



**IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

# **FÖRDERUNG DES EFFIZIENTEN PROZESSAB- LAUFES FÜR DIE PRODUKTENTWICKLUNG UNTER EINSATZ COMPUTERGESTÜTZTER ME- THODEN IM NAHEZU PAPIERLOSEN ZYKLUS AN DER HTL IMST**

ID 1953

**David Buchhammer**

**DI Markus Lentsch**

**Ingrid Hotarek, BEd MA.**

**Dipl.-Hdl. Iris Kahn**

**Prof. Robert Mader, BEd MSc.**

**HTL Imst | [www.htl-imst.at](http://www.htl-imst.at) | [office@htl-imst.at](mailto:office@htl-imst.at) | Dir. Dr. Stefan Walch**

Innsbruck, am 12. Mai 2017

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1 Beschreibung der Ausgangslage .....	4
<b>2 ZIELE</b> .....	<b>6</b>
2.1 Ziele auf SchülerInnenebene .....	6
2.2 Ziele auf LehrerInnenebene .....	6
2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen.....	7
<b>3 PROJEKTDURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>8</b>
3.1 Erhebung der Ist-Situation.....	8
3.2 Schnittstellenproblematik.....	9
3.3 Interaktion zwischen Fachpraxis und Fachtheorie .....	10
3.4 Studie im Rahmen der Umsetzung einer Diplomarbeit.....	11
<b>4 EVALUATIONSMETHODEN</b> .....	<b>15</b>
4.1 Evaluation auf Schüler_innenebene .....	15
4.2 Evaluation auf Lehrer_innenebene .....	21
<b>5 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN</b> .....	<b>27</b>
5.1 Zusammenfassung .....	27
5.2 Rückblick.....	27
5.3 Ausblick .....	28
<b>6 LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>29</b>

## ABSTRACT

Das vorliegende IMST-Projekt beschäftigt sich mit der Förderung des effizienten Prozessablaufes in der Produktentwicklung.

Die wesentlichen Begrifflichkeiten dieser Arbeit sind die „Phasen der Produktentwicklung“ und die „Effizienzsteigerung bei der Erstellung von Plänen, Prototypen und Modellen“. Hier wird auf die lehrplanmäßig vorgesehenen und fächerübergreifenden Unterrichtsgegenstände eingegangen.

Es werden im Speziellen zwei Diplomanden<sup>1</sup> beim Erstellen ihrer Diplomarbeit begleitet. Um die oben genannten Effizienzsteigerung zu gewinnen, werden die Vorgehensweisen in der Produktentwicklung im nahezu papierlosen Zyklus aufgezeigt. In den Ausführungen dieser Arbeit werden die behandelten theoretischen Aspekte am konkreten Projekt geprüft und nachhaltig optimiert.

Schulstufe:	13.
Fächer:	Gestaltung (GS), Darstellungstechniken (DAT und DAT3), Deutsch (D), Englisch (E1), Angewandte Mathematik (AM), Geografie, Geschichte und Politische Bildung (GGP), Naturwissenschaften (NW2), Soziale und personale Kompetenz (SOPK), Religion (RK), Ethik (ETH), Angewandte Informatik (AINF), Materialien und Prozesse (MATP), Konstruktion (KON1), „Content and Language Integrated Learning (CLIL)“, Fertigung und Produktion (FTP4), Fertigungstechnik und Produktionsinformatik (FTPI),
Kontaktperson:	David Buchhammer
Kontaktadresse:	Brennbichl 25, 6460 Imst,
Zahl der beteiligten Klassen:	1
Zahl der beteiligten SchülerInnen:	2 Diplomanden, (16 Schüler_innen aus der Abschlussklasse für die Befragung)

### 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.

---

<sup>1</sup> Gender: Es handelt sich ausschließlich um männliche Schüler

# 1 EINLEITUNG

In der Abteilung für Innenarchitektur und Holztechnologien mit Raum- und Objektgestaltung an der HTL Imst gibt es aufgrund der im Lehrplan vorgesehenen Unterrichtsinhalte sehr gute Voraussetzungen, den durchgängigen Prozessablauf – vom Kopf, auf den Plan, zum Modell und Prototypenbau bis hin zur Einzel- und Serienfertigung – zu lehren beziehungsweise zu lernen. Gerade die Durchgängigkeit dieser Entwicklungsprozesse stößt aber oftmals auf Grund von fehlender Anwendung und Umsetzung der Möglichkeiten, welche die speziellen Soft- und Hardwarekomponenten an unserer Schule bieten, an ihre Grenzen. Ebenfalls ist im laufenden Schulbetrieb auffallend, dass auf Grund von mangelhaft strukturierten Arbeitsmethoden und Dateispeichersystemen der Schüler\_innen Pläne, Dokumentationen, Stücklisten, Schaubilder, usw. nur teilweise vorhanden, nicht am aktuellsten Stand beziehungsweise nicht mehr auffindbar und daher für die weitere Bearbeitung verloren sind. Beobachtungen zeigen, dass Instrumentarien, Methoden und Hilfsmittel, welche ein Zusammenwirken der projektbeteiligten Personen vereinfachen könnten, zu wenig effizient eingesetzt oder schlichtweg nicht verwendet werden. Eine Online-Plattform, welche für die Aktualität der jeweiligen Unterlagen wichtig ist, soll den Projektbeteiligten eine mögliche Hilfestellung in der Umsetzung eines Fertigungszyklusses bieten. Die im Schulbetrieb vorhandenen Medien wie PCs, Laptops, Beamer, Smartphones und/oder Tablets sollen aktiv im Unterrichtsgeschehen eingebunden werden und Schritt für Schritt das Papier als Informationsträger ablösen.

Anhand der Betreuung beziehungsweise der Begleitung von zwei Diplomanden bei der Umsetzung ihrer Diplomarbeit werden Möglichkeiten aufgezeigt sowie Strukturen untersucht, die darstellen sollen, wie effiziente Produktentwicklungen im nahezu papierlosen Zyklus an der HTL Imst möglich sind.

## 1.1 Beschreibung der Ausgangslage

Die Aufgaben und Problemstellungen in der Produktentwicklung haben sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Produkte werden zunehmend komplexer, sei es im Hinblick auf ihre Funktionalität, auf ein ansprechendes Design, auf die zu erfüllenden Anforderungen für eine effiziente Fertigung, auf ressourcenschonenden Umgang mit den zur Verwendung kommenden Materialien beziehungsweise Rohstoffen oder das nach Ablauf der Nutzungsdauer folgende Produkt-Recycling. Der Kostendruck auf Grund schwieriger Umweltsituationen, globaler Wettbewerbe und die stetigen Produktionskostenkürzungen machen die Suche und Implementierung von Effizienzsteigerungen notwendig. Effektives Prozessmanagement wird daher immer mehr zum zwingenden Instrumentarium für jedes Unternehmen, welches gewinnbringend wirtschaften möchte (Zeitler, 2013).

Absolvent\_innen von höheren technischen Lehranstalten für Innenarchitektur und Holztechnologien werden im Laufe der zehensemestrigen Ausbildung gezielt auf die branchenspezifischen Anforderungen für das Berufsleben vorbereitet und ausgebildet. Das fachbezogene Qualifikationsprofil aus dem Lehrplan der höheren Lehranstalt für Innenarchitektur und Holztechnologien hält in Bezug auf das Thema dieser Arbeit folgende Einsatzgebiete und Tätigkeitsfelder fest:

„Die Absolventinnen und Absolventen der Höheren Lehranstalt für Innenarchitektur und Holztechnologien führen ingenieurmäßige Tätigkeiten auf den Gebieten des Entwurfs, der Gestaltung, Planung, Konstruktion und Umsetzung von Raum- und Objektkonzepten sowie ingenieurmäßigem Holzbau aus. Sie planen und überwachen die Fertigung von Holzwerkstoffen und prüfen Holz und Holzwerkstoffe. Sie leiten Projekte und führen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. [...] Räume und Objekte mittels Zeichnungen, Computeranimationen und Modellen entwerfen und darstellen; [...] Arbeitsabläufe planen und organisieren, Projekte in der Entwicklung organisieren und durch sachgerechte Entscheidungen steuern und überwachen sowie technische Daten über Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung von Vorgaben der Qualitätssicherung erfassen und dokumentieren;“ (BMBF, 2015, S. 3).

Zusätzlich zum lehrplanmäßig festgelegten Ausbildungsziel ist im neunten und zehnten Semester außerhalb des Unterrichts in Teamarbeit mit einem Zeitaufwand von 150 bis 180 Stunden pro Schüler\_in eine Diplomarbeit zu verfassen. Diese fokussiert das folgende, aus dem Leitfaden des Bildungsministeriums hervorgehende Ziel:

„Die Diplomarbeit – als Teil der gesamten Ausbildung – bereitet die Absolventinnen und Absolventen für die Anforderungen, die der Arbeitsmarkt stellt, entsprechend vor. Die Diplomarbeit in der Berufsbildung ist praxisorientiert, fördert vernetztes Denken und befähigt Absolventinnen und Absolventen, komplexe Situationen richtig einzuschätzen und gezielt zu handeln“ (BMBF, 2016, S. 7).

