anfallenden Kosten abzudecken und auch selbst professionelle Anleitung in diesem wissenschaftlichen Bereich zu erhalten, wurde dieses Projekt über die IMST-Initiative eingereicht und wird nunmehr unterstützt.

Was bedeutet nun IMST<sup>1</sup> (*Innovation macht Schule Top!*) – IMST ist eine Initiative des österreichischen Bundesministeriums für Bildung zur Weiterentwicklung und Unterstützung des österreichischen Schulunterrichts.

Demzufolge ist das hier vorgestellte Projekt als ein Verbesserungs- bzw. Entwicklungs-Versuch im Bereich des fachpraktischen Unterrichts eures 3. Jahrgangs für Maschinenbau der HTL-Jenbach angedacht. Wohlmöglich erscheint euch nun die Gesamtsituation etwas befremdlich und ungewohnt, jedoch sollte euch die hier kurz vorgestellte, neue Unterrichtssituation nicht als Hürde oder Abschreckung erscheinen. Vielmehr bietet sie euch eine erste Chance eure *Problemlöse-Kompetenz*, die im späteren Berufsleben dringend benötigt wird, zu entdecken und weiter zu entwickeln. Es ist somit nicht als überfordernde Unterrichtsschikane zu sehen.

Um diesen Unterrichtsversuch bzw. das Entwicklungsprojekt für euch ansprechend und interessant zu gestalten, werden wir gemeinsam ein maßstabgetreues und funktionstüchtiges Lokmodell des Typs URS<sup>2</sup>, von Grund auf realisieren, d. h. auf Basis von Fotodokumenten und technischen Zeichnungen alle notwendigen Produktrealisierungszyklen, in Form eures fachpraktischen Unterrichts, durchspielen und in einem Modellbau umsetzen.



Abbildung 1: Lok URS

Wobei der Unterricht nun nicht nach gewohnt tradiert und reproduktiver Art und Weise abläuft, sprich der Lehrer als Lösungsanbieter fungiert, sondern als Tutor (Lernbegleiter) und ihr als SchülerInnen-Gruppe Teilprobleme nach einem bewährten Problemlöse-Konzept eigenständig auf- und bearbeitet. Erst wenn alle Probleme jeder Fachgruppe (WVB, CNC, AV und E-Labor), in Abstimmung zueinander bewältigt wurden, ist ein gemeinsamer und erfolgreicher Lok-Modellbau umsetzbar.

<sup>1</sup><https://www.imst.ac.at/>

<sup>2</sup><http://schmalspurbahnen.at/strecke81.php?bild=5>

Sicherlich stellt diese „alternative“ Unterrichtsgestaltung eine Herausforderung für euch dar, jedoch bin ich davon überzeugt, dass ihr (wir) diese Aufgabe stemmen können und dabei euer *Problem-Bewusstsein* und eure Fähigkeiten, Problemen grundsätzlich lösungsorientiert zu begegnen, gefördert werden.

Um die von mir beabsichtigte Förderungsmaßnahme auch wissenschaftlich zu belegen und für Projektfremde zugänglich und nachvollziehbar zu gestalten, werde ich euch während des gesamten Projektverlaufs um eure Einschätzung bitten. Dies wird über anonymisierte und für die Beurteilung irrelevante Fragebögen passieren (Weitere Informationen dazu findest du/ihr im Punkt Evaluierungsmethoden).

Anmerkung: Natürlich werden alle im Verlauf des Projekts erbrachten (Schüler\_innen-) Leistungen in gewohnter Weise mitverfolgt, dokumentiert und beurteilt. Siehe dazu auch den Punkt 9 dieser Mappe.

## 2 Projektziele

Grundsätzlich sollte im Zuge dieses spezifisch gesetzten Projektversuchs erstmals, fundiert und nachvollziehbar, die Entwicklung der heute vielfach verlangten *Problemlöse-Kompetenz* unserer Schülerinnen und Schüler gefördert und abgebildet werden. Darüber hinaus sollen unsere Schülerinnen und Schüler schrittweise in die dafür notwendige Methodik professionell begleitet eingeführt werden.

Des Weiteren soll damit die Eignung dieser Unterrichtsmethodik, die ursprünglich aus dem tertiären Bereich übernommen wurde, für den sekundären Schulbereich der Höheren Technischen Lehranstalt Jenbach festgestellt werden.

