



**IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Informatik kreativ unterrichten

# **SIMULATIONSERGEBNISSE KOMPETENT VALIDIEREN ENDBERICHT**

**ID 1352**

**DI Dr.mont. Monika Grasser**

**DI Florian Mayer**

**Ing. Biller Leo Dipl. Päd**

**EUREGIO HTLBVA Ferlach Schulhausgasse 10, 9170 Ferlach**

Ferlach, Juni 2014

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1     EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
1.1     Motivation und Rahmenbedingungen.....	4
1.2     Ziele .....	5
1.3     Vorgangsweise.....	6
1.4     Geplanter Projektverlauf .....	6
1.5     Projektzeitplan .....	7
<b>2     PROJEKTINHALT .....</b>	<b>8</b>
2.1     Projektverlauf.....	8
2.2     Fachübergreifendes Konzept.....	9
2.3     Umsetzung der IT-Zielsetzungen auf Schülerebene.....	10
2.4     LehrerInnenebene .....	13
<b>3     EVALUATION .....</b>	<b>13</b>
3.1     Evaluation projektspezifischer Ziele.....	13
3.1.1     Inhaltliche Aspekte.....	13
3.1.2     Prozessaspekte.....	18
3.2     Evaluation aus Sicht der Ziele des Themenprogramms.....	19
3.3     Evaluation aus Sicht übergeordneter IMST Ziele .....	20
3.3.1     Genderaspekte.....	20
3.3.2     Schulentwicklungs- und Disseminationsaspekte .....	21
<b>4     ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>22</b>
<b>5     LITERATUR .....</b>	<b>23</b>
<b>6     ANHANG .....</b>	<b>24</b>

## ABSTRACT

Die Durchführung des IMST Projektes "Simulation Begreifen" im Schuljahr 2012-2013 an der EUREGIO HTBLVA FERLACH wurde von den involvierten Klassen als sehr positiv empfunden. Die darin aufgestellte These, dass die Verbindung zwischen Theorie und Praxis die Auseinandersetzung mit einer Unterrichtsthematik für Schülerinnen und Schüler unterstützt, konnte durch die Umsetzung des Projektes "Simulation Begreifen" bestätigt werden. Damit einher geht die sehr gut angenommene Vertiefung in Bezug auf Simulation im Konstruktionsunterricht. Daher wurde der Unterricht im Labor und in der Konstruktion im laufenden Schuljahr wieder in Form eines fächerübergreifenden Projektes konzipiert und durchgeführt.

Das Projekt "Simulationsergebnisse kompetent validieren" hatte als Folgeprojekt eine Vertiefung in Bezug auf Simulation zum Thema, und zwar mit den Schwerpunkten Spannungssimulation und der Koordination des Laborunterrichtes und der konstruktionsspezifischen Unterrichtsinhalte. Mit Messungen sollten die Ergebnisse der Simulation praxisnahe validiert werden. Die gewählte Vorgehensweise in diesen Unterrichtsszenarien unterstützte die Kompetenzorientierung sehr gut und bietet auch Anknüpfungspunkte zur Weiterentwicklung.

Im 4. Jahrgang des Schulschwerpunktes Waffen- und Sicherheitstechnik ist im Konstruktionsunterricht ein Unterrichtsschwerpunkt zum Thema Simulation (Bewegungssimulation und Spannungssimulation) vorgesehen. Parallel dazu werden im Labor die Werkstoffeigenschaften des simulierten Werkstückes untersucht. Zur Ermittlung der Daten werden Härteprüfung und Dehnmessstreifenmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen werden mit Excel sowie der Software Catman ausgearbeitet und im Vergleich mit den Simulationsergebnissen interpretiert.

**Kategorien:** Informatik, Simulation, Projekt, Labor, fächerübergreifend, Kompetenzorientierung, Konstruktion, Anwendungssoftware

Schulstufe: 9. – 13.

Fächer: KOP, LA1

Kontaktperson: DI Dr. mont. Monika Grasser

Schulhausgasse 10, 9170 Ferlach

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Motivation und Rahmenbedingungen

Die beruflichen Anforderungen an die HTL Absolventinnen werden immer mehr vom Umgang mit digitalen Technologien und Informatiksystemen geprägt. Neben diesen Anforderungen der Wirtschaft werden in der Schule Begrifflichkeiten wie Standardisierung, Individualisierung und Kompetenzorientierung hochgeschrieben. Laut PISA Studie 2012 (Schwandtner, 2013) sind die wesentlichen Kompetenzen unser Jugend, Lesekompetenzen, Mathematikkompetenzen, naturwissenschaftliche Kompetenzen und Problemlösungskompetenzen. Zusätzlich ist der Umgang mit digitalen Medien eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Berufseinstieg. Es stellt sich nun die Frage, wie man diese Kompetenzen im Unterricht gezielt fördern und initiieren kann. Im Idealfall sollten alle Kompetenzen unterstützt, gefördert und gefordert werden.

In diesem Projekt werden folgende Kompetenzen unterstützt:

Die Mathematikkompetenz ist unter anderem bei der Berechnung der Biegespannung und Dehnung, aber auch bei der Auswertung der Daten gefordert. Die Lesekompetenz ist speziell in der Phase der Erarbeitung der Grundlagen, bei der Erstellung von Laborberichten und Präsentationen sowie der Umsetzung von Anleitungen für den Geräteeinsatz notwendig. Auch bei der Erfassung des Vorgehens bei der Durchführung von Experimenten anhand von Unterlagen ist sie erforderlich. Naturwissenschaftliche Kompetenz wird durch die experimentelle Umsetzung der Messungen und dem daraus resultierenden Wissen gefördert.

Eine spezielle Position hat der Problemlösungsansatz. Denn, basierend auf der Definition laut PISA 2012 (Schwandtner, 2013), liegt das Wesen der Problemlösungskompetenz in der "kognitiven Erfassung einer Aufgabenstellung und deren Umsetzung durch die Anwendung des Wissens in einer neuen Situation, deren Ergebnis noch nicht bekannt ist."

Als Grundvoraussetzung wird hier die Fähigkeit der Auseinandersetzung mit einem Thema genannt. Das heißt, ein Problem kann nur gelöst werden, wenn der Schüler oder die Schülerin sich auf das Thema einlassen kann, sich dafür interessiert und darüber nachzudenken beginnt. Und genau hier setzt der Einsatz von Projekten im Unterricht an. Die Schüler und SchülerInnen bekommen im fächerübergreifenden Unterricht die Möglichkeit, sich auf das Thema selbständig einzulassen und sich damit auseinanderzusetzen.

Weitere wesentliche Pfeiler von Unterrichtsprojekten, die fächerübergreifend angelegt sind, bilden in den berufsbildenden höheren Schulen der Projektunterricht und der Ansatz der Individualisierung im Unterricht. Dazu gibt es vom Ministerium Veröffentlichungen und Leitlinien wie z.B. den "Grundsatz-erlass zum Projektunterricht" (Auchmann, 2001) und "Individualisierung im Unterricht" (Winkler-Riegler, 2013). Diese Veröffentlichungen bilden in Ergänzung zum Schulunterrichtsgesetz die wichtigsten Rahmenbedingungen für die Planung und Umsetzung von Projektunterricht ab. So schreibt zum Beispiel das SchUG §17(1) fest, dass der Lehrer oder die Lehrerin den Lehrstoff des jeweiligen Unterrichtsgegenstandes anschaulich und gegenwartsbezogen entsprechend dem Stand der Wissenschaft zu vermitteln hat. Die Eingliederung von Projekten in den Unterricht ist dem entsprechend für die Unterstützung des Lernerfolges für die Lernenden von Vorteil. Die dafür notwendigen organisatorischen Abstimmungen wurden im Zusammenwirken zwischen den Unterrichtenden im Labor wie auch in der Konstruktion und der Schulleitung abgeglichen.

Nicht zuletzt ist der Themenschwerpunkt "Informatik kreativ unterrichten" ein Zeuge für die Wichtigkeit von Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien, anwendungsorientierten Programmen und fundierten EDV Kenntnissen.

## 1.2 Ziele

Das Ziel dieses Projektes ist es, Erkenntnisse aus naturwissenschaftlichen Beobachtungen mit Simulationsergebnissen in Beziehung zu bringen und dabei informationstechnische Anwendungen zu integrieren. Informationstechnik selbst wird als Mittel zur Darstellung von Berechnungsergebnissen im dreidimensionalen Raum, als Hilfsmittel zur Messdatenerfassung sowie zur Messdatenauswertung sowie als Kommunikationsmedium erlebt.

- (i) Zur Darstellung von Rechenergebnissen (Simulationsergebnissen) im 3D-Raum wird die Software Solid Works eingesetzt.
- (ii) Zur Messdatenerfassung wird die Software Catman eingesetzt.
- (iii) Zur Messdatenauswertung wird Windows Office verwendet.
- (iv) Zur Kommunikation werden Clouds (Dropbox und Edmodo) eingesetzt.

### 1. Schüler\_innenebene

*Einstellung:* Die Schüler\_innen integrieren den Einsatz von digitalen Medien sowie Clouds (Dropbox bzw. Edmodo) bei der Kommunikation und Dokumentation.

Auf Schulebene wirken Projekte unterstützend, um kognitiv Gelerntes praktisch in Kompetenzen umwandeln zu können.

*Evaluation:* Beobachtung der Plattform, Entwicklung der Plattform im Laufe des Projektes

Die Schüler\_innen erkennen, dass das erarbeitete Wissen in mehreren Fächern einsetzbar und vergleichbar ist.

Die Schüler\_innen erkennen, dass Projekte den Unterricht positiv unterstützen und fördern.

*Evaluation:* Auswertung von schulinternen Erhebungen zum Thema Laborunterricht, Projektunterricht und Praxisorientierte Kompetenzen für den Beruf in der 4AHMBW im Vergleich zum Ergebnis auf Schulebene.

*Handlungen:* Die Schüler\_innen können erfasste Ergebnisse im Labor anhand von DMS Messungen auswerten und mit Simulationsergebnissen im Konstruktionsunterricht vergleichen.

*Evaluation:* Es wird ein Projektbericht erstellt.

*Kompetenzen:* Die fachliche Kompetenz in der Simulation wird vertieft und Kompetenzen in der Messtechnik mit EDV (z.B. Auswertung für Dehnmessstreifenmessung, Auswertung der Härteprüfung) entwickelt.

*Evaluation:* Leistungsfeststellung

### 2. Lehrer\_innenebene

*Einstellung:* Die Verknüpfung von Unterrichtsschwerpunkten wird verstärkt.

*Evaluation:* Projektbericht, Beobachtungen durch die Lehrenden, Erhebung auf Schulebene zum Thema Projekte im Unterricht

*Handlungen:* Die Lehrer und Lehrerinnen entwickeln fächerübergreifenden Unterricht indem Ergebnisse aus Fächern miteinander verknüpft werden.

*Evaluation:* SWOT Analyse

*Kompetenzen:* Die Kompetenzen im Umgang mit der Software Solid Works im Bereich der Konstruktion werden im Punkt Anwendung von Simulationstools zur Verformungssimulation und Ablaufsimulation vertieft sowie deren Einsatz im Unterricht erarbeitet. Der Umgang mit digitalen Medien/Plattformen (Edmodo, Dropbox) wird z.T. erarbeitet und vertieft.

*Evaluation:* Befragung auf Schulebene, Beobachtungen im Projekt, SWOT Analyse.

## 1.3 Vorgangsweise

Für das Schuljahr 2013/2014 wird der Laborunterricht in modulweiser Abstimmung mit dem Konstruktionsunterricht geplant.