So wird im Schulunterricht und auch in der genannten Diplomarbeit ein möglichst realitätsnaher Bezug zu den Abläufen in der Wirtschaft hergestellt. Die Lehrer\_innen aus dem fachtheoretischen und fachpraktischen Unterricht arbeiten eng zusammen und stehen als Expert\_innen/als fiktive Kund\_innen auch fächerübergreifend den Schüler\_innen beziehungsweise den Diplomand\_innen, wie in Abbildung 1 grafisch dargestellt, zur Seite. Aus dieser engen Zusammenarbeit in den verschiedenen Ausbildungsbereichen entsteht ein sehr praxisnahes Wechselspiel der Interaktion und auch des Datenaustausches zwischen Lernenden und Lehrenden.

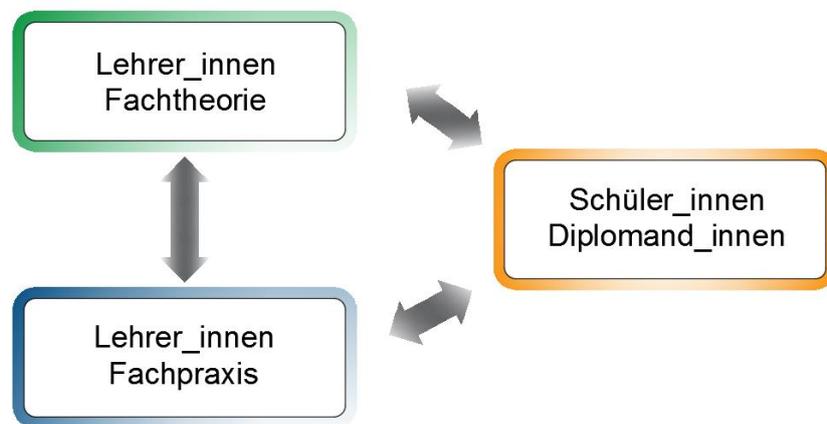


Abbildung 1: Interagieren im Schulbetrieb

(diese und alle folgenden Grafiken sind, wenn sie nicht besonders zitiert sind, vom Autor dieser Arbeit selbst erstellte Werke)

In Bezug auf die aus dem Handwerk und der Industrie kommenden Herangehensweisen im Entwickeln von Produkten soll im Schulbetrieb möglichst realitätsnahe ein Prozess implementiert werden. Dieser Entwicklungsprozess soll in der Umsetzung ein Tool bieten, welches die Effizienz und die Nachhaltigkeit in der schulischen Produktentwicklung fördert.

## 2 ZIELE

Dieses IMST-Projekt soll ein aktives Interagieren und Kommunizieren im fächerübergreifenden Unterricht fördern. Durch die gemeinsame Betreuung der Schüler\_innenprojekte soll die Akzeptanz zwischen den Lehrer\_innen aus der Fachpraxis und der Fachtheorie weiter gefördert werden. Eine Sensibilisierung im Umweltgedanken im Hinblick auf eine künftige papierlose Produktentwicklung sowie ein ressourcenschonender Umgang mit Materialien und Werkstoffen soll dadurch hervorgerufen werden. Die Motivation im Kreieren und Erzeugen von innovativen Produkten soll gesteigert werden. Ein effizientes und stressfreieres Unterrichtsgeschehen aller jeweils am Projekt beteiligter Personen (Schüler\_innen <-> Lehrer\_innen <-> Wirtschaft <-> Erziehungsberechtigte) soll gefördert werden.

### 2.1 Ziele auf SchülerInnenebene

Die Schüler\_innen sollen:

- durch die vernetzten Einsatzmöglichkeiten der vorhandenen Soft- und Hardware an der HTL Imst eine positive Veränderung in ihrer Herangehensweise zum Entwickeln von Produkten erfahren und dadurch ihr prozessorientiertes Denken stärken.
- Datenpools aktiver in ihrem Unterrichtsgeschehen verwenden.
- das Interagieren im nahezu papierlosen Unterricht kennen lernen und aktiv leben.
- im strukturierten Arbeiten und strukturierten Dokumentieren, unter Zuhilfenahme von online Datenpools, Erleichterungen in der innerschulischen Zusammenarbeit erfahren.
- Das prozesshafte Arbeiten sowie die durchgängige Schnittstellenlösung zwischen verschiedenen Unterrichtsgegenständen und Projektphasen erkennen und umsetzen.

### 2.2 Ziele auf LehrerInnenebene

Die Lehrer\_innen sollen:

- unter Zuhilfenahme von online-basierenden Datenpools, Erleichterungen in der innerschulischen Zusammenarbeit erfahren.
- sensibilisiert werden, um die hausinternen Ressourcen besser zu nutzen und die unterschiedlich vorhandenen Kompetenzen einzelner Lehrer\_innen noch intensiver miteinander zu verknüpfen.
- das Interagieren im nahezu papierlosen Unterricht kennen lernen und aktiv leben.
- Je nach Unterrichtsgegenstand und Thema die jeweiligen Fertigungsphasen derart begleiten, dass für die Schüler\_innen ein durchgängiger Entwicklungsprozess eines Produktes erkennbar und umsetzbar wird.

## 2.3 Verbreitung der Projekterfahrungen

Um im Sinne des IMST-Projektes die Projekterfahrungen entsprechend zu verbreiten, wurden/werden nachfolgende Maßnahmen und Schritte umgesetzt beziehungsweise angedacht:

1. Vorstellung und Veröffentlichung des Projektes an den Schuljahreskonferenzen
2. Präsentation am Tag der offenen Tür am 2. Dezember 2016
3. Veröffentlichung der Bachelorarbeit
4. Vorstellung des Projektes beim IMST-Workshop am 30. September 2016 an der PH Klagenfurt
5. Präsentation am IMST-Workshop am 3. März 2017 an der PH Tirol
6. Impulsreferate und Vorstellung des Projektes bei der Tagung der Bundes-ARGE „Individualisierung“ am 7. und 8. März 2017 an der HTL Imst
7. Darstellung auf der Homepage der Plattform IMST: <http://imst-projekt.tsn.at/>
8. IMST Wiki: [www.imst.ac.at](http://www.imst.ac.at)

## 3 PROJEKTDURCHFÜHRUNG

### 3.1 Erhebung der Ist-Situation

Aktuell werden im Rahmen des Schulunterrichtes ständig Produkte entwickelt. Dies erfolgt aus den im Lehrplan vorgesehenen Themenstellungen in entsprechender Aufbereitung durch die Lehrpersonen. Auf Grund der Individualisierung im Schulunterricht wird besonders darauf Wert gelegt, dass die Schüler\_innen nach Absprachen mit den zuständigen Betreuer\_innen ihre eigenen Ideen und Projekte einbringen können. Der Produktentwicklungsprozess findet im Rahmen des Unterrichts statt. Hinsichtlich eines durchgängigen Entwicklungsprozesses ist es besonders lohnenswert, wenn die Produktentwicklung bereits übergreifend in der Fachpraxis und Fachtheorie umgesetzt wird.

Im Falle der Erstellung von Diplomarbeiten in der Abteilung für Innenarchitektur und Holztechnologien mit Raum- und Objektgestaltung liegt der Fokus im Schaffen von Möbeln und technischen sowie architektonischen Lösungen in der Gestaltung von Raumsituationen. In der Umsetzung dieser Arbeiten müssen sich die Diplomand\_innen intensiv mit ihren Aufgabenstellungen auseinandersetzen. Gerade deshalb ist es sehr wichtig, dass die Schüler\_innen eine Idee verfolgen, welche gut durchdacht und von großem persönlichem Interesse ist.

Um die für Schüler\_innen sehr umfangreiche Diplomarbeit möglichst effizient und zielgerichtet umsetzen zu können, ist die richtige Einteilung und Ablaufplanung unumgänglich. Ein Zeitplan versehen mit Meilensteine ist dabei ein essentieller Bestandteil und begleitet den Entwicklungsprozess. Aus Beobachtungen und Reflexionen im Kollegium ist erkennbar, dass ab der Phase der positiven Genehmigung einer Diplomarbeit die Strukturabläufe stark differieren. Die Gründe hierfür liegen in den unterschiedlichsten Herangehensweisen im Produktentwicklung beziehungsweise in den verschiedensten Themenstellungen.

Aus weiteren Beobachtungen bei Diplomand\_innen, auch aus parallel stattfindenden Diplomarbeiten, geht hervor, dass strukturierte Herangehensweisen nicht verfolgt werden. Teilweise bilden formlose Papierstücke die Grundlage für ersten Ideensammlungen. Das CAD-Zeichnen erfolgt in meist ineffizienter Form mittels direkter Maßeingaben in den PC. Ein erstes Digitalisieren der auf den Papieren erstellten Skizzen wurde bei keinem der Diplomand\_innen beobachtet. So entstehen Zug um Zug erste Dateien, welche sichtlich wahllos und ohne aussagekräftigen Dateinamen am Desktop in einer anderen unsortierten Struktur abgelegt werden. Gezielte Rückfragen über das Ablegen und Wiederfinden der Dateien wurden teilweise kurz beantwortet beziehungsweise auf die Suchfunktion des Computers reduziert. Nachfolgender Screenshot aus einer Diplomarbeit soll beispielhaft diese Beobachtungen belegen.