## 3 Projektteam

Projektcoaching	HOTAREK Ingrid, BEd MA Dipl.-Hdl. KAHN Iris
Projektleitung	FL ZINGERLE-LEO Bernhard
Projektbegleitung	alle im Projekt involvierten Lehrpersonen
Ausführung/Umsetzung	alle Schülerinnen und Schüler der Projekt-beteiligten Klasse

## 4 Zeitplan des Projekts

Juni bis	Vorstellung des Projekts im Kollegium
September 2016	Vorstellung des Projekts innerhalb der 3. Jahrgänge Vorbereitung und Entwicklung von ersten Umsetzungsinhalten und Zielen

September 2016 bis Jänner 2017	Gruppeneinteilung, zeitliche Planung und Einteilung der Aufgaben; Projekt in Teilprobleme je Fachbereich zergliedern > durch beteiligte Lehrer Probleme bearbeiten, dokumentieren, evaluieren; Projekt realisieren Dokumentation und fortlaufende Evaluierungen
Februar 2016	Auswertungen Testlauf und Abschluss mit beteiligter Klasse Vorbereitung der Präsentation, Präsentation am Tag der offenen Tür

## 5 Evaluierungsmethoden

Zur Erhebung der vorher genannten und angeführten Projektzielsetzungen (unter Punkt 2) werden vollständig anonymisierte Fragebögen verwendet. Diese werden einerseits digital, per QR-Code oder aber als klassisch gedruckter Fragebogen nach jedem „bewältigten“ Teilproblem und am Projektende an alle direkt Projektbeteiligten ausgehändigt.

Über diese Fragebögen wird die Selbsteinschätzung und temporäre Meinung aller Projektbeteiligten (Schülerinnen u. Schüler sowie Tutoren/Lehrpersonen) bzgl. der im Unterrichtsverlauf erforderlichen Problemlöse-Kompetenz erfasst.

Diese Daten werden von mir (Projektleiter: Zingerle-Leo B.) fortlaufend gesammelt, digitalisiert ausgewertet, zu Projektende kritisch analysiert und im Projektschlussbericht bzw. in der Bachelorarbeit interpretiert.

Demzufolge bitte ich dich meine Fragen stets wahrheitsgemäß und selbstkritisch zu beantworten.

## 6 Einverständniserklärung

Sicherlich werden im Verlauf des Projekts, aus dokumentarischen Gründen, fortlaufend Fotodokumente und eventuell Videosequenzen entstehen. Aus diesem Grund erlaube ich mir (Zingerle-Leo Bernhard) aus Gründen des allgemein gültigen *Persönlichkeits-, Daten- und Urheberrechtsschutzes* eine Einverständniserklärung einzuholen. Um für schulische Zwecke, aber auch für meine Bachelorarbeit alle erzeugten Daten und Dokumente uneingeschränkt verwenden zu dürfen, bitte ich um die Unterschrift von Eigenberechtigten bzw. von Erziehungsberechtigten.

Demgemäß findest du bzw. deine Erziehungsberechtigten im Anhang dieser Projektmappe ein Formular, das vollständig ausgefüllt und unterzeichnet beim *Werkstattleiter Hrn. Prof. Brunner* oder bei mir direkt abzugeben ist.

**Letzter Abgabetermin: 23. September 2016**

## **7 Sicherheitsunterweisung**

Da wir während der Projekt-Realisierung fortlaufend mit technischen Einrichtungen, Apparaturen, Maschinen und Werkzeugen arbeiten werden, ist eine gesonderte Sicherheitsunterweisung unbedingt erforderlich. Auch hierfür wird eine Unterschrift für die erfolgte, sicherheitstechnische Beschulung erbeten. Auch dieses Formular findest du im Anhang dieser Projektmappe und sollte nach erfolgter Unterweisung, unterschrieben an den *Werkstattleiter Hrn. Prof. Brunner M. oder Hrn. Zingerle-Leo Bernhard*, ehestmöglich retourniert werden.

## **8 Leistungsbeurteilung**

Da die Projektumsetzung eine interdisziplinäre Zusammenarbeit bedingt, wird in gewohnter Weise jeder beteiligte Fachlehrer (Tutor) deine Leistungen in seinem Fachbereich und den gestellten Problemen eigens dokumentieren und bewerten. Somit ergeben die Teilnoten aus allen Fachbereichen deine Endbeurteilung.

Die projekt- und evaluierungsrelevante Problemlösefähigkeit wird als solches nicht gesondert beurteilt. Es steht der schüler\_innen-eigene, differenzierte Kompetenzzuwachs im Fokus und nicht der Abgleich mit vorgegebenen Beurteilungsrastern. Vielmehr erwarte ich mir von dir wahrheitsgemäße Selbsteinschätzungen, die dem individuellen und zeitweiligen Entwicklungsprozess entsprechen und wiedergeben. (Fragebögen!)

## 9 Problemlöse-Prozess

Was ist die Problemlöse-Kompetenz eigentlich?

Die Problemlöse-Kompetenz ist eine individuelle Befähigung, umfangreiche Problemstellungen aus der Realität zu verstehen und zu lösen, deren Lösungsweg nicht immer auf den ersten Blick klar und offensichtlich ist.

Dementsprechend wird aus vorhandenen Informationen, individuellen Wissen und Fähigkeiten ein Lösungsweg, trotz Hindernissen und Stolpersteinen, gesucht und gefunden.