1. Prinzipiell wird im Laborunterricht der 4. und 5. Jahrgänge der HTL die Klasse in 3-4 Kleingruppen unterteilt, da die Laborräume nicht für Gruppen über 9 Schüler\_innen geeignet sind. Basierend auf dieser Gruppenbildung werden 3 Lehrer\_innen zugeteilt, die die 3-4 Schüler\_innengruppen mit je 3 Unterrichtseinheiten pro Woche je ein Drittel des Jahres unterschiedliche Schwerpunkte unterrichten. In den vergangenen Jahren wurden im Laborunterricht entweder unterschiedliche Module nacheinander oder auch kleinere Projekte zum Lehrplan durchgeführt. Grundsätzlich handelt es sich um die Themen waffentechnische Analyse, Werkstoffprüfung und Messtechnik sowie Datenbearbeitung und -auswertung. Im Schuljahr 2013/2014 wird im Rahmen des IMST Projektes eine Interaktion zwischen den einzelnen Modulen angestrebt. Im Modul (i) wird die Messdatenerfassung und Modul (ii) die statistische Auswertung der Messdaten durchgeführt. Die Schüler verwenden im Labor als Unterrichtshilfsmittel Computer zur Berichterstellung, zur Datenerfassung und zur Datenauswertung. Es werden die Programme Excel und Catman eingesetzt.
2. Die Etablierung der Simulation am Computer mit Solid Works im Rahmen des KOP Unterrichtes stellt den zweiten Schwerpunkt dar. Dazu bilden die Schüler und Schülerinnen den Versuch aus dem Labor anhand von FEM Simulation in Solid Works ab. Hier etablieren die Schüler Kenntnisse in der Bewegungssimulation und in der Spannungssimulation. Auch im Konstruktionsunterricht dieser Klasse gibt es 2 Gruppen, die je einem Lehrer zugeteilt sind. In Bezug auf die Unterrichtsgestaltung wird zwischen den beiden Lehrpersonen der Unterricht abgesprochen und parallel gestaltet.
3. Einen wesentlichen Teil werden die Auswertung und der Vergleich der beiden Ergebnisse, der empirischen Messung und der Simulation, darstellen.
4. Zum Datenaustausch und der Datenverwaltung dieses Projektes wird Cloud-computing, Dropbox oder/und Edmodo verwendet. Sie dient als Plattform für die Schüler\_innen- und Lehrer\_innenkommunikation.
5. Durch selbstständiges Arbeiten und Gruppenarbeiten soll kompetenzorientiertes Lernen gefördert werden.

## 1.4 Geplanter Projektverlauf

1. Im September zu Schulbeginn kommt es zu einer ersten Absprache zwischen den beteiligten Lehrer\_innen in Bezug auf Inhalt, Vorgehen und Unterrichtsabstimmung. Für die Schüler\_innen werden eine genaue Aufgabenbeschreibung und deren Beurteilung festgelegt. Der Projektinhalt ist für die einzelnen Schüler\_innen nur eine Teilaufgabe im Labor und im Konstruktionsunterricht. Im Labor wird die Aufgabe ungefähr ein Drittel des Unterrichtsinhaltes darstellen, im Konstruktionsunterricht ca. ein Viertel.
2. Im Laborunterricht des 4. Jahrgangs 4 AHMBW wird das Projekt vorgestellt und die geblockte Theorieeinführung begonnen. (1. Einheit)
3. Anschließend wird im Konstruktionsunterricht mit der Konstruktion des Messaufbaus im Labor begonnen.
4. Im Labor werden die DMS - Versuche vorbereitet und durchgeführt.
5. In der Konstruktion werden erste FEM Simulationen anhand eines vereinfachten Beispiels erarbeitet und die Kenntnisse vertieft.
6. Die Messergebnisse werden im Modul 2 Labor statistisch ausgewertet.
7. In der Konstruktion wird die Versuchsdurchführung dargestellt und die Simulation dieser in Bezug auf die Dehnung durchgeführt.
8. Die Ergebnisse von Labor und Simulation werden verglichen und interpretiert.

Da es sich um 3 Laborgruppen handelt, findet jeweils zum Ende des jeweiligen Moduls der Laborgruppe eine gemeinsame Laboreinheit für die ganze Klasse statt. Hier präsentieren die Gruppen die bereits erreichten Ergebnisse, der Bericht wird abgestimmt und das weitere Vorgehen adaptiert.

## 1.5 Projektzeitplan

In Tabelle 1 ist der geplante Projektzeitplan dargestellt. Der tatsächliche zeitliche Ablauf des Projektes ist im folgenden Kapitel dargestellt.

<b>Nr.</b>	<b>Art der Aktion</b>	<b>Datum</b>
1	Projektbeginn	9.9.2013
2	Projekttreffen mit den beteiligten Lehrer_innen und Erarbeitung des abgestimmten Vorgehens	11.9.2013
3	Treffen der Fachgruppe Laborunterricht und Vorstellung des Projektes	5.10.2013
4	Durchführung der Unterrichtseinheiten	laufend
5	Austausch mit der Fachgruppe für Individualisierung in Kärnten, anwesend alle Individualisierungsbeauftragten in Kärnten	
6	SCHILF Veranstaltung der Fachgruppe Konstruktion	
7	Durchführung von Projekttreffen zur Sicherstellung der Austausches der beteiligten Lehrer_innen, zuerst alle 14 Tage, dann nach Bedarf	laufend
8	QDay - Projektpräsentation beim Landesschulrat Kärnten in der Anwesenheit aller HTL's in Kärnten	14.12.2013
9	Tag der offenen Tür: 1. Projektpräsentation	24.01.2014
10	Treffen der Fachgruppe Laborunterricht und Vorstellung des Fortschrittes des Projektes	März 2014
11	Fertigstellung und Zusammenführung der erarbeiteten Ergebnisse	Mai 2014
12	Endpräsentation der Ergebnisse von den Lehrer_innen zur Jahresabschlusskonferenz	Juni 2014

**Tabelle 1: geplanter Projektverlauf**

## 2 PROJEKTINHALT

### 2.1 Projektverlauf

Im Folgenden wird der tatsächliche Projektverlauf schwerpunktmäßig beschrieben und in Tabelle 2 zusammengefasst. Abbildung 1 zeigt die Schüler beim Arbeiten im Labor.

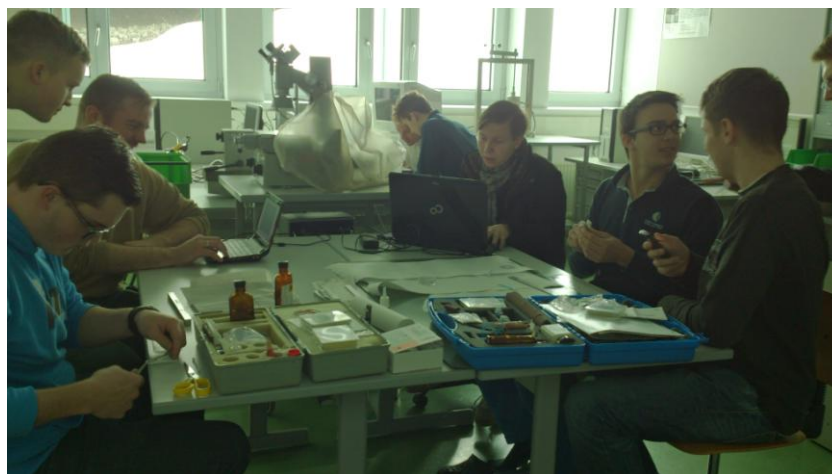
1. Im September 2013 kommt es zu einer ersten Absprache zwischen den beteiligten Lehrer\_innen in Bezug auf Inhalt, Vorgehen und Unterrichtsabstimmung. Für die Schüler\_innen wird eine genaue Aufgabenbeschreibung mit Beurteilungskriterien festgelegt. Der Projektinhalt ist für die einzelne Schülerin und den einzelnen Schüler nur eine Teilaufgabe im Labor und im Konstruktionsunterricht.
2. Die erste Laboreinheit wird mit dem neuen Konzept gemeinsam zur Besprechung des Projektes, der Unterrichtsinhalte sowie der Labor- und Sicherheitsanweisungen genutzt.
3. Beim Startup Treffen in Klagenfurt werden die Ziele des Projektes verfeinert sowie über die digitalen Möglichkeiten für den Datenaustausch diskutiert. Es wird über die Anwendung Geogebra diskutiert, da sie zur Datenauswertung herangezogen werden kann.
4. Im Labor werden die theoretischen Grundlagen für die Messung von Materialeigenschaften erarbeitet, die DMS-Versuche vorbereitet und durchgeführt. In Bezug auf die Messungen wurden hauptsächlich die Grundlagen erarbeitet, die Theorie zusammengefasst sowie die Proben definiert, Material besorgt und für die Messungen vorbereitet, sowie die Härteprüfung als Referenzwert für die Zugfestigkeit durchgeführt.
5. Zur Unterrichtsvorbereitung erfolgt die Absprache des Unterrichtsinhaltes zwischen den Laborlehrer\_innen und dem Konstruktionslehrer.
6. Vor dem ersten Gruppenwechsel werden die Ergebnisse aus den einzelnen Modulen des Labors vorgestellt, präsentiert und diskutiert. Die Schüler erstellen den ersten Teilbericht.
7. Die 2. Gruppe beginnt mit der Probenpräparation für die DMS Messungen. In den folgenden Laboreinheiten werden die Messungen zur Bestimmung der Dehnung in Abhängigkeit einer aufgetragten Kraft durchgeführt. Der definierte Versuchsaufbau wird in die Simulation (siehe Angabe) übernommen. Nach dem 2. Gruppenwechsel führt auch die dritte Gruppe die Versuche im Labor zu Härteprüfung, DMS Applikation und DMS Messung durch.
8. Um einen Vergleich der Projektgruppe mit der allgemeinen Einstellung der Schüler\_innen in der Schule zum Betrag von Unterrichtsprojekten zu erhalten, wird eine Erhebung in Bezug auf Lehrinhalte und Projekte einerseits in allen höheren Klassen und andererseits auch in der beteiligten Klasse durchgeführt.
9. Beim Projekttreffen als Vorbereitung für die Schreibwerkstatt werden die weiteren Schritte, in Bezug auf Vorgehen und Ablauf für den Einsatz der Simulation besprochen.
10. Schreibwerkstatt: Der Zwischenbericht wird erstellt. Der bisherige Projektverlauf ist anhand Tabelle 2 dargestellt.
10. Schreibwerkstatt
11. Besuch eines Seminars für Messtechnik – Einschätzung von Messfehlern, Auswertung und Durchführung von DMS Messungen bei HBM in Wien.
12. Als Einführung in die numerische Simulation und deren Umsetzung mit der Software Solid Works. Im 2. Semester wird speziell der Schwerpunkt Simulation im Konstruktionsunterricht und der Schwerpunkt DMS Messung im Laborunterricht forciert. Wider Erwarten dauerte die Einführung zum Thema in der ersten Laborgruppe relativ lange. Außerdem musste noch Material und Messzubehör beschafft werden. Die 2. Laborgruppe ist aber bereits aktiv bei den DMS Messungen dabei.
13. FEM Analyse der Versuchsdurchführung im Labor, Simulation mit Solid Works.
14. Zum Abschluss des Projektes wird eine gemeinsame Laboreinheit zum Austausch der Ergebnisse zwischen den 3 Laborgruppen durchgeführt. Außerdem werden die Ergebnisse der Simulation, deren Vergleich mit den Laborergebnissen und die individuellen Erfahrungen der Schüler besprochen.



15. Im Rahmen des Austausches über Individualisierung auf Landesebene findet ein Fachgruppentreffen am 17.06.2014 statt. In diesem Rahmen wird über die Ergebnisse des Projektes gesprochen. Außerdem wird das Projekt im Qualitätsbericht der Schule veröffentlicht.