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
Entwürfe	05.12.2016 19:35	Dateiordner	
forschung	15.12.2016 09:09	Dateiordner	
H	03.12.2016 23:36	Dateiordner	
Ofen	07.01.2017 09:12	Dateiordner	
ver	16.01.2017 10:33	Dateiordner	
Varianten Schriftlich	16.01.2017 10:37	Dateiordner	
1.bak	03.12.2016 23:32	BAK-Datei	11.010 KB
1_recover	03.12.2016 11:29	DWG-Datei	8.985 KB
acad	03.12.2016 11:30	Fehlerprotokoll	1 KB
Arbeitsaufzeichnung	27.12.2016 19:24	Microsoft Excel W...	9 KB
Bei Ofen gibt es verschiedene untershei...	06.01.2017 13:30	OpenDocument T...	6 KB
dachterrasse.bak	27.12.2016 19:52	BAK-Datei	15 KB
dachterrasse	27.12.2016 20:09	DWG-Datei	29 KB
Diplomarbeit	04.12.2016 18:01	DWG-Datei	4.583 KB
DPL.bak	24.11.2016 17:31	BAK-Datei	486 KB
DPL	05.12.2016 10:10	DWG-Datei	509 KB
Ergonomie	25.10.2016 08:36	OpenDocument T...	71 KB
GRTERRASSE.bak	29.12.2016 13:29	BAK-Datei	149 KB
GRTERRASSE	08.01.2017 14:43	DWG-Datei	152 KB
holzverbindung	24.11.2016 16:20	JPEG-Bild	86 KB
Inhaltszm.	24.10.2016 22:21	OpenDocument T...	7 KB
ofen.bak	05.12.2016 08:36	BAK-Datei	97 KB
ofen	05.12.2016 09:59	DWG-Datei	94 KB
RINO	12.01.2017 22:23	DWG-Datei	85 KB
SAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA	12.01.2017 22:34	DWG-Datei	32 KB
VERBAUTEILE...	12.01.2017 22:38	BAK-Datei	623 KB

Abb. 2: Screenshot „Schüler\_in eins“ zur Datenablage

Daraus ist erkennbar, dass bei den Schüler\_innen vielfach keine Strukturen vorhanden sind.

## 3.2 Schnittstellenproblematik

Die große Herausforderung im Zeichnen mit Hilfe von am Schulstandort üblicher CAD-Software ist die Organisation der Zeichnungen durch die bearbeitenden Schüler\_innen selbst. In der späten Entwurfsphase beziehungsweise in der Ausarbeitungsphase der Produktentwicklung ist auf eine klare und durchdachte Organisation der Zeichnung und der daraus folgenden CAD-Dateien individuell passend zum fertigen Produkt zu achten. Hier beobachtet man, dass auf Grund fehlender Anwendungspraktik mit der effizienten Übergabe in branchenbezogenen Softwarelösungen Konstruktionen oder relevante Teile davon für die weiteren Bearbeitungsschritte von Grund auf neu konstruiert werden müssen.

Die Überleitung von fertigungsrelevanten Daten aus den bereits vielfach erstellten Daten der Produktentwicklung in branchenspezifische Softwarelösungen, um für die Arbeitsvorbereitung Effizienzsteigerungen erfahren zu können, bereitet eine der größten Herausforderungen. Hier beobachtet man, dass diese für alle Schüler\_innen und Lehrer\_innen kostenfrei zur Verfügung stehenden Softwarelösungen wenig oder nur sehr ineffizient eingesetzt werden.

So benötigt man zum Beispiel als Grundlage für die Fertigung mittels CNC-Fräsen eben diese klar definierten Teile aus der Konstruktionsplanung im DWG- und DXF- Dateiformat. Durch die weitere Bearbeitung in der CNC-Technik passenden Softwarelösungen bieten diese Daten die erste Grundlage für eine effiziente und zeitgemäße Fertigung.

### Weitere zeitgemäße Produktionsverfahren

Der 3D-Druck ist ein Verfahren zur effizienten Herstellung von Modellen, Mustern, Prototypen, Werkzeugen und Endprodukten. Als Grundlage für den Druck werden 3D-CAD-Zeichnungen benötigt.

3D-Druck wird als generatives Fertigungsverfahren bezeichnet. Das bedeutet, dass die Fertigung direkt auf Basis rechnerinterner Datenmodelle erfolgt. Oft ist auch von *Rapid Prototyping* oder *Additive Manufacturing* die Rede. In Zukunft kann man davon ausgehen, dass viele Industriezweige und zunehmend auch Handwerksbetriebe ihre Produkte mittels 3D-Konstruktionen erarbeiten oder verbessern werden. Hier stellt die Möglichkeit des 3D-Drucks auf Basis einer 3D-CAD-Zeichnung potenzielle Möglichkeiten als entscheidenden Vorteil für die Produktentwicklungen dar. Additive Herstellungsverfahren sind eine Fertigungstechnologie und wie andere Technologien auch von der sorgfältigen Auswahl

des Materials, des Prozesses und der Qualität der Konstruktion abhängig. Daher müssen einschlägige Konstruktionsregeln erarbeitet werden und Berücksichtigung finden. Gerade in der Architektur, in der Innenraumgestaltung und im Möbeldesign sind maßstäblich gefertigte Modelle üblich. Mit 3D-CAD Daten sind die für dieses Herstellungsverfahren erforderlichen Daten prompt anwend- und wandelbar. Einfach und schnell können daraus Modelle oder komplizierte Modellelemente generiert werden.

Die Laserschneidetechnik erlangt gerade im Modell- und Prototypenbau am Schulstandort, wo es um die Herstellung von präzisen und feinen Teilen geht, immer mehr an Bedeutung. Auch in diesem Fertigungsverfahren bilden 3D-CAD- Daten die beste Grundlage für einen effizienten Produktionsprozess.

### **3.3 Interaktion zwischen Fachpraxis und Fachtheorie**

In der Abteilung für Innenarchitektur und Holztechnologien mit Raum- und Objektgestaltung an der HTL Imst wurde immer schon Bedacht auf die parallel in der Fachtheorie sowie in der Fachpraxis zu vermittelnden Lehrinhalte genommen. Die Vermittlung von Grundlagen, welche in den ersten und zweiten Lehrgängen fest im Lehrplan verankert ist, findet etwas zeitverzögert statt. Hier ist es üblich, dass in der Unterrichtsplanung der jeweiligen Lehrpersonen Werkstücke in Abhängigkeit mit den im Lehrplan vorgesehenen Lehrinhalten entwickelt werden und Schüler\_innen über entsprechende Arbeitsaufträge die Aufgabenstellungen lösen. Dies bedingt in der Umsetzung für ein Werkstück ein Zusammenwirken von etwa vier Lehrpersonen aus der Fachpraxis mit ein bis zwei Lehrpersonen aus der Fachtheorie. Diese umfangreiche Abstimmung erfordert ein genaues Zeitmanagement, um eine reibungslose Schnittstellenlösung zu gewährleisten. Dank der innovativen Stundenplangestaltung unserer pädagogischen Leiter\_innen ist es üblich, dass vermehrt die fachpraktischen Lehrpersonen im fachtheoretischen Unterricht zum Einsatz kommen. Im Wirken in beiden Fachgruppen lassen sich die erforderlichen Abstimmungsprozesse zwischen Praxis- und Theorielehrkräften jedoch gut bewältigen. Im „Teamteaching“ werden die Stärken, die Schwächen sowie die Notwendigkeit einer guten Zusammenarbeit der jeweiligen Fachgruppen im Klassenraum angesprochen, um so auch den Schüler\_innen einen realen Bezug zur Umsetzung eines Entwicklungsprozesses in der Wirtschaft zu vermitteln. Sofort sind für die Lernenden die Verknüpfungen erkennbar.

Gerade die in diesem Schulstandort besonders etablierte Individualisierung des fachpraktischen Unterrichts speziell in den dritten, vierten und fünften Jahrgängen, stellt die Lehrer\_innen beider Fachbereiche vor große Herausforderungen. Unabdingbar ist es, dass ständig mit den am jeweiligen Projekt beteiligten Personen Besprechungen abgehalten werden. Hierzu wird großteils die seit vier Jahren fix im Stundenplan dargestellte Dialogstunde verwendet. Im effizienten Produktentwicklungszyklus kommt es vor, dass diese einmal wöchentlich stattfindende Besprechungsstunde nicht ausreicht. Produktentwicklungstechnisch bedingte Probleme und Hilfestellungen bei Detaillösungen bedürfen oft einer schnellen Absprache um aktuell auftretende Situationen möglichst rationell abklären zu können. Während des Schulbetriebes sind nicht alle Lehrer\_innen und auch Schüler\_innen ständig greifbar. Immer aktiver werden hier die Möglichkeiten der Interaktion via Daten-Cloudlösungen, E-Mail, Telefon oder verstärkt auch Messenger-Dienste verwendet. Das subjektive Empfinden lässt den Schluss zu, dass seit Inkrafttreten des neuen Lehrplanes die Motivation im Produktentwickeln, speziell in der Umsetzung der schüler\_inneneigenen Ideen in der Fertigung, um ein Vielfaches gestiegen ist. Als äußerst positiv kann die in einem hohen Maße erkennbare Eigenverantwortung der Schüler\_innen im Entstehungsprozesses der Produkte und der Output an Produktvielfalt angemerkt werden.