Wir nutzen, die bei der Projekt-Umsetzung auftretenden „Hindernisse“ als Lernchancen und bearbeiten diese nach dem folgenden Prozess/Handlungsmuster:



Die Lehrperson tritt hierbei als Tutor (= Lernbegleiter) und nicht als „alleiniger Wissenshüter“ auf. Seine Aufgabe ist es die Problemstellung (das Teilproblem) den Ansprüchen und vorhanden Fähigkeiten bzw. Potenzialen der Kleingruppe (Fachgruppe) anzupassen und einleitend zu erklären. Er steht aber auch, in allen Prozessphasen, als fachlich methodische Unterstützungsquelle der Gruppe, den Einzelpersonen zur Seite. (Weber, 2007; S. 31f)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Literaturhinweis / Quelle:

Weber, A. (2007). *Problem-Based Learning* (2. Ausg.). Bern: hep-Verlag AG.

## 10 Anhang

### **Einverständniserklärung zum Projekt von Hrn. Zingerle-Leo Bernhard**

Ich, \_\_\_\_\_ erkläre mich damit einverstanden, dass ich bzw. meine Tochter/mein Sohn auf der Internetseite oder anderen für die Schule erzeugten Medien bzw. in der Bachelorarbeit und im Projektbericht von Herrn Zingerle-Leo Bernhard abgebildet und gezeigt werden darf.

<b>Familienname</b> der Schülerin/des Schülers	
<b>Vorname</b> der Schülerin/des Schülers	
<b>Datum</b>	
<b>Unterschrift</b> der Schülerin/des Schülers	
<b>Unterschrift des</b> <b>Erziehungsberechtigten</b> <b>bzw. des Eigenberechtigten</b>	

### **Sicherheitsunterweisung**

Das Mitführen und Tragen der vollständigen PSA – *Persönliche Schutz Ausstattung* – während der praktischen Projektausführung ist stets und ausnahmslos erforderlich.

Dementsprechend müssen bei der Arbeit stets:

- Eine Kopfbedeckung (Schilbmütze, Haarnetz etc.) getragen werden.
- Lange Haare sind stets sicher unter der Kopfbedeckung zu sichern.
- Geschlossene und enganliegende Arbeitskleidung getragen werden.
- Eine geeignete Schutzbrille getragen werden. (auch Brillenträger)
- Schmuck, Uhren etc. vor der Arbeit abgelegt werden.

### **Arbeitssicherheit – Grundregeln bei der Maschinen- und Anlagenbedienung**

Vor Arbeitsbeginn muss stets der Maschinenzustand, sofern möglich, erfasst werden. Sollten Mängel jeglicher Art oder Auffälligkeiten (wie: lose Kabel, defekte Schalter, sonstige Beschädigungen, ...) ersichtlich sind, ist stets die verantwortliche Lehrperson davon umgehend in Kenntnis zu setzen.

#### **Niemals eigenmächtige Reparaturversuche durchführen!**

- o Werkstücke, Zeichnungen, Messmittel und Werkzeuge sind stets auf die dafür vorgesehenen Ablageplätze zu verwahren.
- o Werkzeuge müssen in den dafür vorgesehenen Montageplätzen vorschriftsmäßig montiert werden. (De-/Montageanweisungen beachten)
- o Alle Handkurbeln und Handräder, die für den manuellen Vorschub vorhanden sind, dürfen sich während des maschinellen Vorschubs und des *Eilgangs* (*Eilbewegung*) nicht bewegen.
- o Jegliche Rüstarbeiten dürfen nur im absoluten Stillstand der Maschine durchgeführt werden.
- o Stets Hauptschalter deaktivieren / Not-Halt aktivieren.
- o Es arbeitet ausschließlich nur eine Person auf einer Maschine. (Vermeidung von Ablenkung, Koordination, ...)
- o Niemals in die laufende Maschine / Werkzeuge greifen oder Maschinenbewegungen eingreifen.
- o Es dürfen niemals bei laufender Maschine Reinigungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden.
- o Werkstücke dürfen nur im Stillstand der Maschine ein- und ausgespannt werden.
- o Aktivierte Maschinen müssen stets beaufsichtigt werden.

- o Ein- und Ausschalten gefährlicher Werkzeugbewegungen nur vom sicheren Standplatz aus.
- o Bevor die Maschine aktiviert wird müssen alle Einstellungen nochmals sorgfältig überprüft werden.
- o Jegliche Messarbeiten sind nur im Stillstand der Maschine vorzunehmen.
- o Anfallende Späne und Kühlschmiermittel sind nur mit Pinsel oder entsprechenden Putzutensilien im Stillstand der Maschine zu entfernen.
- o Stets die vorhandenen Sicherheitsabdeckungen/Schutzgläser verwenden.
- o Diese sind folglich auch nur im Stillstand zu de- bzw. montieren!
- o Alle bisher erlernten Grundkenntnisse im Bereich der praktischen Fertigkeiten sollten auch im Verlauf dieser Projektumsetzung berücksichtigt und umgesetzt werden.
- o Bei Unsicherheit vergewissere dich mit Hilfe deiner Unterlagen oder frage die betreffende Lehrperson.

Die hier angeführten Sicherheitsregeln und Unfallverhütungsvorschriften, sowie die allgemein geltenden Sicherheitshinweise der Werkstätte wurden am \_\_\_\_\_ gemeinsam, vollumfassend und widerspruchsfrei besprochen und sind so auch für mich verständlich und im Rahmen des Unterrichts umsetzbar.

U.: \_\_\_\_\_