<b>Nr.</b>	<b>Art der Aktion</b>	<b>Datum</b>
1	Projektstart, Projektbesprechung zur Koordination des Laborunterrichts 4AHMBW (Biller, Grasser, Mayer)	10.09.2013
2	Erste Laboreinheit in Kooperation: die gesamte Klasse Vorstellung des Projektes, Laborregeln und Sicherheitsanweisungen	17.09.2011
3	START UP Treffen in Klagenfurt	
4	Jeden Dienstag, 3-5. Std. Unterrichtsdurchführung Labor Kommunikation über EDMODO	17.09.2013 - 24.06.2014
5	Besprechungen zwischen den Projektlehrer_innen Dienstags nach dem Unterricht (Biller, Grasser, Mayer)	laufend
6	Projektvorstellung der Ergebnisse, erster Gruppentausch (Biller, Grasser, Mayer)	10.12.2013
7	DMS Probenpräparation, Messungen mit der 2. und 3. Laborgruppe	21.01.2014 – 17.06.2014
8	Evaluation zur Frage "Nutzen von Projektarbeiten" auf Schulebene	03.02.2014
9	Projektbesprechung (Grasser, Mayer)	20.02.2014
10	Schreibwerkstatt 21.-22.02.2014	21.-22.02.2014
11	Fachtheoretisches Seminar bei HBM für DMS Messung/Auswertung	21. 22. 03.2014
12	Einführung in die Simulation durch Bewegungssimulation	15.05.2014 – 16.06.2014
13	FEM- Analyse Biegebalken	01.06. 2014 –16.06.2014
14	Abschlussbesprechung Labor/KOP	24.06.2014
15	Bericht über das Projekt im Qualitätsbericht der Schule	18.06.2014

**Tabelle 2: Projektablauf 2013-2014.**



**Abbildung 1: 4AHMIW bei der Arbeit im Labor. Datenrecherche, DMS Applikation, Softwareeinschulung für die Durchführung der Dehnungsmessung als Grundlage zur Spannungssimulation.**

## 2.2 Fachübergreifendes Konzept

Der fächerübergreifende Aspekt wird durch das Zusammenspiel von Labor und Konstruktionsunterricht stark hervorgekehrt. Durch die fächerübergreifende Erarbeitung eines Projektzieles wird es den Schülern und Schülerinnen ermöglicht, Zusammenhänge zu erkennen und damit Neugierde und Verständnis für notwendige Formalitäten und Abläufe zu entwickeln. Zusätzlich wird gehofft, dass dadurch bei den Schüler\_innen die Motivation, Neues zu erlernen, erhöht wird.

Fächerübergreifendes, kompetenzorientiertes Erarbeiten von Lehrstoff anhand einer gezielten Aufgabenstellung wird als wesentliche Grundlage zur nachhaltigen Erarbeitung und Sicherung von Kompetenzen genannt. Kompetenzorientierung wird speziell in Bezug mit Handeln gebracht. Dies wird in vielen Veröffentlichungen (z.B. Prof. Neuweg (*Neuweg, 2011*) oder auch in der bereits angesprochenen PISA Studie (*Schwandtner, 2013*) sowie im Grundsatzerlass zum Projektunterricht (*Auchmann, 2001*) angesprochen. Verstärkt wird auf die Förderung der Eigenständigkeit beim Arbeiten der Schüler geachtet, um so die Problemlösungskompetenz zu schulen und zu unterstützen.

Die Umsetzung des fächerübergreifenden Konzeptes wird im Zusammenhang mit der Erläuterung der IT-Zielsetzungen dargestellt. Im Anhang finden sich die Aufgabenstellungen Labor- und Konstruktionsunterricht. Im Labor waren die Schüler des Jahrgangs 4AHMBW in drei Gruppen unterteilt, die je ein Drittel des Schuljahres das Labor für Werkstoffprüfung, in dessen Rahmen die DMS Messungen durchgeführt wurden, besuchten. Zusätzlich war ein zweiter Teil des Labors mit statistischer Auswertung von Messdaten eingebunden.

## 2.3 Umsetzung der IT-Zielsetzungen auf Schüler\_innenebene

### (i) Berechnung und Messdatenauswertung mit Windows Office

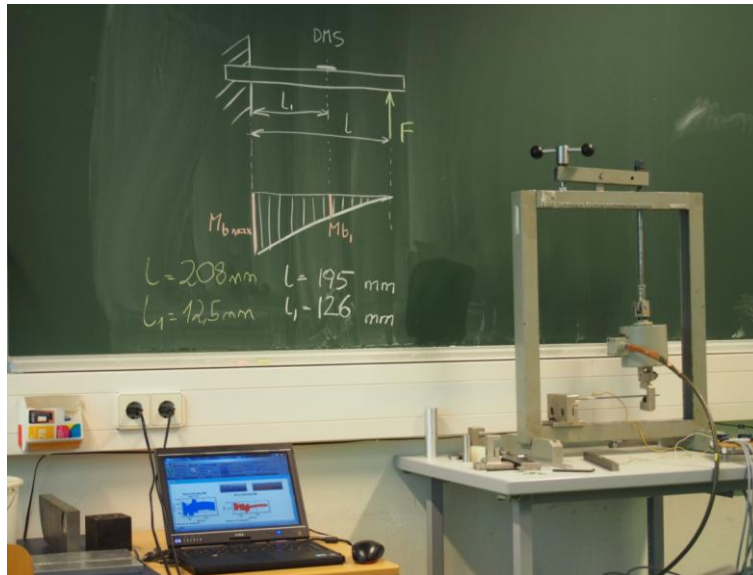
Die Vorbereitung der Messung erfolgte durch die Erarbeitung der notwendigen Theorie im Zusammenhang mit der Durchführung von mechanischer Berechnung für den Biegebalken. Dabei wurden Berechnungen sowie Messdatenauswertung mit Excel durchgeführt (Beispiel Abbildung 2). Der Laborbericht wurde mit Word verfasst. In der zweiten Laboreinheit, die sich vertiefend mit der statistischen Auswertung von Messdaten befasst, wurde Excel zur statistischen Berechnung verwendet.

Berechnung des Biegemomentes für einen Biegestab				
Länge (mm)	251	Widerstandsmoment W	32,03 mm <sup>3</sup>	(B5*B6^2)/6
Breite (mm)	20	Biegemoment M <sub>b</sub>	25.100,00 Nmm	B7*B4
Höhe (mm)	3,1	Biegespannung σ <sub>b</sub>	783,56 Nmm	E5/E4
Kraft (N)	100	Trägheitsmoment I	49,65 Nmm	(B5*B6^3)/12

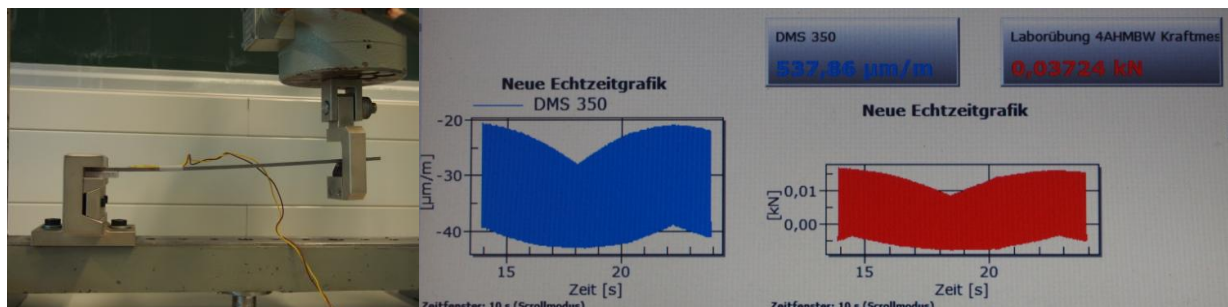
**Abbildung 2: Programmierung der Berechnung des Biegestabes in Excel. Die Formeln sind hinterlegt und erlauben eine flexible Anwendung für variable Geometrien (Laborbericht).**

### (ii) Messdatenerfassung mit der Software Catman

Die Messdatenerfassung der DMS Messung wurde mit der Software Catman durchgeführt. Die Schüler erhielten Einblick in die Umsetzung des Messaufbaus einer DMS Messung mit dem Messverstärker Quantum X und der anschließenden Messdatenaufnahme (Abbildung 3 und Abbildung 4). Gemessen wurde mit einer Kraftmessdose, einem Kraftmessring sowie eigens applizierten DMS.



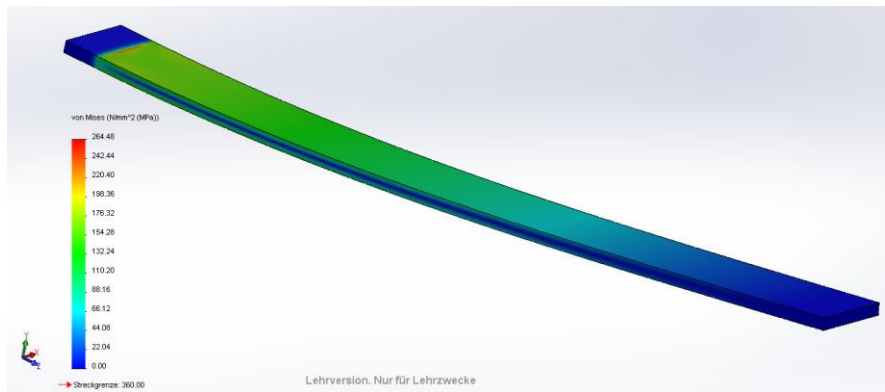
**Abbildung 3: Messaufbau mit Kraftmessdose, DMS Applikation und Messdatenerfassung.**



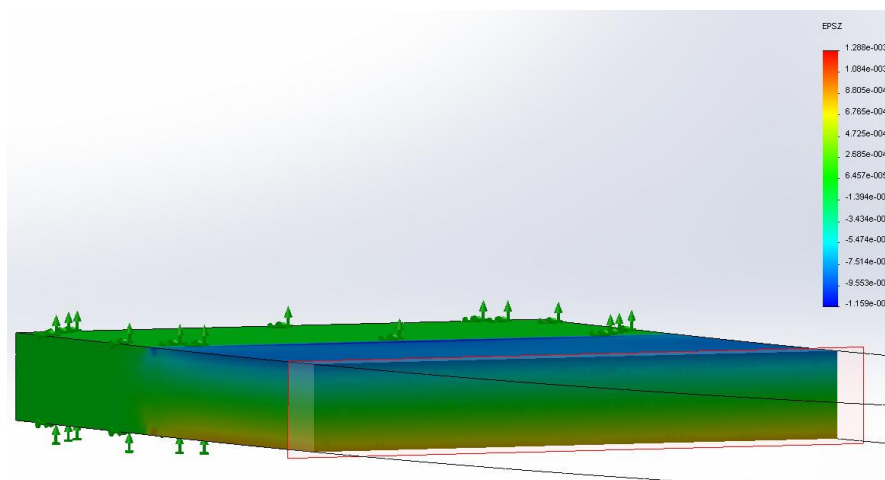
**Abbildung 4: Links: Durchführung der Biegung, Laborgruppe 3, Erarbeitung der DMS Messung; rechts: Messdaten mit der Software Catman (blau: Dehnungsmessung, rot: Kraftmessung). In der oberen und unteren linken Darstellung ist der gerechnete Biegebalken zu sehen.**