Diese Produktentwicklungen fördern in einem hohen Maße die Grundkompetenzen der Lernenden. So werden die Schüler\_innen selbst Akteure ihrer individuellen Aufgabenstellungen. Aus Beobachtungen zeichnet sich ab, dass durchaus die Behauptung angestellt werden kann, dass Schüler\_innen jederzeit ein „offenes Ohr“ beim gesamten Lehrkörper bekommen. Alle sind an einer positiven Entwicklung des Schulstandortes in Imst mit größtmöglichem persönlichem Engagement und einer Leidenschaft an der Ausbildung der jungen Menschen beteiligt.

Im Rahmen dieser „Individualisierung im Unterricht“ werden die Schüler\_innen der höheren Jahrgänge sensibilisiert, sich eigenständig um Lösungsansätze und zielgerichtet hausintern, aber auch extern nach den passenden Partner\_innen für die Ideenumsetzung zu kümmern.

### **3.4 Studie im Rahmen der Umsetzung einer Diplomarbeit**

#### **Beschreibung der Diplomarbeit**

Das Thema der Diplomarbeit ist, aus einem standardisierten Zugwagen einen Eventwaggon zu schaffen. Interessierte Menschen und auch Unternehmen verschiedenster Branchen können hier, während einer langen Bahnreise, ihre Produkte und/oder ihre Dienstleistungen bestmöglich vermarkten. Durch die variabel veränderbare und zeitgemäße Innenausstattung bestückt mit modernster Medientechnik können sich die Wagenmieter präsentieren und ihr Produkt bestmöglich ihren geladenen Gästen und auch allen anderen Reisenden des gesamten Reisezuges nahebringen.

Die Grundlagenforschung und ein gemeinsames Grundrisskonzept wird im Team erarbeitet und bildet die Basis für die weitere gesplittete Bearbeitung. Verschiedene Arten und Varianten der Modulmöbel werden entwickelt.

So befasst sich im Detail der Schüler „A“ mit der Konstruktion, der Befestigung, der Oberflächengestaltung, dem Steckraster der Modulmöbel und der zeitgemäßen Medientechnik.

Schüler „B“ arbeitet am Gesamtkonzept, der Ausführung, der Konstruktion von Küche, Bar und Theke sowie den Lagermöglichkeiten und den Installationen (Elektro, Sanitär, Datenleitungen, Beleuchtungen etc.).

Die Diplomarbeit wird durch ein Arbeitsmodell, einen Prototyp eines zu entwickelten Details oder Möbels und den 3D-Visualisierungen so realitätsnah wie möglich dargestellt. Zusätzlich werden technische Lösungsvorschläge in den notwendigen Schnitten und Ansichten maßstabsgetreu erstellt und beschrieben. In einer audiovisuellen Aufbereitung und einem Plakat im DIN-A1-Hochformat wird das erarbeitete Gesamtwerk präsentiert. Einerseits wird die Präsentationsmappe im DIN-A3-Format in gedruckter und gebundener Form und andererseits werden die projektrelevanten Dateien in digitaler Form gespeichert auf einer CD vorgelegt.

#### **Anwendung des Produktentwicklungsprozesses im Rahmen der Diplomarbeit**

Jede Diplomarbeit beginnt bereits im Sommersemester des vierten Jahrganges mit einer gut überlegten Ideenfindung, denn nur gut durchdachte und motivierende Themen sind ein maßgeblicher Faktor am positiven Erfolg einer im Team erarbeiteten Produktentwicklung. Die Ideenfindung läuft an der HTL Imst in einem speziell durch zwei bis drei Lehrkräfte organisierten Workshop zur Themenfindung ab. Dieser Workshop kann als Start-Up für den Beginn des Entwicklungsprozesses gesehen werden. Hier werden erste Ideen formuliert und „Geistesblitze“ konkretisiert.

Nach reiflicher Überlegung und Festigung der Idee beginnt eine umfassende Phase der Recherche. Hier sollen die Schüler\_innen zu den Diplomanden, welche in den fünften Jahrgängen ihre Diplomarbeiten zum Abschluss bringen, interessiert nachgehen und eventuelle Tipps und Besonderheiten erfragen und anschließend kritisch analysieren.

Parallel dazu können die Einsicht in bereits positiv realisierte Diplomarbeiten, das Internet, die Kontaktaufnahme zu innovativen Firmen aus der Wirtschaft, erste Gespräche mit den betreuenden Lehrpersonen und Erhebungen im persönlichem Umkreis eine große Unterstützung bieten.

Während der schulfreien Zeit im Sommer ist es erforderlich vertiefende Recherchen durchzuführen, da in den ersten Wochen des neunten Semesters die Anträge zu den Diplomarbeiten eingebracht werden müssen. Hierzu wird die speziell vom Unterrichtsministerium errichtete Onlineplattform zwingend als erstes digitales Instrumentarium genutzt. In einem vorgegebenen Schema müssen die Diplomand\_innen die wesentlichen Fakten, wie

- die Betreuer\_innenwahl,
- die Beschreibung der Ausgangslage,
- die Zusammensetzung des Projektteams mit der Aufsplitterung zur individuellen Themenstellung und der Angabe des dafür zur Verfügung stehenden Zeitaufwandes,
- die Angabe zu möglichen Projektpartnern,
- die Zielsetzung/-formulierung,
- die Fixierung der Meilensteine und die intensive Auseinandersetzung mit den rechtlichen Rahmenbedingungen

zur Diplomarbeit festigen.

Nach Durchlaufen der Prüfphasen durch die vorgegebenen Instanzen erfolgt innerhalb einer festgelegten Frist die Freigabe. Die Instanzen sind in erster Stufe die Abteilungsvorständin oder der Abteilungsvorstand, in zweiter Stufe die Schulleitung sowie in dritter Stufe die Landeschulinspektorin oder der Landeschulinspektor.

In den ersten Wochen des Wintersemesters beginnt die Entwurfsphase. Die unterschiedlichsten Herangehensweisen, welche beim Erstellen der Entwürfe in Betracht kommen, werden in digitaler Form in eine eigens dafür vorgesehene Ablage gelegt. Hier ist es erforderlich, dass alle am Projekt beteiligten Personen dieselben Regeln beachten. Es werden in einer der ersten Besprechungen mit den Betreuer\_innen die Strukturen und die Regeln zur Dateiablage/-speicherung fixiert.

Eine Grundlage hierzu ist die in Abb. 3: *Screenshot Dateispeicherregel* dargestellte Vereinbarung der Dateispeicherregel.

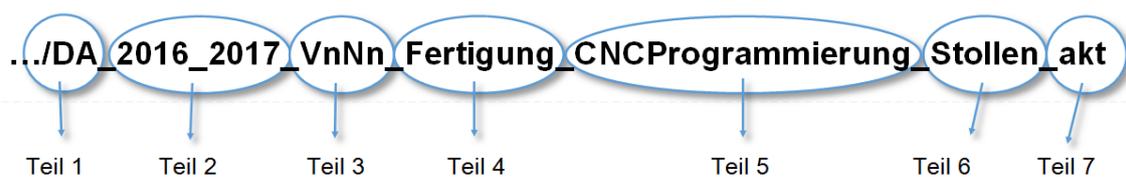


Abb. 3: Screenshot Dateispeicherregel

- Teil 1: Bezeichnet den Hintergrund aus welchem Kontext die Produktentwicklung hervorgeht. (Beispielsweise steht DA für Diplomarbeit)
- Teil 2: Gibt Auskunft aus welchem Jahrgang die Werke stammen.
- Teil 3: Gibt Auskunft über den/die Verfasser\_in.
- Teil 4: Gibt Auskunft über die Prozessphase siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**
- Teil 5: Gibt Auskunft über den Dateinhalt (Dateistruktur).
- Teil 6: Bezeichnet ein speziell benanntes Teil (hier im Beispiel Stollen).

Teil 6: Bezeichnet die Stände (Beispielsweise steht .../\_akt für Aktuell MS4 steht für Meilenstein „4“)

Auf Basis der Dateispeicherregel entwickelt sich eine Dateistruktur (siehe Abb. 4: Screenshot Dateistruktur), die für die gesamte Diplomarbeit einzuhalten ist. Sie ist cloudbasiert auf OneDrive von Microsoft aufgebaut.

Je nach Typus des zu entwickelnden Produktes beziehungsweise je nach Vereinbarung unter den an der Diplomarbeit beteiligten Personen kann die nachfolgende Unterstruktur eigenständig, aber mit leicht verständlicher Logik organisiert werden.

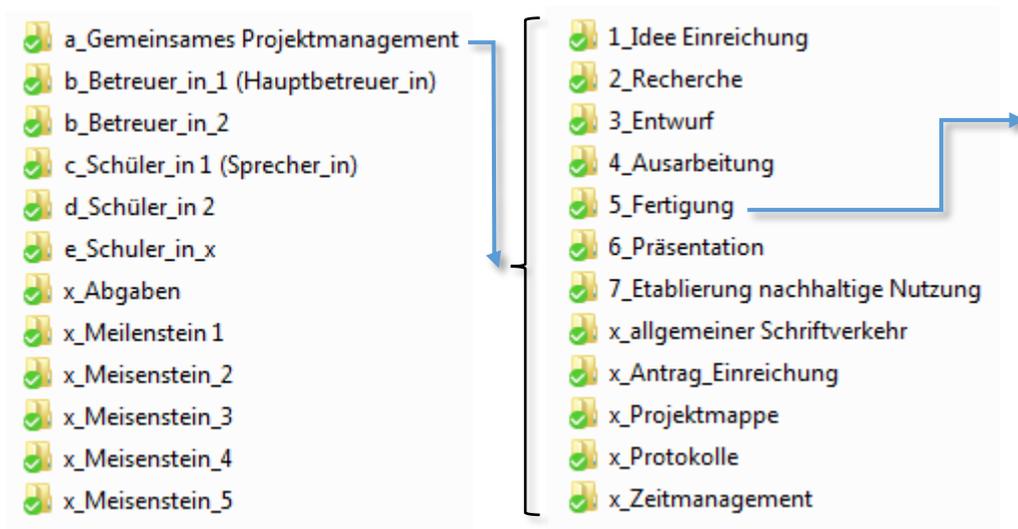


Abb. 4: Screenshot Dateistruktur

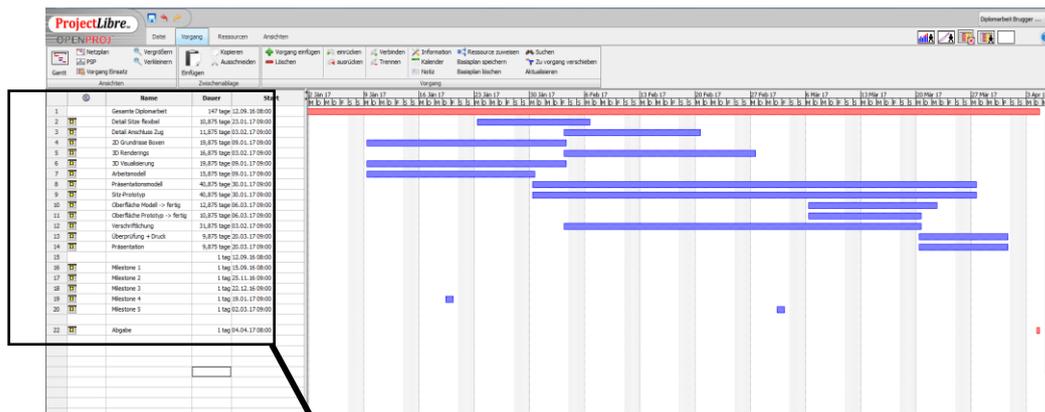
Eine weitere wichtige Maßnahme ist das Zeitmanagement. Die Diplomanden haben bereits im Onlineantrag zusammen mit dem/den Betreuer\_innen einige wichtige Termine fixiert. Um diese abbilden und koordinieren zu können ist es erforderlich einerseits eine Stundenaufzeichnung (wie beispielhaft in Abb. 11 dargestellt)

Projekt - Zeitaufzeichnung Name: Gesamtzeit: **7h 30min**

Pos.	Tätigkeit	Anmerkung	Ort	Datum	von	bis	Stunden	Kategorie
1	Besprechung		HTL	27.09.2016	08:00	15:30	07:30	Einführung
2								
3								
4								

Abb. 5: Screenshot aus MS Excel Zeiterfassung

und andererseits einen Projektplan (wie beispielhaft in Abb. 12 dargestellt) zu führen.



1		Gesamte Diplomarbeit	147 tage	12.09.16 08:00
2		Detail Sitze flexibel	10,875 tage	23.01.17 09:00
3		Detail Anschluss Zug	11,875 tage	03.02.17 09:00
4		2D Grundrisse Boxen	19,875 tage	09.01.17 09:00
5		3D Renderings	16,875 tage	03.02.17 09:00
6		3D Visualisierung	19,875 tage	09.01.17 09:00
7		Arbeitsmodell	15,875 tage	09.01.17 09:00
8		Präsentationsmodell	40,875 tage	30.01.17 09:00
9		Sitz-Prototyp	40,875 tage	30.01.17 09:00
10		Oberfläche Modell -> fertig	12,875 tage	06.03.17 09:00
11		Oberfläche Prototyp -> fertig	10,875 tage	06.03.17 09:00
12		Verschriftlichung	31,875 tage	03.02.17 09:00
13		Überprüfung + Druck	9,875 tage	20.03.17 09:00
14		Präsentation	9,875 tage	20.03.17 09:00
15			1 tag	12.09.16 08:00
16		Milestone 1	1 tag	15.09.16 08:00
17		Milestone 2	1 tag	25.11.16 09:00
18		Milestone 3	1 tag	22.12.16 09:00
19		Milestone 4	1 tag	19.01.17 09:00
20		Milestone 5	1 tag	02.03.17 09:00
22		Abgabe	1 tag	04.04.17 08:00

Abb. 6: Screenshot aus dem Zeitmanagementplan ProjektLibre

Die erkennbaren Daten aus der Stundenaufzeichnung beziehungsweise unweigerlich auftretende unvorhergesehene Faktoren, welche den Produktentwicklungsprozess beeinflussen, sollten sofort im Balkenplan korrigiert werden.

Werden die Ordnerbefüllungen und die vereinbarten Strukturen auf Seiten der Diplomand\_innen und Lehrer\_innen möglichst streng eingehalten, herrscht immer eine klar nachvollziehbare Projektabfolge, welche letztlich einer effizienten Produktentwicklung zu Gute kommt. Ein eigens dafür angelegter TSN-Moodle-Kurs übernimmt die Zwischenabgaben mit den dazu passenden Bewertungen durch die zuständigen Betreuungspersonen. So haben die Diplomand\_innen prompt einen Überblick zum Leistungsstand der erbrachten Ergebnisse. Da diese vorliegende Arbeit mit Anfang Mai 2017 in Druck geht beziehungsweise abgeschlossen wird, enden an dieser Stelle die weiteren Beobachtungen der Diplomarbeit. Die Abschlusspräsentation, die Gesamtbewertung und der Produkt-Daten-Management-Prozess wären die noch kommenden Punkte, welche im Fokus anhand des Produktentwicklungsprozesses liegen. Der klaren Dateistruktur und des streng geführten Zeitmanagementplans zufolge kann davon ausgegangen werden, dass dies in Bezug auf diese Diplomarbeit in gewohnt effizienter und ordentlicher Form stattfinden wird.

## 4 EVALUATIONSMETHODEN

Um den derzeitigen Stand hinsichtlich der gestellten Forschungsfrage zu erheben und ein Gefühl für die Relevanz dieser Themenstellung zu erlangen, wurden Erhebungen der Ist-Situation sowohl auf der Schüler\_innenebene als auch auf der Lehrer\_innenebene durchgeführt.

Hinsichtlich der Erhebung auf Schüler\_innenebene wurde eine differenzierte Evaluation durchgeführt. Dabei wurde einmal eine Abschlussklasse der Abteilung für Innenarchitektur und Holztechnologien mit Raum- und Objektgestaltung hinsichtlich des digitalen Arbeitens im Schulbetrieb, mittels eigens dafür entwickelten Online-Fragebögen, befragt. Zudem fand eine Endbefragung der zwei Diplomanden nach Abschluss ihrer Arbeit zum Umgang mit digitalen audiovisuellen Medien und dem Arbeiten auf Basis des Produktentwicklungsprozesses statt.

### 4.1 Evaluation auf Schüler\_innenebene

#### a) Erhebung in der Abschlussklasse

In den wesentlichen Inhalten konnten nachfolgende Ergebnisse aus den Befragungen gewonnen werden.

Ergebnisse Schüler\_innen Fragebogen:

1. Ich bin...



Diagramm 1: Auswertung Schüler\_innen Frage eins

In Frage eins wurde das Geschlecht der Schüler\_innen abgefragt. In der genauen Analyse der Befragung in der Abschlussklasse konnten keine erkennbaren Unterschiede zwischen den acht Mädchen und den in gleicher Anzahl beteiligten Burschen zum Fragenkontext festgestellt werden. Aus diesem Grund wird in Folge keine Geschlechtertrennung bei der Auswertung der Daten durchgeführt.

## 2. Im Unterricht arbeite ich mit digitalen audiovisuellen Medien\*.



Diagramm 2: Auswertung Schüler\_innen Frage zwei

Während des Schulunterrichts arbeiten 75 Prozent oder zwölf der befragten Schüler\_innen mehrmals täglich mit digitalen audiovisuellen Medien. Jeweils 13 Prozent arbeiten damit ein- bis zweimal täglich beziehungsweise wöchentlich. Keine/r der Befragten arbeitet ein- bis zweimal monatlich beziehungsweise nie mit digitalen audiovisuellen Medien.

## 3. Ich nutze privat digitale audiovisuelle Medien\*.



Diagramm 3: Auswertung Schüler\_innen Frage drei

Die Frage nach der privaten Nutzung von digitalen audiovisuellen Medien zeigt sehr deutlich, dass hier ein reges Verwenden stattfindet. So nutzen 94 Prozent der befragten Schüler\_innen mehrmals täglich und nur eine/r ein- bis zweimal monatlich diese Medien.