### **(iii) Darstellung von Rechenergebnissen(Simulationsergebnissen) im 3D Raum mit der Software Solid Works**

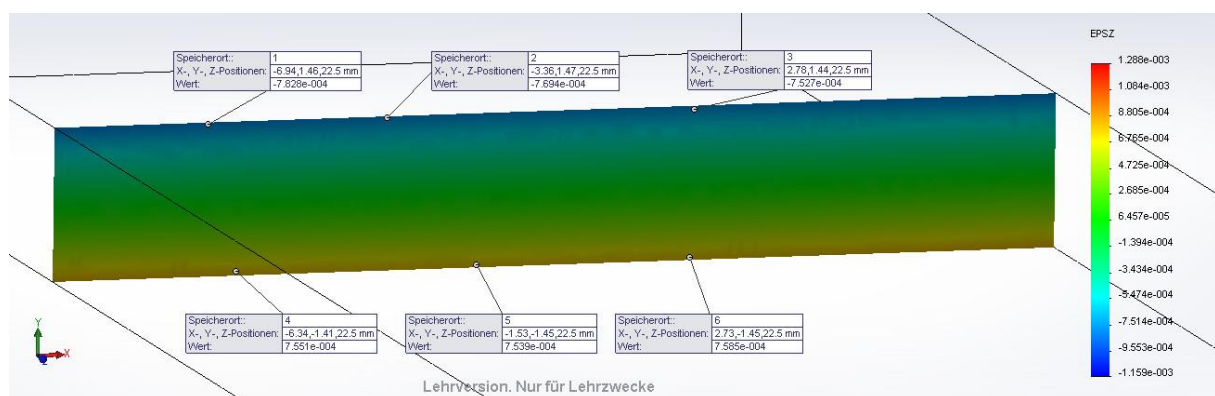
Basierend auf den im IMST Projekt „Simulation Begreifen“, 2012/2013, wurde auch im Jahrgang 4AHMBW als Einführung in die Simulation mit Solid Works ein Programm mit Bewegungsstudie durchgeführt, die dieses Mal anhand eines „Henry Gewehrs“ erarbeitet wurde. Durch diese waffentechnische Aufgabenstellung im Konstruktionsunterricht wurde auch eine Verbindung zum Fachtheoriegegenstand Waffen- und Sicherheitstechnik hergestellt. In Anhang 2 finden sich die beiden im Konstruktionsunterricht gestellten Aufgabenstellungen. Die Aufgabenstellung für die Simulation ist an die Versuchsdurchführung im Labor gekoppelt und die Ergebnisse werden mit den Messdaten verglichen. Abbildung(en) 5 zeigt als Beispiel ein Simulationsergebnis mit Solid Works für die Vergleichsspannung und die Dehnung.



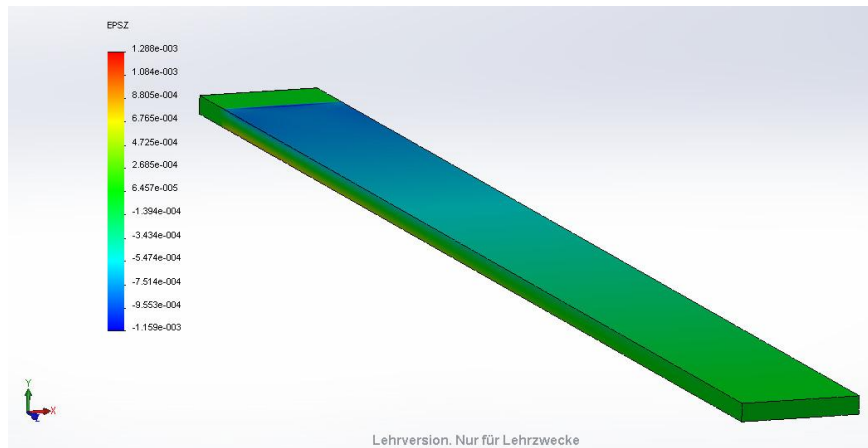
a. Darstellung der Vergleichsspannung im Biegebalken aus der Versuchsdurchführung



b. Darstellung der Dehnung in z- Richtung im Biegebalken aus der Versuchsdurchführung an der mittleren Position des DMS



c. Werte der Dehnung in z- Richtung im Biegebalken wie in b mit Werten, die dienen als Vergleichswerte für die analytische Lösung wie auch für die Messung im Labor.



d. Darstellung der Dehnung in z- Richtung im Biegebalken aus der Versuchsdurchführung

**Abbildung(en) 5: Simulationsergebnisse einer Schülerarbeit für die Dehnung eines Biegebalkens mit der Länge von 208 mm, der Breite von 20 mm und der Höhe von 3 mm**

#### (iv) Projektkommunikation mit Cloudcomputing (Dropbox und Edmodo)

Zur Projektkommunikation wurden Edmodo und Dropbox im Labor und KOP-Unterricht eingesetzt.

## 2.4 Lehrer\_innenebene

Bei den betroffenen Lehrer\_innen wird durch das fächerübergreifende Arbeiten im Unterricht Offenheit für gegenseitigen Austausch sowie den Umgang mit Simulation, im Speziellen Verformungs- bzw. Bewegungs- und Strömungssimulation, vertieft und erweitert. Es werden die Kompetenzen im Umgang mit der Software Solid Works in Bezug auf die Anwendung von Simulationstools zur Verformungssimulation und Ablaufsimulation vertieft sowie deren Einsatz im Unterricht erarbeitet. Außerdem wurde eine Schulung zum Thema Messdatenauswertung, Messgenauigkeit und Messfehler bei HBM besucht. Das Wissen aus dieser Schulung wird in die Fachgruppe Labor weitergetragen.

## 3 EVALUATION

### 3.1 Evaluation projektspezifischer Ziele

Die Evaluation des vorliegenden Unterrichtsprojektes erfolgt auf den Ebenen (1) Schüler\_innenebene und (2) Lehrer\_innenebene.

#### 3.1.1 Inhaltliche Aspekte

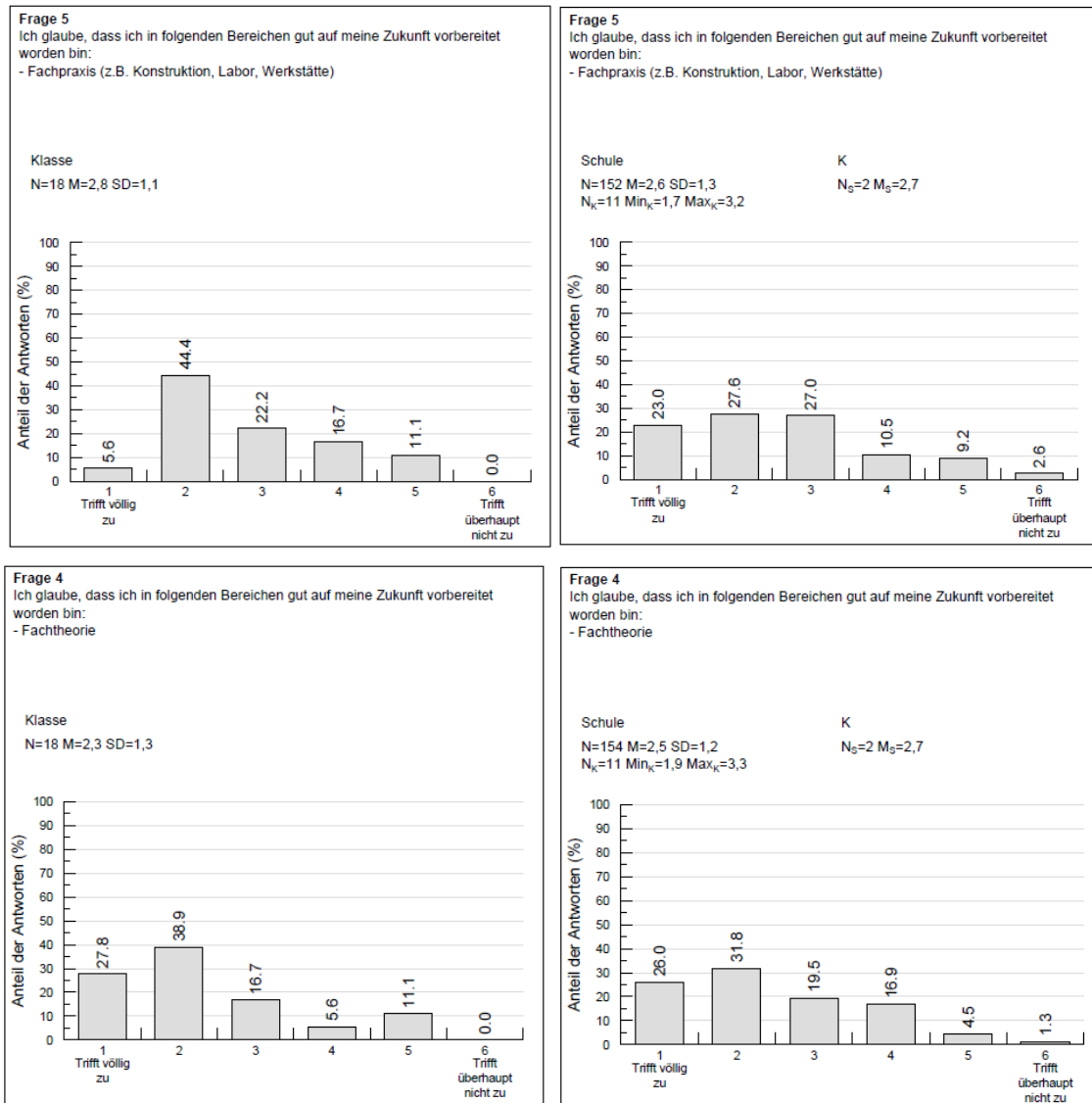
##### 3.1.1.1 Schüler\_innenebene

Auf der Ebene der Schüler\_innen werden die Berufsorientierung der Laborinhalte erhoben, und die Abschätzung des Nutzens von projektorientiertem fächerübergreifendem Unterricht sowie die Einschätzung der erworbenen Kompetenzen untersucht.

#### (i) Erhebung der Meinung zu Unterrichtsinhalten und deren Anwendbarkeit im Beruf (Kompetenzorientierung) auf Schulebene und Vergleich mit der betroffenen Klasse