## 4. In der Entwurfsphase...

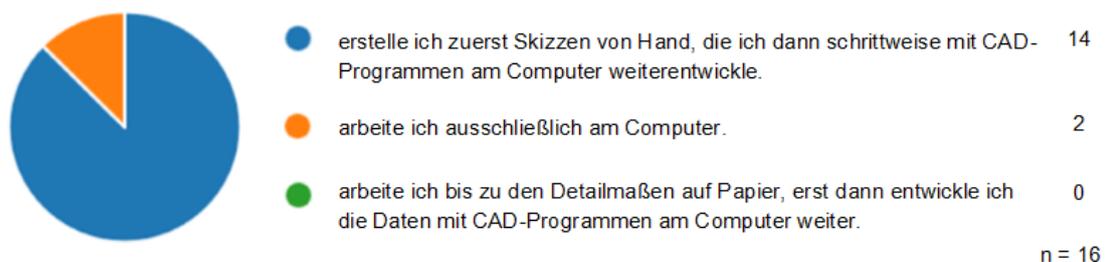


Diagramm 4: Auswertung Schüler\_innen Frage vier

Bezogen auf den Produktentwicklungsprozess sind die ersten Schritte in der Entwurfsphase mit dem Computer umzusetzen. Aus dieser Frage gehen die Vorgangsweisen der Schüler\_innen hervor. Erkennbar ist, dass der überwiegende Teil, das sind 88 Prozent beziehungsweise 14 Schüler\_innen, zuerst die Skizzen von Hand auf Papier bringt und erst diese dann nach und nach mit CAD-Programmen am Computer weiterentwickelt. Zwei der Befragten arbeiten bereits in der Entwurfsphase ausschließlich am Computer.

#### 5. Das Ablegen und Wiederfinden der projektbezogenen Daten...

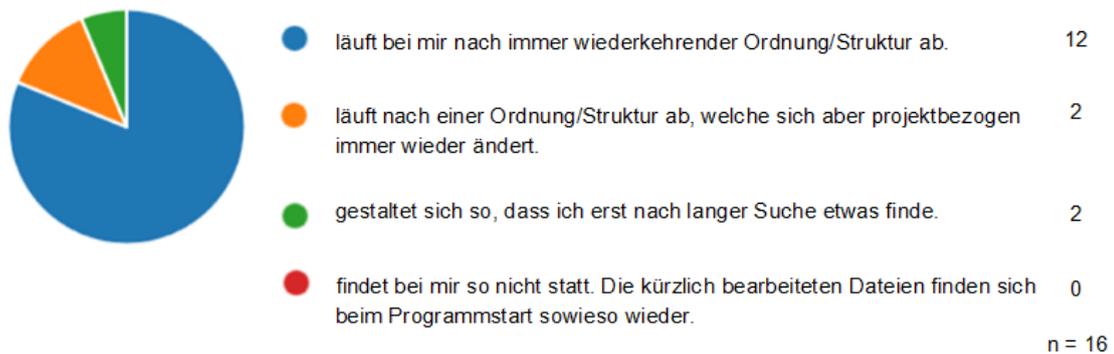


Diagramm 5: Auswertung Schüler\_innen Frage fünf

Strukturiertes Arbeiten ist im Produktentwicklungsprozess essentiell, aus dieser Frage geht die Dateimanagementpraxis der Schüler\_innen hervor. Zwölf Schüler\_innen, das sind 75 Prozent, verwenden eine immer wiederkehrende Struktur, wobei zwei Schüler\_innen ihre Strukturen projektrelevant immer wieder den individuellen Gegebenheiten anpassen. Zwei der Befragten finden erst nach langer Suche wieder ihre Daten. Niemand aus der Klasse verliert die Daten für immer.

#### 6. Das Ablegen von projektbezogenen Daten...

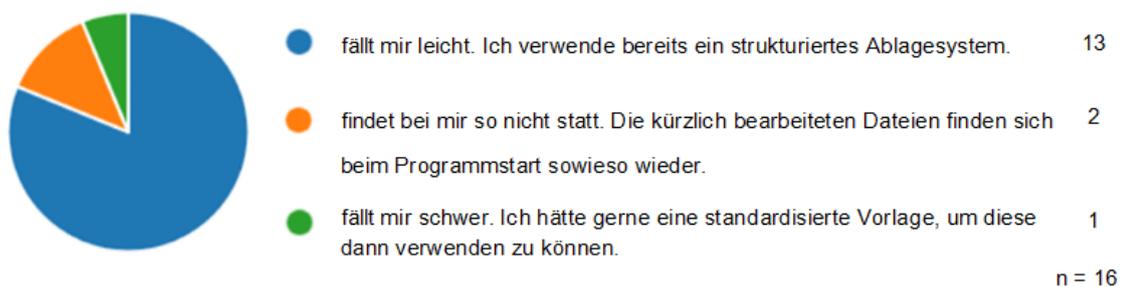


Diagramm 6: Auswertung Schüler\_innen Frage sechs

81 Prozent, das sind 13 Lernende der Abschlussklasse, fällt das Ablegen von projektrelevanten Daten leicht, da sie bereits strukturierte Ablagesysteme verwenden. Zwei Personen legen ihre Daten nirgendwo strukturiert ab, denn diese kommen beim Programmstart in den ersten Dateivorschlägen vor. Hier ist eine parallele zur Frage fünf erkennbar, denn dort finden zwei der Befragten erst nach langem Suchen ihre Dateien wieder. Eine Person wünscht sich eine standardisierte Vorlage.

7. Ich kann mir vorstellen zukünftig gänzlich ohne Papier zu arbeiten.

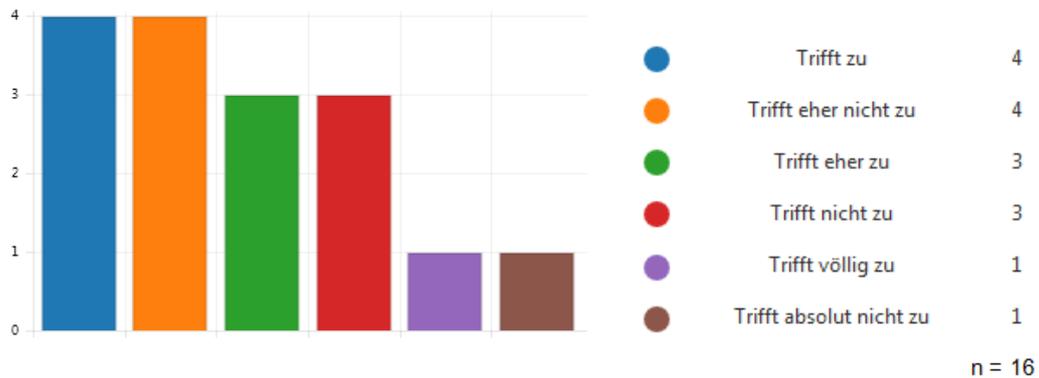


Diagramm 7: Auswertung Schüler\_innen Frage sieben

Aus dieser Frage geht keine klare Tendenz hervor. Es herrscht ein Gleichgewicht bei den vorgeschlagenen Antwortmöglichkeiten.

8. Ich arbeite für den Datenaustausch und die Datenablage mit online Datenpools, wie z.B. Moodle, Dropbox, Wordpress, oneDrive, etc.

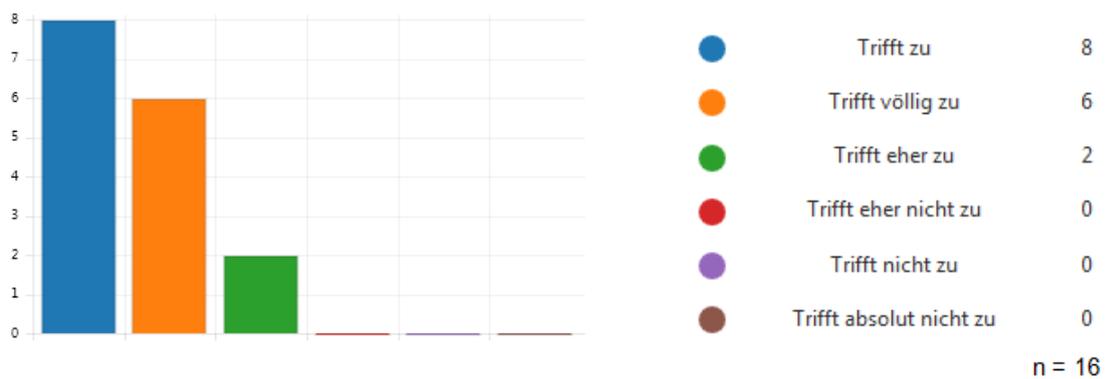


Diagramm 8: Auswertung Schüler\_innen Frage acht

Im innerschulischen Agieren zum Datenaustausch und der Datenablage ergibt sich ein klares Bekenntnis zu den Online-Datenpools. Daraus ist zu schließen, dass alle befragten Schüler\_innen Erfahrung mit Online-Datenpools haben.

9. Das dreidimensionale Konstruieren am Computer hat entschiedene Vorteile gegenüber der zweidimensionalen Planung.

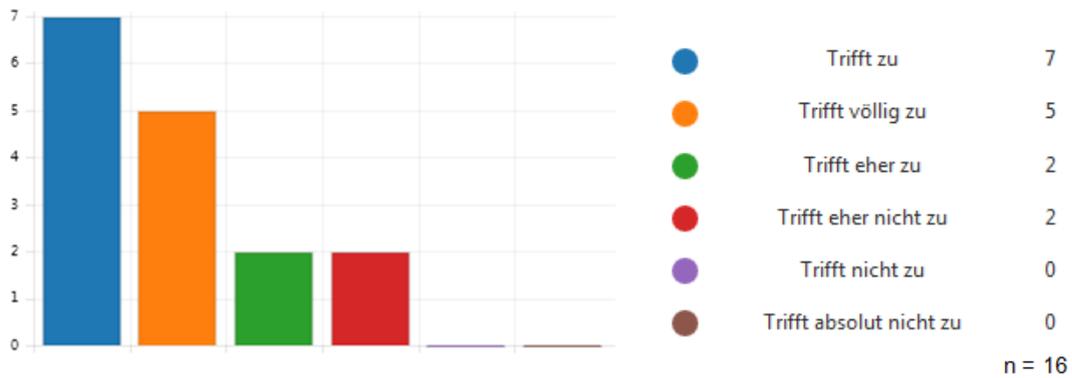


Diagramm 9: Auswertung Schüler\_innen Frage neun

Der deutlich überwiegende Teil der befragten Schüler\_innen sieht Vorteile in der dreidimensionalen Konstruktionsmethode am Computer.