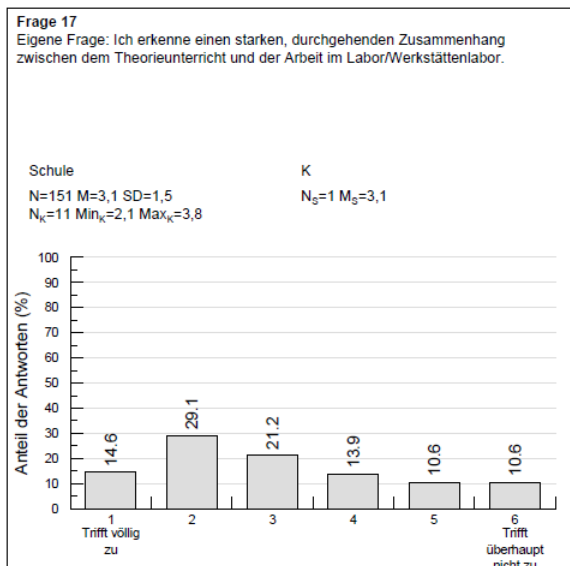
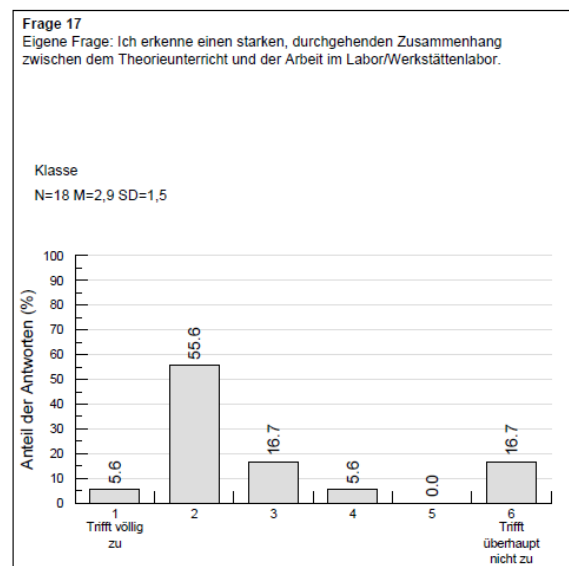
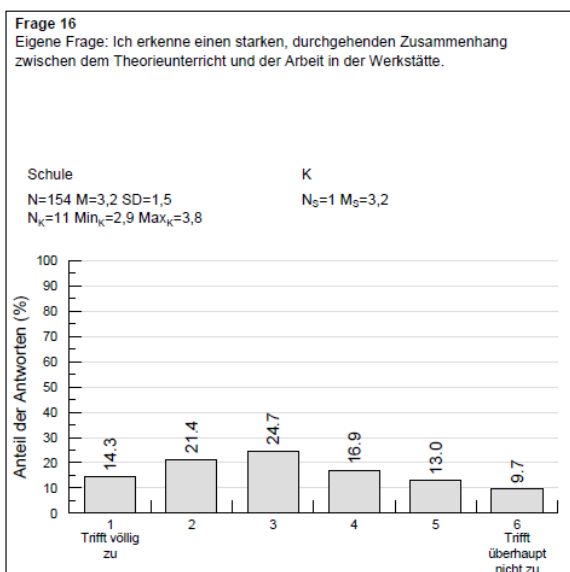
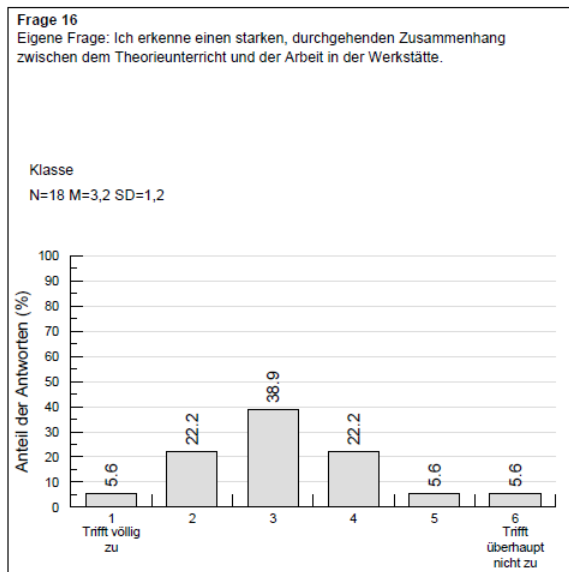
Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden schwerpunktmäßig Fragen aus der Evaluation auf Schulebene herangezogen.

Die aus dem im QIBB verwendbaren Fragenkatalog für die Einschätzung der Schüler über ihre erworbenen Kompetenzen in der Schulzeit wichtigen Fragestellungen sind in Abbildung 7 dargestellt. Dabei handelt es sich um die Fragen 4 und 5, die die Meinung der Schüler\_innen in Bezug auf die Ausbildung im Labor und in der Werkstätte wie auch Konstruktion wiedergibt und 2 für das Projekt eigens gestellte Fragen, Frage 16 und Frage 17. Rechts ist jeweils die Auswertung der im IMST Projekt beteiligten Klasse zu sehen, während links die Auswertung auf Schulebene von 152 Schüler\_innen der höheren Jahrgänge zu sehen ist. Auffallend ist, dass in der im IMST Projekt involvierten Klasse eine deutlich höhere Einschätzung der Kompetenzen zu beobachten ist. Außerdem scheint es, dass es gelungen ist, mit dem Projekt, das spezifisch fächerübergreifend geführt wird, auch sehr klar die fächerübergreifende Komponente hervor zu streichen.



**Abbildung 6: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Evaluation der im IMST Projekt geführten Klasse (links) und der Ergebnisse auf Schulebene (rechts), N: Anzahl der abgegebenen Fragebögen, M: Mittelwert, SD: Standardabweichung, K: Werte von Känten mit der Angabe des minimalen und maximalen Mittelwertes, N<sub>S</sub> ist die Anzahl der evaluierenden Schulen.**





**Abbildung 7: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Evaluation der im IMST Projekt geführten Klasse (links) und der Ergebnisse auf Schulebene (rechts). N: Anzahl der abgegebenen Fragebögen, M: Mittelwert, SD: Standardabweichung, K: Werte von Kärnten sind hier nicht relevant, da dies einen schulinternen Fragebogen ist.**

## (ii) Erworbene fachliche Kompetenzen

Ziel des Projektes war es, dass die Schüler\_innen erfasste Ergebnisse aus dem Labor anhand von DMS Messungen auswerten und mit Simulationsergebnissen im Konstruktionsunterricht vergleichen können. Dazu wurden in den Labors und abschließend fächerübergreifend mit den Ergebnissen der Konstruktion Berichte von den Schüler\_innen erstellt.

Hier kann leider keine qualitative Auswertung durchgeführt werden, da der Inhalt in diesem Projekt stärker als üblich von den Ausbildungsjahrgängen zuvor abweicht. Die fachliche Kompetenz in der Simulation wird auf jeden Fall vertieft, da hier das erste Mal in einer 4. Klasse Simulation einer Spannungs- bzw. Dehnungsverteilung durchgeführt wurde.

Alle Schüler haben im Labor einen Laborbericht erstellt, die Daten ausgewertet und zusammengefasst, sowie den Berechnungen gegenübergestellt. Im Konstruktionsunterricht ist es üblich, dass die Schüler\_innen Projektergebnisse abgeben. Abbildung(en) 5 zeigt als Beispiel ein Simulationsergebnis aus der Konstruktion für den Biegebalken, der im Labor gemessen wurde.

### (iii) Wie sinnvoll schätzen Schüler\_innen die Ergänzung des Unterrichts durch Projekte ein?

Im Rahmen der Schulevaluation wurde die Meinung der höheren Jahrgänge und Klassen (3., 4., 5. Jahrgang HTL und 3., 4. Klassen Fachschule) gefragt, ob

1. Projektarbeiten das Verständnis des Unterrichtsstoffes verbessern können,
2. Projekte gerne durchgeführt werden, weil bereits Gelerntes angewendet werden kann.

Abbildung 8 zeigt die Evaluationsergebnisse zu diesen beiden Fragen. Die Ergebnisse zeigen, dass ca. drei Viertel der Schüler\_innen Projektunterricht als durchaus positiv einschätzen.

Frage 23

Eigene Frage: Die Projektarbeit hilft dir als Schüler/Schülerin, den Unterrichtsstoff besser zu verstehen und anzuwenden.

	Schule (%)
Nein	25,0
Ja	74,0
	N = 149

Frage 24

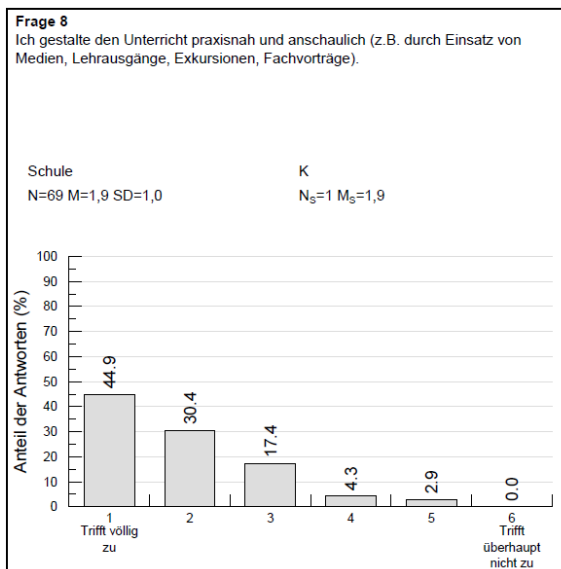
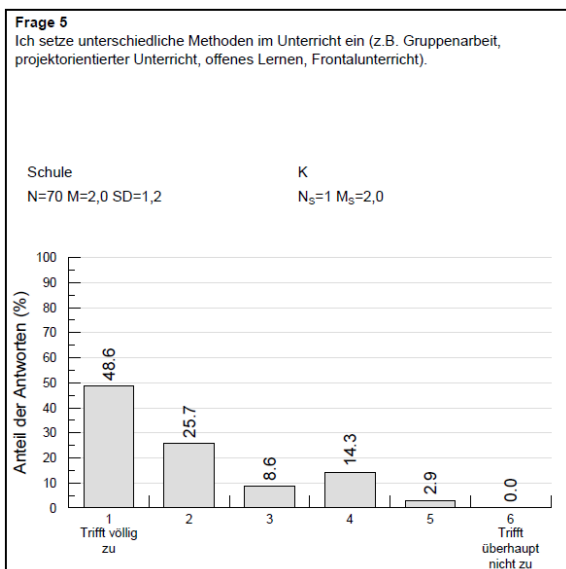
Eigene Frage: Du arbeitest gerne an Projekten in der Schule, da du bereits Gelerntes anwenden kannst.

	Schule (%)
Nein	24,0
Ja	75,0
	N = 149

**Abbildung 8: Feedback der Schüler\_innen zum Thema Projektarbeit und deren Verknüpfung zum Unterricht.**

#### 3.1.1.2 Lehrer\_innenebene

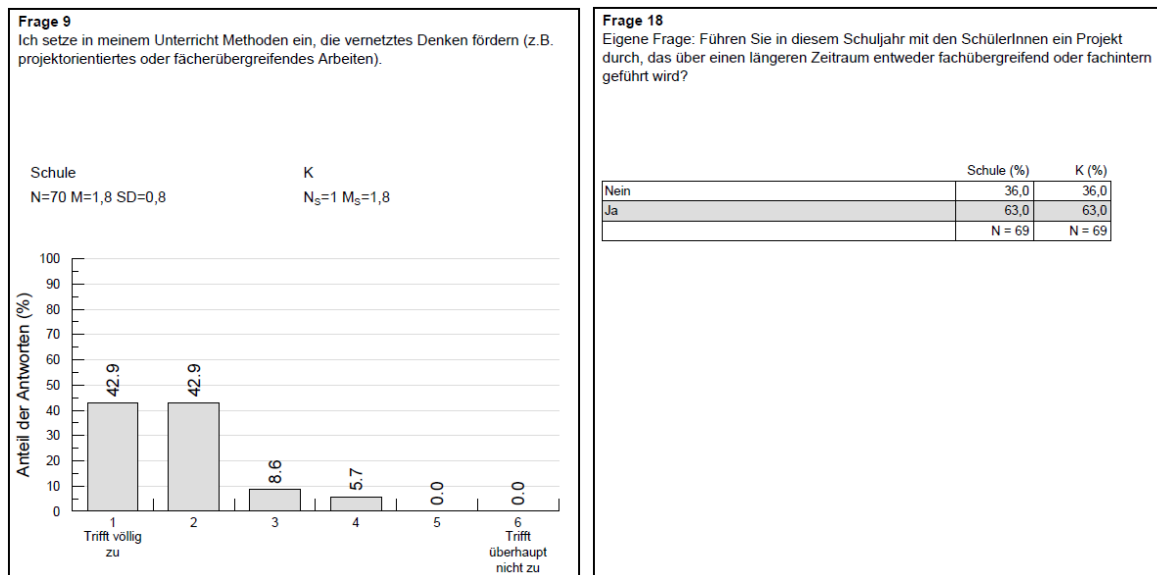
Wie auf Schüler\_innenebene wurde auch auf Lehrer\_innenebene die allgemeine Meinung zur Durchführung von Unterrichtsprojekten auf Schulebene erhoben. Diese wurde im März durchgeführt. Teile der Ergebnisse sind in Abbildung 9, Abbildung 10 und Abbildung 11. Bei dieser Befragung wurde von 70 Lehrerinnen der Schule die Meinung erhoben, dies entspricht einer Beteiligung von 82% des gesamten Lehrpersonals.