10. Zeitgemäße Produktionsverfahren wie 3D Druck, Laserschneiden, CNC Bearbeitungen lassen sich effizienter mit 3D Daten umsetzen.

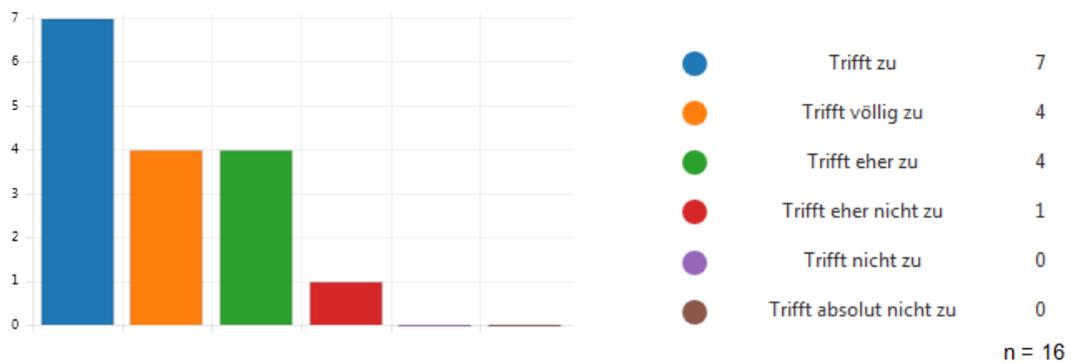


Diagramm 10: Auswertung Schüler\_innen Frage zehn

Bei dieser Frage ist eine Parallele zu Frage neun erkennbar. Auch hier ist der überwiegende Teil der Teilnehmer\_innen der Meinung, dass 3D-Daten entschiedene Vorteile für die zeitgemäßen Fertigungsverfahren bilden.

11. Im Entwicklungsprozess eines Produktes sehe ich deutliche Vorteile in der Verwendung digitaler audiovisueller Medien.

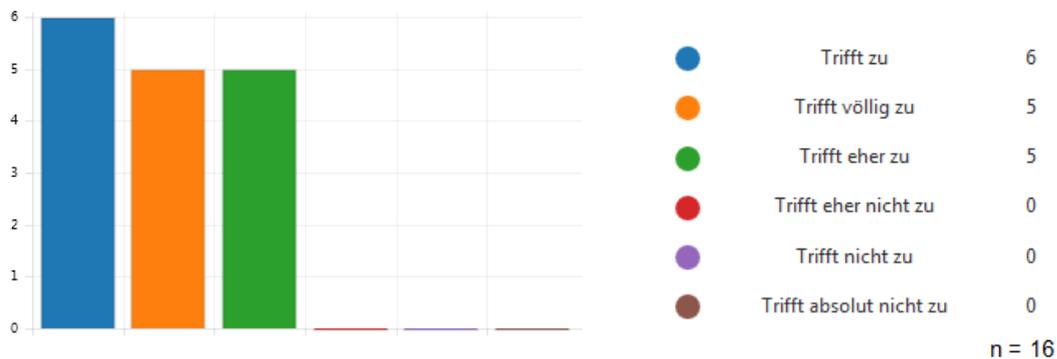


Diagramm 11: Auswertung Schüler\_innen Frage elf

Ein klares Bekenntnis zu audiovisuellen Medien im Produktentwicklungsprozess bringt die Auswertung der Frage elf hervor.

Die Frage zwölf bot den Schüler\_innen der Abschlussklasse die Möglichkeit, freie Anmerkungen zum Fragenkontext zu tätigen. Ein Kommentieren der einzelnen Antworten würde den Rahmen der Interpretationen sprengen.

Zusammengefasst kann nach Auswertung aller Fragen gesagt werden, dass ein sehr positiver Zugang zur Digitalisierung im Unterricht beziehungsweise im Produktentwicklungsprozess stattfindet, nur momentan ist ein Zugang zum gänzlich papierlosen Arbeiten nicht klar erkennbar.

## b) Erhebung bei den Diplomanden

Um den Anwendungserfolg des ausgearbeiteten Produktentwicklungsprozesses zu überprüfen, wurden während des gesamten Beobachtungszeitraumes der Durchführung des Projektes immer wieder die betreuten Diplomanden evaluiert. Dies erfolgte durch ständige Beobachtungen, welche in einem Online-Portfolio gesammelt wurden. Zusätzlich dazu fand zum Zeitpunkt der Abgabe der Diplomarbeit eine Endbefragung statt. Ein Abriss der Erhebungsergebnisse ist nachfolgend beschrieben.

Die zwei Diplomanden gaben in dem Interview bekannt, dass sie eine klare und hilfreiche Struktur des Produktentwicklungsprozesses ableiten konnten. Papierloses Arbeiten war im Team, letztlich auch durch das Einfordern der Betreuenden Lehrperson, gefordert beziehungsweise wurde gefördert. Gerade deshalb ist im Verlaufe der Entwicklung der Diplomarbeit das Papier nahezu verschwunden. Aber auch für die Diplomanden ist ein gänzlich papierloses Arbeiten in naher Zukunft nicht denkbar. Viele Vorteile in der digitalisierten Konstruktionsweise wurden angemerkt und auch im Rahmen der Erstellung der Diplomarbeit erfolgreich umgesetzt. Die Interaktion mit der TSN-Moodle-Plattform wurde von den zwei Schülern auf Grund der doch für sie recht aufwendigen Anwendungs- und Zugangsabläufe sowie der teilweise fehlenden Routine im Umgang mit den Programmfunktionen als unpraktisch empfunden. Die Themenwahl und die damit gekoppelte lange anhaltende oder sogar sich steigernde Motivation sind im Produktentwickeln, welche im Rahmen der Diplomarbeit stattfindet, eine wichtige Grundlage.

Ebenfalls konnte im Rahmen der Umsetzung der Diplomarbeit beobachtet werden, wie sich die beiden Diplomanden auf Basis des wachsenden Entwicklungsprozesses sehr gut selbst organisieren konnten. So war während des gesamten Ablaufes weitgehend klar, welche Schritte als nächstes zu tätigen sind, wie und wo die generierten Daten gespeichert und welche Anforderungen beim nächsten Prozessschritt gestellt werden.

Der vollständige Entwicklungsprozess konnte jedoch im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht angewandt werden, da für die Abschlussarbeit der beiden Schüler nicht alle Punkte von Relevanz waren und dieser Produktentwicklungsprozess auch im Rahmen der Begleitung der Diplomarbeit gewachsen ist. Dennoch entstand beiderseits, sowohl für die zwei Diplomanden als auch für die betreuende Lehrperson, in der Weiterentwicklung der jeweiligen Aufgaben und Interessen eine Win-Win-Situation.

## 4.2 Evaluation auf Lehrer\_innenebene

In den wesentlichen Inhalten konnten nachfolgende Ergebnisse aus den Befragungen gewonnen werden. Als äußerst erfreulich sei an dieser Stelle die Rücklaufquote aus der Befragung angemerkt, denn 24 von den rund 50 direkt am Produktentwicklungszyklus beteiligten Lehrpersonen haben teilgenommen.

### Ergebnisse Lehrer\_innen Fragebogen:

#### 1. Ich bin...



Diagramm 12: Auswertung Lehrer\_innen Frage eins

Nach Auswertung der Frage zum Geschlecht konnten keine signifikanten Unterschiede erkannt werden, weshalb in der Folge eine Trennung in der Auswertung der Fragen nicht in Betracht gezogen wird.

#### 2. Im Rahmen des Unterrichts arbeite ich mit digitalen audiovisuellen Medien\*.



Diagramm 13: Auswertung Lehrer\_innen Frage zwei

Zwölf der insgesamt 24 an der Befragung teilgenommenen Lehrer\_innen, das sind 50 Prozent, verwenden „sehr oft“ digitale audiovisuelle Medien in ihrem Unterricht. Neun, das sind 38 Prozent, der Befragten gaben oft als Auswahlmöglichkeit an. Nur 13 Prozent verwenden sie selten. Keine/r der Lehrer\_innen hat noch nie digitale audiovisuelle Medien in seinem/ihrem Unterricht eingesetzt.

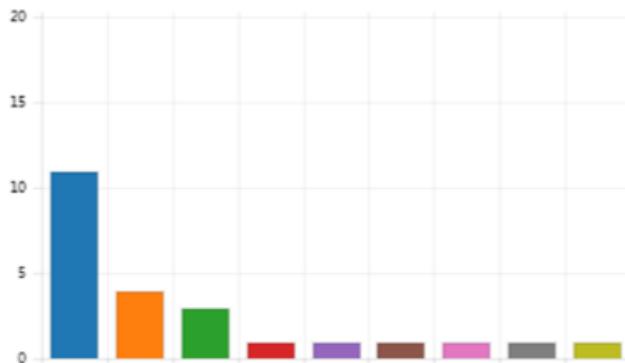
### 3. Ich nutze privat digitale audiovisuelle Medien.