**Abbildung 9: Ergebnisse aus der schulinternen Lehrer\_innenbefragung zum Thema fächerübergreifendes Arbeiten und Projektarbeit im Unterricht und deren Beitrag zur Ausbildung.**

N: Anzahl der ausgefüllten Fragebögen, M: Mittelwert, S: Standardabweichung, K: steht für die Werte von Kärnten im Vergleich, ist aber nicht relevant, nur an unserer Schule diese Umfrage stattgefunden hat.



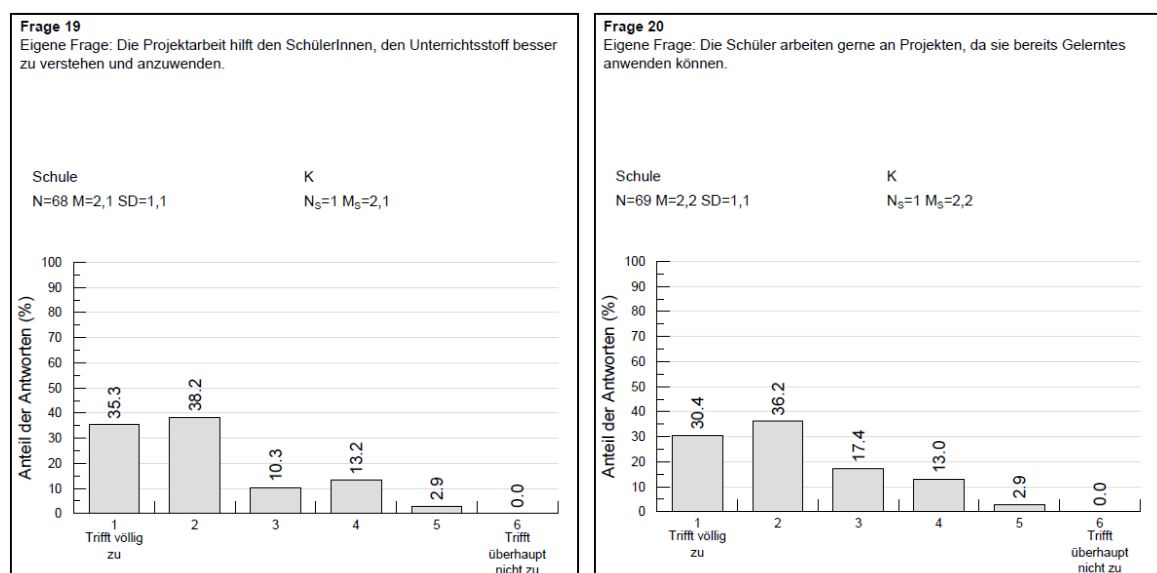


**Abbildung 10: Ergebnisse aus der schulinternen LehrerInnenbefragung zum Thema fächerübergreifendes Arbeiten und Projektarbeit im Unterricht und deren Beitrag zur Ausbildung.**

**N:** Anzahl der ausgefüllten Fragebögen, **M:** Mittelwert, **S:** Standardabweichung, **K:** steht für die Werte von Kärnten im Vergleich, ist aber nicht relevant, nur an unserer Schule diese Umfrage stattgefunden hat.

Aus diesen Ergebnissen wird sichtbar, dass an der EUREGIO HTBLVA Ferlach aus der Sicht der Lehrer\_innen bereits ein hohes Maß an Projektorientierung vorhanden ist. Außerdem wird die Meinung, dass sich ein Unterrichtprojekt durchaus positiv auf das Lernergebnis der Schüler\_innen auswirkt, sichtbar.

Der Vergleich der Ergebnisse im Lehrerkollegium und der Schüler\_innenbefragung (siehe Abbildung 8) zeigt, dass hier gute Deckung in Hinblick auf die Durchführung von Projekten besteht und diese sehr positiv beurteilt wird.



**Abbildung 11: Ergebnisse aus der schulinternen LehrerInnenbefragung zum Thema Projektarbeit im Unterricht und deren Beitrag zur Ausbildung.**

**N:** Anzahl der ausgefüllten Fragebögen, **M:** Mittelwert, **S:** Standardabweichung, **K:** steht für die Werte in Kärnten im Vergleich, ist aber nicht relevant, nur an unserer Schule diese Umfrage stattgefunden hat.

### 3.1.2 Prozessaspekte

Auf Lehrer\_innenebene wurde der Projektverlauf durch Selbstbeobachtung und Erkenntnisse aus dem Projektverlauf reflektiert.

Die geplanten Interviews mit den beteiligten Lehrer\_innen wurden aus zeitlichen Gründen in Form einer SWOT Analyse von den beiden hauptsächlich betroffenen Lehrer\_innen durchgeführt. Die Fragestellung war, die Stärken, Schwächen sowie Chancen und Gefahren der Umsetzung des IMST Projektes zu diskutieren. Aus dieser Evaluation wurden die in Abbildung 12 zusammengefassten Gesichtspunkte erarbeitet. Dadurch, dass es einige Änderungen in der Organisation in der Schule gegeben hat, war die Vorstellung des Projektes im Rahmen der Konferenz nicht mehr vorgesehen. Zusätzlich ergeben sich in Zukunft dadurch, dass ab der 2. Hälfte des Schuljahres die Arbeit in den Fachgruppen von der Schulleitung wieder forciert wird, weitere Möglichkeiten, die erarbeiteten Ergebnisse in der Fachgruppe einfließen zu lassen.

<b>Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- der fächerübergreifende Aspekt wurde durch Gespräche und gemeinsame Unterrichtseinheiten klar transportiert</li><li>- die Durchführung eines gekennzeichneten Unterrichtprojekts ist für die Schüler eine willkommene Abwechslung und bewirkt damit eine Steigerung der Motivation</li><li>- fachInhaltlich konnten Zusammenhänge sehr gut erarbeitet werden</li><li>- die Erarbeitung von fächerübergreifenden Aufgaben für die betroffenen Lehrer_innen liegt vor</li><li>- die Kompetenzen der Schüler_innen konnten fächerübergreifend vertieft werden</li></ul>	<b>Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- die notwendige Interaktion bei fächerübergreifendem Unterricht ist nicht immer leicht zu organisieren</li><li>- teilweise wurde die Projektplanung zu optimistisch angelegt</li><li>- das Projekt über das ganze Schuljahr zu führen ist schwierig</li><li>- für die Schüler_innen sind kurze Projekte leichter zu bewältigen und wirken motivierender, da Aufgabenstellung und Ergebnisse überschaubarer und schneller verknüpfbar sind</li></ul>
<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- die Durchführung eines Unterrichtsprojektes verursacht verstärkte Aufmerksamkeit der Schüler_innen durch die Hervorhebung der betroffenen Gegenstände</li><li>- das Projekt kann nach außen dargestellt werden, da es sich vom Alltag abhebt</li><li>- im Projekt erarbeitete Unterlagen können durch Fachgruppen auch von anderen Lehrer_innen eingesetzt werden</li><li>- die Erfahrungen im Projekt können für die Durchführung weiterer Projekte berücksichtigt werden</li></ul>	<b>Risiken</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- fächerübergreifender Unterricht benötigt eine vertiefend geplante Berücksichtigung in der Lehrfächerverteilung</li><li>- da Projekte immer Innovation beinhalten, sind manche Aspekte (Umfang der Arbeitsmittel, unvorhergesehene Probleme bei der Umsetzung..) nicht so gut planbar</li><li>- die zeitliche Planung leidet unter Einflüssen von zu Beginn nicht sichtbaren Ausfällen, wodurch es zu starken Verschiebungen kommen kann</li></ul>

**Abbildung 12: Ergebnisse der SWOT-ANALYSE zur Projektumsetzung**

Zusätzlich ist zu erkennen, dass sich durch die Projektumsetzung Diskussionen mit einzelnen Lehrer\_innen in der Schule sowohl fachgruppenintern wie auch fachgruppenübergreifend ergeben. So war das Projekt mit ein Auslöser, dass parallel zu diesem Projekt auch eine Kooperationsarbeit zwischen dem Werkstättenlabor und einem im Projekt involvierten Lehrer der Labors durchgeführt wur-

de. Dahinter liegt die Beobachtung, dass die Verknüpfung von Ergebnissen und fächerübergreifende Bearbeitung von Unterrichtsinhalten sehr wohl zur Verbesserung der Bindung der Schülerinteressen für den Unterricht beiträgt.

## 3.2 Evaluation aus Sicht der Ziele des Themenprogramms

Folgende Beobachtungsschwerpunkte werden in der Projektgruppe gesetzt:

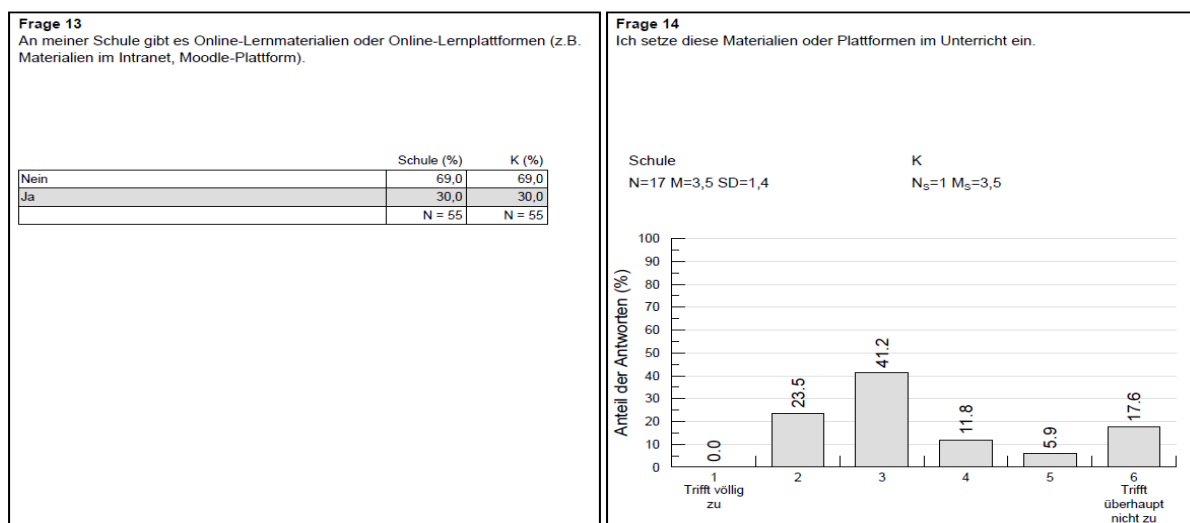
### (i) Wie gut werden Clouds/Plattformen von den Schüler\_innen für die Unterrichtsgestaltung angenommen?

Das Feedback der im Projekt involvierten Schüler\_innen in Bezug auf das Instrument Edmodo ist nicht so positiv wie erwartet, da die Schüler in dieser Klasse schon vermehrt mit Dropbox arbeiten und diese lieber nutzen. Das Kommunikationswerkzeug Edmodo wird nur eingeschränkt bis verzögert genutzt. Für den Unterricht wird nicht nur von dieser Klasse für den internen Austausch sondern auch von einigen Lehrer\_innen in dieser Klasse Dropbox bereits verwendet worden. In der ersten Laborgruppe wurde für die Klasse in Edmodo eine Gruppe angelegt. Leider wurde diese Möglichkeit von den Schülern nicht als hilfreich angesehen. Ein Argument dagegen war, dass Facebook schon den Bedarf an Kommunikationsplattformen abdeckt und zusätzlich, wie bereits erwähnt der Fakt, dass Dropbox bereits verwendet wurde. Prinzipiell wurde also mit der Cloud, aber eben mit Dropbox, und nicht, wie zu Beginn des Projektes geplant, mit Edmodo gearbeitet. Der Umgang mit der Cloud als Datenordner ist verstärkt für diese Klasse integriert worden und wird auch nächstes Jahr im Rahmen der Durchführung der Diplomarbeiten wieder weiter Einsatz finden. Für die Schüler entsteht so eine digitale Kompetenz mehr.

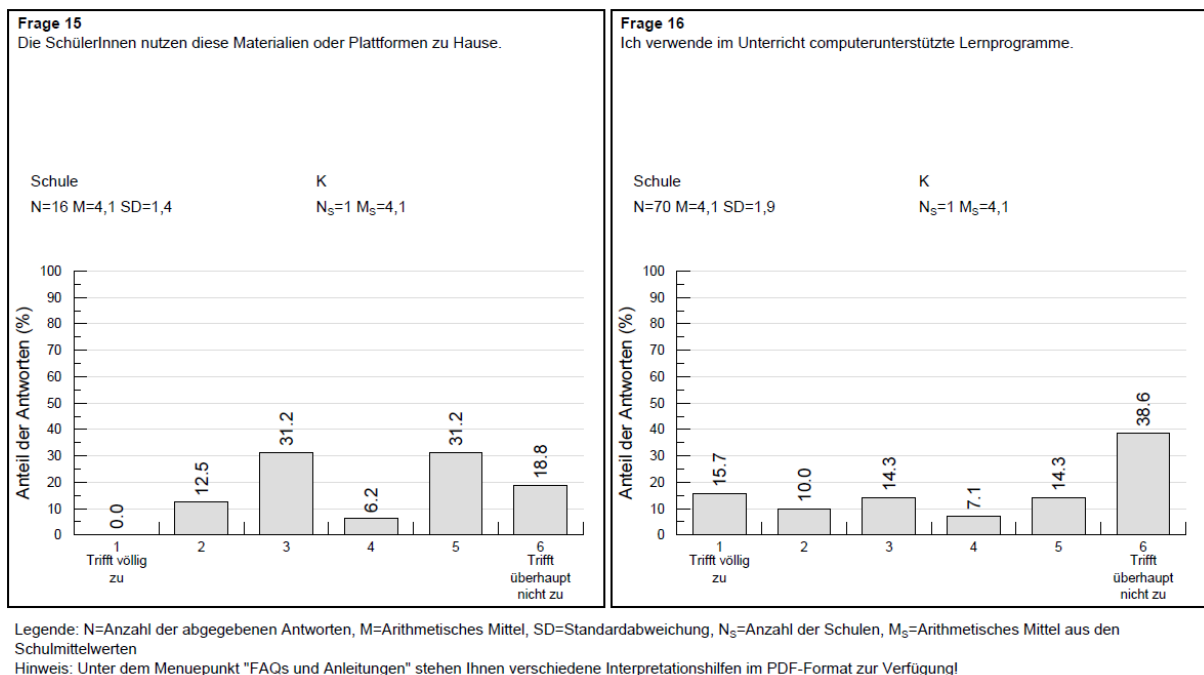
### (ii) Wie stark werden digitale Medien als Unterrichtsmittel verwendet?

In Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die Ergebnisse in Bezug auf die Arbeit mit digitalen Medien der Umfrage auf Schülerebene dargestellt.

Die Fragen sollen den Umfang des Einsatzes von digitalen Medien und Mitteln im Unterricht erfassen. Basierend auf den hier vorliegenden Ergebnissen wird sichtbar, dass sicher auch in Zukunft noch Bedarf besteht, in Bezug auf Plattformen und digitale Möglichkeiten zur vertieften Vernetzung etwas beizutragen. Da leider keine Daten von vergangenen Jahren vorliegen, kann der Einfluss des vorliegenden Projektes auf diese Ergebnisse nicht bestimmt werden. Dieser Schwerpunkt wird aber im Rahmen des Qualitätsmanagements an unserer Schule weiter beobachtet werden.



**Abbildung 13: Umfrage zum Einsatz von Plattformen und computerunterstützte Materialien im Unterricht.** N: Anzahl der ausgefüllten Fragebögen, M: Mittelwert, S: Standardabweichung, S: steht für den schulweiten Vergleich, ist aber nicht relevant, da die Umfrage die gesamte Schule betraf.



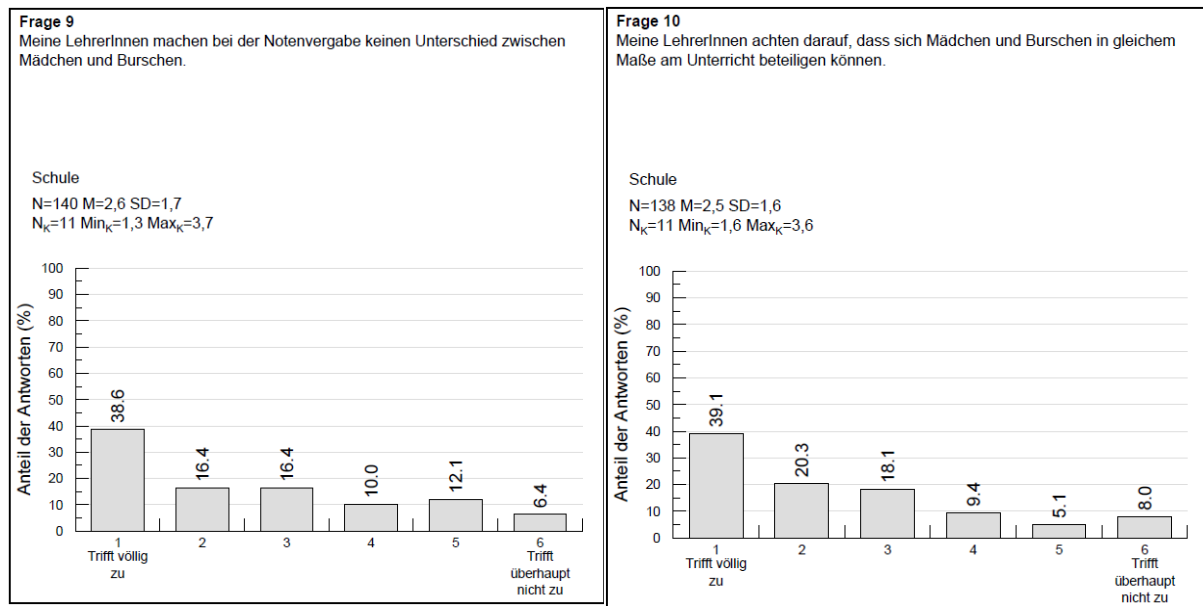
**Abbildung 14: Umfrage zum Einsatz von Plattformen und computerunterstützte Materialien im Unterricht. N: Anzahl der ausgefüllten Fragebögen, M: Mittelwert, S: Standardabweichung, S: steht für den schulweiten Vergleich, ist aber nicht relevant, da die Umfrage die gesamte Schule betraf.**

### 3.3 Evaluation aus Sicht übergeordneter IMST Ziele

#### 3.3.1 Genderaspekte

Den Schüler\_innen wurde in der vorgesehenen Aufgabenstellung die Möglichkeit offen gelassen, wie sie an die Lösungsfindung herangehen. Sie sollten selbstständig ihre Arbeit vorbereiten können und einen Weg zur Lösung finden. Die Lehrperson legt klar das Ziel für das Ergebnis und auch die Termine zur Abgabe von Teilgebieten vor. Die vielseitige Herangehensweise durch die Anwendung am Computer und die experimentelle Durchführung unterstützt unterschiedliche Lerntypen. Visuelle Typen sollen im Speziellen durch die bildliche Darstellung und Verbindung der Ergebnisse aus der Messung mit der Simulation in der Erfahrung und im Lernen unterstützt werden, haptische Typen durch die Arbeit im Labor. Außerdem fördert die Simulation eine spielerische Herangehensweise an ein Thema, da durch die visuelle Darstellung Einzelheiten beliebig kombiniert werden können.

In Abbildung 15 sind die Ergebnisse von genderrelevanten Ergebnissen aus der schulweiten Umfrage im Rahmen des Screening-Instrumentes von QIBB dargestellt. Die Ergebnisse liegen im Bereich zwischen den minimalen und maximalen Werten im Vergleich mit den anderen HTBLAs in Kärnten. Da es in diesem Projekt keine Mädchen gab, gibt es keine Vergleichswerte in Bezug auf das IMST-Projekt. Der Genderaspekt ist unter dem Gesichtspunkt „TechGirls“ ein wichtiger Qualitätsschwerpunkt unserer Schule und wird daher immer wieder mit gezielten Projekten unterstützt.



**Abbildung 15: Ergebnisse der Schulevaluation in Bezug auf Genderaspekte im Rahmen des Screening-Instruments von QIBB.**

**N:** Anzahl der ausgefüllten Fragebögen, **M:** Mittelwert, **S:** Standardabweichung, **K:** steht für den Kärnten weiten Vergleich, ist aber nicht relevant, nur an unserer Schule diese Umfrage stattgefunden hat.

### 3.3.2 Schulentwicklungs- und Disseminationsaspekte

Die Ergebnisse aus dem Projekt werden in der Schule durch Berichterstattung über das Projekt im Rahmen des Jahresberichtes intern dem Lehrerkollegium und den Schüler\_innen mitgeteilt. Zusätzlich wird im Rahmen der nächsten Fachgruppensitzung über das Projekt und dessen Ergebnisse gesprochen werden. Im Zuge der Durchführung des Projektes wurde in der gleichen Klasse als Folgewirkung auch fächerübergreifend zwischen Labor und Werkstättenlaborunterricht gearbeitet. In der nächsten Ausgabe der Absolventenzeitschrift wird ebenso ein Bericht über das Projekt publiziert werden. Zusätzlich findet der Projektbericht Eingang in die Berichterstattung im Rahmen des Qualitätsmanagements der Schule. Im Rahmen des QDay's beim Landesschulrat von Kärnten wurden die beiden IMST Projekte 2012/2013 und 2013/2014 im Rahmen des Qualitätsschwerpunktes Individualisierung vorgestellt. Schließlich wurden sie auch bei den Individualisierungstreffen anderen HTBLAs kommuniziert.

## 4 ZUSAMMENFASSUNG

Basierend auf den Ergebnissen des IMST Projektes "Simulation Begreifen" im Schuljahr 2012-2013 wurde heuer das Projekt "Simulationsergebnisse kompetent validieren" an der EUREGIO HTBLVA FERLACH durchgeführt.

Ziel des Projektes war die Implementierung von Unterrichtsinhalten für Simulation im Konstruktionsunterricht und die damit verbundenen Versuchsdurchführungen im Labor durch fächerübergreifenden Projektunterricht.

Das Projekt "Simulationsergebnisse kompetent validieren" setzte daher als Folgeprojekt aufbauend auf dem Projekt „Simulation Begreifen“ auf die Schwerpunkte Vertiefung der Simulationskenntnisse, Koordination des Laborunterrichtes und fächerübergreifende Koordination der Unterrichtsinhalte im Labor und in der Konstruktion, um mit Messungen die Ergebnisse der Simulation praxisnahe zu validieren.

Basierend auf dieser Vorgehensweise wurde die Kompetenzorientierung beim Lernen in diesen Unterrichtsschwerpunkten unterstützt und es wurden Schwerpunkte zur Weiterentwicklung von informatikorientierten Lerninhalten auf dem Gebiet der Simulation gesetzt.

Im 4. Jahrgang des Schulschwerpunktes Waffen- und Sicherheitstechnik wurde im Konstruktionsunterricht ein Unterrichtsschwerpunkt zum Thema Simulation - Bewegungssimulation und Spannungssimulation - durchgeführt. Parallel dazu wurden im Labor die Werkstoffeigenschaften des simulierten Werkstückes untersucht. Zur Ermittlung der Daten wurden eine Härteprüfung und Dehnmessstreifenmessungen (DMS) durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen wurden mit Excel sowie der Software Catman ausgearbeitet und im Vergleich mit den Simulationsergebnissen interpretiert.

Die Evaluation zeigt folgende Ergebnisse:

1. Die Vertiefung der Kompetenzen im Bereich der Simulation im Konstruktionsunterricht wurde wie geplant erreicht und die so erarbeiteten Unterrichtsunterlagen werden auch weiterhin im Unterricht verwendet.
2. Im Laborunterricht wurde neben der Durchführung der DMS-Messung selbst sowie der Härteprüfung verstärkt mit der Anwendungssoftware Excel für statistische Auswertungen, mit Word für die Verfassung von Berichten und mit der Software Catman Easy bei der Durchführung der Messungen sowie der Messdatenauswertung gearbeitet. Auch hier werden die erarbeiteten Inhalte in der Laborplanung der folgenden Jahre aufgenommen.
3. Die Durchführung von Projekten wird von Lehrer\_innen und Schüler\_innen projektintern aber auch auf Schulebene als sehr positiv und unterstützend für den Lernprozess wahrgenommen.
4. Projektunterricht erlaubt das spezifische Eingehen auf Interesse und Lerngeschwindigkeit von Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf Individualisierung.
5. Das hier evaluierte und dargestellte Projekt zeigt in der involvierten Klasse eine deutliche Steigerung in der Einschätzung der Schüler des Jahrganges 4AHMBW zum Thema fächerübergreifender Unterricht. Der fächerübergreifende Aspekt wurde klar hervorgehoben und war für die Schüler erlebbar.

Basierend auf diesen Ergebnissen darf zusammengefasst werden, dass sich die Durchführung des IMST Projektes "Simulationsergebnisse kompetent validieren" sehr positiv auf die Unterrichtsgestaltung ausgewirkt hat, und die Ergebnisse in die weitere Unterrichtsgestaltung aufgenommen und in die Fachgruppe transportiert werden.

## 5 LITERATUR

SCHWANTNER Ursula & SCHREINER Claudia (Hrsg.) (2013). PISA 2012 - *Internationaler Vergleich von Schülerleistungen, eine Studie im Überblick*. Leycam Buchverlag. ISBN 978-3-7011-7888-9, 17 - 25.

NEUWEG, Georg Hans (2011). *Was ist Qualität in der Leistungsbeurteilung?* Präsentation Klagenfurt [11.06.2011].

AUCHMANN M., BAUER L. & DOPPELBAUER, A. (2001). *Grundsatzerlass zum Projektunterricht - Tipps zur Umsetzung*. Wien, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur.

WINKLER-RIEGLER, Gabriele (2013). *Individualisierung im Unterricht*, Wien, Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur.

## 6 ANHANG

### Anhang 1: Angabe Labor

DMS Messungen – Biegebalken - Werkstoffprüfung

DI Dr. mont. Grasser Monika

#### Labor Werkstoffprüfung - Messtechnik

##### Ermittlung der axialen Biegespannung durch DMS Messung und Berechnung

1. Erarbeite anhand der vorliegenden Unterlagen sowie vorhandenen Literatur die theoretischen Hintergründe der axialen Biegespannung sowie der Messung mit DMS.
2. Beschreibe die Eigenschaften des verwendeten Materials anhand von Messverfahren, Informationen aus dem Internet sowie dem Tabellenbuch. Ermittle durch das Härteprüfverfahren Vickers und Rockwell die Härtewerte des verwendeten Materials und vergleiche die ermittelten Werte mit Werten aus der Literatur und den Herstellerangaben.
3. Berechne die erwartete Biegespannung unter Berücksichtigung deiner Geometrie, der aufzubringenden Kraft und der Position der DMS.
4. Führe die Messung mit dem QuantumX und der Software Catman durch.
5. Vergleiche die ermittelten Werte mit dem erwarteten berechneten Wert. Gibt es Abweichungen? Wird die Berechnung bestätigt?
6. Vergleiche die beiden Werte mit den Werten aus der Simulation.
7. Verfasse einen Bericht von ca. 10 Seiten über die Theorie, die Durchführung der Messungen sowie die Auswertung.
8. Berichtabgabe: 03.06.2014 Erstabgabe, 17.06.2014 Endabgabe
9. Überprüfung der Theorie: 17.06.2014

##### Aufgabenstellung:

Vorliegende Geometrien (E410, unterschiedliche Länge, Breite, Höhe, unterschiedliche Position der DMS) werden in Bezug auf deren mechanisch – technologische Eigenschaften (Härte, Elastizität, Gefüge...) untersucht. Die gemessenen Werte werden theoretisch anhand von vorliegenden Daten bzw. Berechnung und Simulation bewertet und die Aussage der Messungen diskutiert.

##### Unterrichtsplanung:

Theorie 1 Einheit von 3UE  
Überprüfung der Theorie, Härteprüfung 1 Einheit von 3UE  
Applikation der DMS 1 Einheit von 3UE  
Messung der Dehnung 1 Einheit von 3UE  
Auswertung, Berichtverfassung 2 Einheit von 3UE





Höhere Abteilung für Maschinenbau Ausbildungszweig: **W a f f e n t e c h n i k**

### **3. KOP-Programm 4AHMBW – Schuljahr 2013/14**

Thema: **Bewegungsstudie eines Henry-Gewehrs**



#### **Bauteile (mindestens) der Baugruppe**

- Gehäuse
- Lauf
- Röhrenmagazin samt Zuführer und Patrone
- Patronenlift samt Ansteuerung
- Verriegelung (inkl. Kniegelenkverschluss) samt Ansteuerung über
- Unterhebel

Auf einem der Teile muss der Schülernamen lesbar ausgetragen/graviert sein.

#### **Bewegungsstudie/Regieanweisung**

- Aus der Ausgangslage (geschlossen, entspannt, leeres Patronenlager) wird auf das Teil mit dem Schülernamen gezoomt und danach die Kamera wieder in Ausgangslage zurückbewegt. Danach muss das System öffnen, dabei zuführen und spannen sowie schließen, dabei weiter zuführen und verriegeln. Danach wird ausgelöst und gezündet.
- Weitere Ansichtsänderungen sind zulässig, die Bewegungen haben über Beziehungen zu erfolgen.

#### **Abgabumfang**

- Dokumentation der getätigten Arbeiten (Word mit Befehlen & Bildern)
- avi-Video mit der Bewegungsstudie
- GESAMTE Arbeit (Teile, Baugruppe, Video,...) am Schulserver

Termine (es ist eine strukturierte Projektmappe zu führen):

Endabgabe inkl. Dokumentation Do 12.06.2014, 12:10

Ferlach, 15.05.2014

Dipl.-Päd. StR Peter MÖRTLITZ

Dipl.-Ing. Ing. Florian MAYER

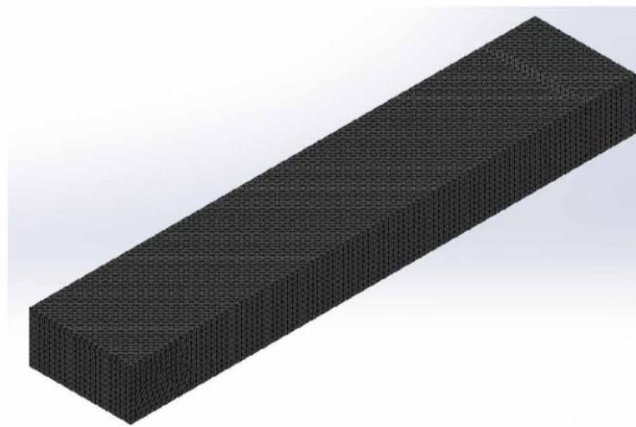
Höhere Abteilung für Maschinenbau Ausbildungszweig: **W a f f e n t e c h n i k**

#### 4. KOP-Programm 4AHMBW – Schuljahr 2013/14

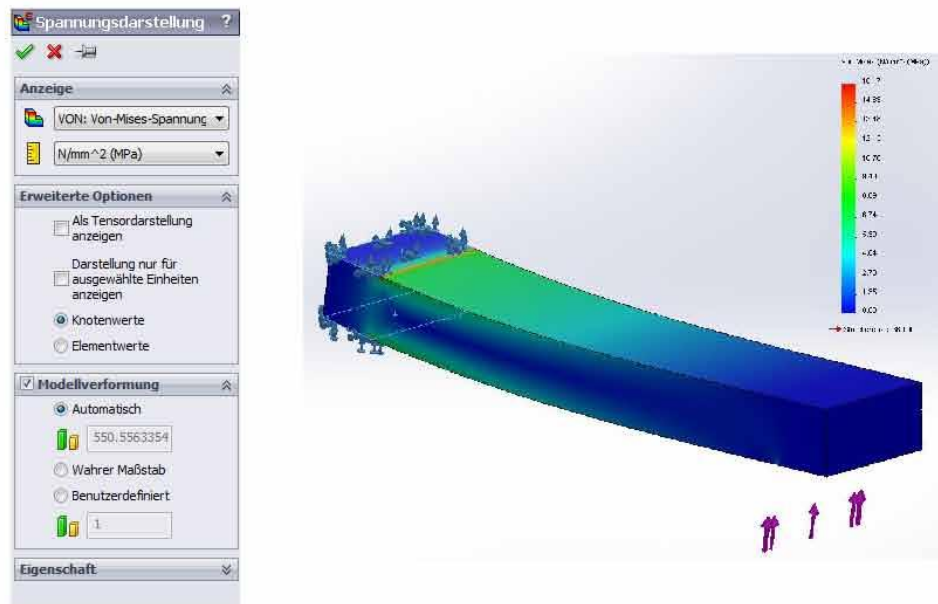
Thema: **FEM-Analyse Biegebalken**

Es ist ein Biegebalken laut Laborunterricht zu simulieren. Für diesen wurde ja bereits eine analytische Rechnung durchgeführt. Achten Sie besonders auf:

- Einspannung, Krafteinleitung (definieren Sie dazu Flächen durch Extrusionen,...) sowie Größe der Geometrie und Kraft (laut LA1-Unterricht).
- Verwenden Sie ein Tetraedernetz mit 1mm Größe und 16-Jakobi-Punkten.



- Verwenden Sie SI-Einheiten und zur Ausgabe der Spannung die Einheit [MPa = N/mm<sup>2</sup>]
- Testen Sie auch andere Ausgaben (Haupt-, Schubspannungen, Normal-, Schubdehnungen, ...)



### Abgabeumfang

- Automatisierter Bericht



- Verwenden Sie die Simulationsergebnisse zum Vergleich in Ihrem **LA1-Abschlussbericht**:
  - geben und vergleichen Sie bei der Ausgabe Knoten- als auch Elementwerte
  - OPTIONAL: Parameterstudie
    - unterschiedliche Netzgröße
    - unterschiedliche Netz-Elemente (Anzahl Jakobi-Punkte (Steifigkeit))
    - unterschiedlicher Werkstoff
    - andere Belastungen, Einspannungen,...

Ferlach, 01.06.2014

Dipl.-Päd. StR Peter MÖRTLITZ

Dipl.-Ing. Ing. Florian MAYER