Diagramm 14: Auswertung Lehrer\_innen Frage drei

Auch die Nutzung digitaler audiovisueller Medien im Privatleben zeigt, vergleichbar mit Frage zwei, ein ähnliches Bild.

### 4. In der Entwurfsphase beobachte ich bei den Schülern\_innen, dass sie ...



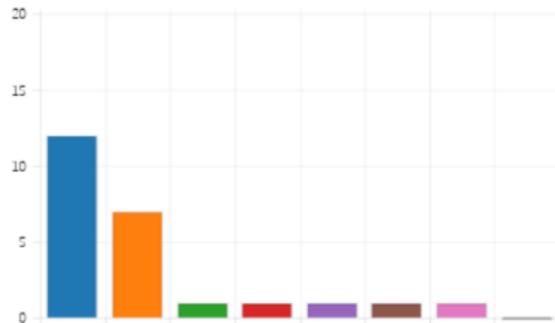
- zuerst händisch Skizzen erstellen, die sie dann schrittweise mit CAD-Programmen am Computer weiterentwickeln. 11
- arbeiten sie bis zu den Detailmaßen auf Papier, erst dann entwickeln sie die Daten mit CAD-Programmen am Computer weiter. 4
- ausschließlich am Computer arbeiten. 3
- sowohl als auch; t.w. gibt es schülerInnen, die zuerst skizzieren und dann in ein cad program wechseln & unbekehrt; typ abhängig 1
- ich unterrichte kein Entwurfsmaterial 1
- nur wenige in der Lage sind, das der geistigen Vorstellungskraft entspringende mit einem Bleistift zu Papier zu bringen, und erst DANN, wenn diese Vorstellungen gereift sind, sich an den Computer setzen, und zeichnen. Es herrscht noch immer der Glaube, die Papierphase braucht es nicht. häufig hat das auch mit mangelnder Fähigkeit des skizzieren Könnens zu tun!! JEDER wirkliche Designer weiß, wie wichtig in der Entstehungsphase die 'Schmierphase' mit dem Bleistift ist !!! 1
- nicht beantwortbar 1
- fast ausschließlich am Computer arbeiten 1
- Kann ich nicht beurteilen 1

n = 24

Diagramm 15: Auswertung Lehrer\_innen Frage vier

Die Auswertung dieser Frage lässt den Schluss zu, dass Papier gerade in den Anfangsstadien der Entwurfsphase unabdingbar ist.

5. Ich beobachte bei Schüler\_innen beim Ablegen von projektbezogenen Daten, dass ...



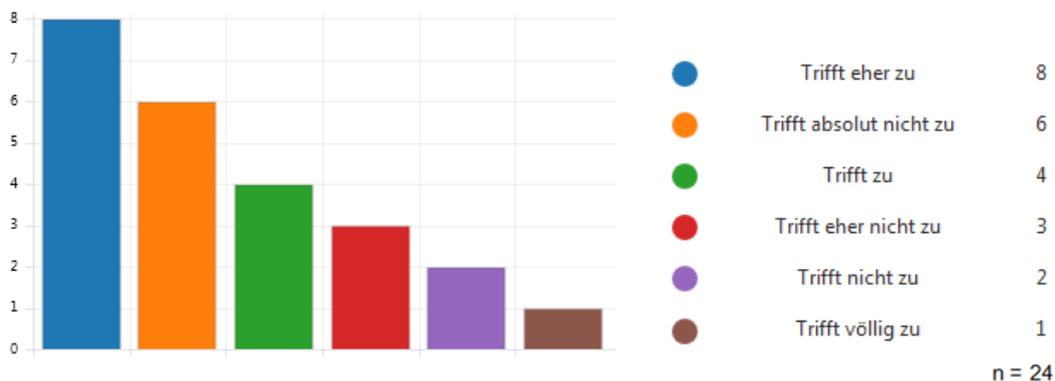
- es ihnen schwer fällt. Sie hätten gerne eine vorgegebene Struktur, um diese dann verwenden zu können. 12
- es so bei ihnen nicht stattfindet, da sie die kürzlich bearbeiteten Dateien sowieso beim Programmstart wiederfinden. 7
- typabhängig; strukturierte Schüler\_innen haben erfahrungsgemäß einen "aufgeräumten" Laptop; spiegelt eine gewisse Ordnung wieder; ähnlich bzw. vergleichbar mit einem sauberen Skriptum 1
- dass sie sich um eine Organisation der Daten NICHT kümmern !!! es ist ihnen egal. Dokumentnamen wie aaaaaaaaaa.dwg sind die regel. wenn ich ihnen erkläre, wie man Dateieigenschaften einstellt und dann nutzen kann, war das umsonst. sich Strukturen auszudenken überfordert, die konsequente Anwendung überfordert auch (die haben was anderes im Kopf) 1
- Ganz verschieden manche wenige sind gut und manche weniger strukturiert/ordentlich 1
- nicht beantwortbar 1
- trifft in meinem Unterricht nicht zu 1
- es ihnen durchwegs leicht fällt. Sie verwenden ein strukturiertes Ablagesystem. 0

n = 24

Diagramm 16: Auswertung Lehrer\_innen Frage fünf

In der Auswertung ist erkennbar, dass die befragten Lehrer\_innen durchwegs die Meinung vertreten, dass die Schüler\_innen eine strukturierte Vorlage benötigen würden.

6. Ich kann mir vorstellen, in absehbarer Zukunft im Schulalltag gänzlich ohne Papier zu arbeiten.



n = 24

Diagramm 17: Auswertung Lehrer\_innen Frage sechs

Die Auswertung dieser Frage liefert keine klare Erkenntnis. Hier sind beide Seiten als durchaus fast gleichwertig anzusehen.

7. Die im Rahmen des Schulunterrichts erstellten Entwürfe/Pläne werden auch in anderen Gegenständen weiterverwendet.

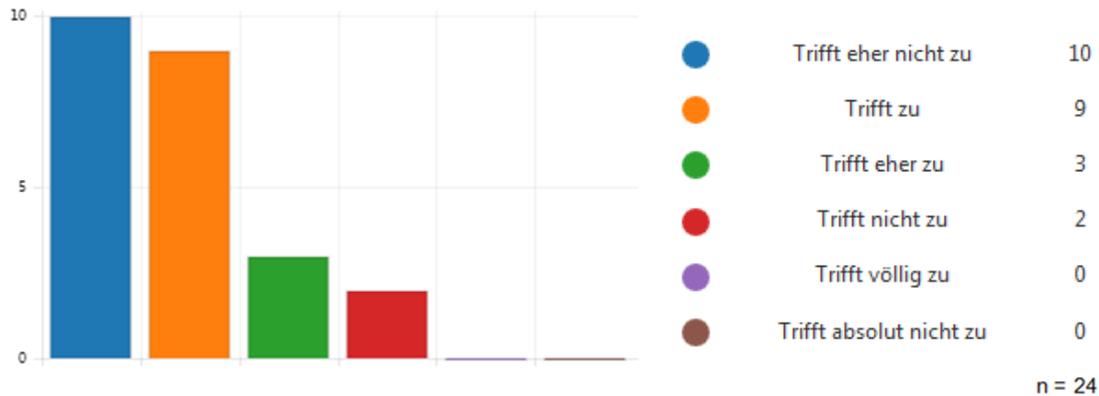


Diagramm 18: Auswertung Lehrer\_innen Frage sieben

Die Auswertung dieser Frage lässt keinen klaren Hang zu oder gegen die Weiterverwendung von erstellten Entwürfen/Plänen in anderen Gegenständen erkennen.

8. Es ist im Planungsprozess erforderlich bzw. vorteilhaft, dass man auf ältere Planungsstände wieder/nochmals zurückgreifen kann.

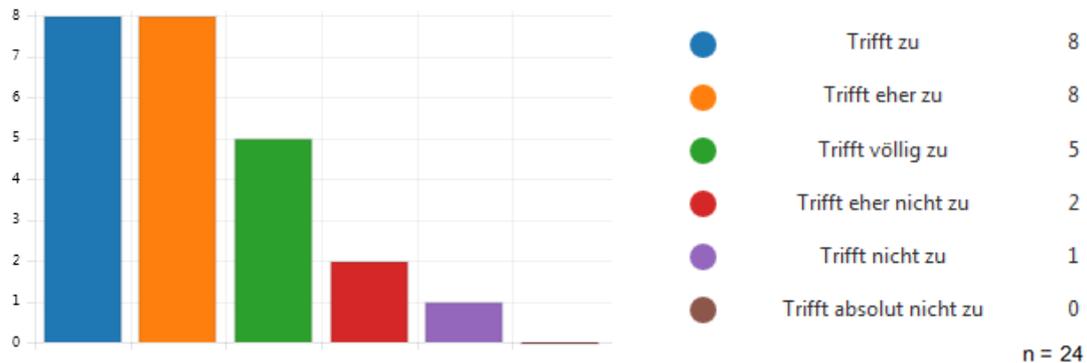


Diagramm 19: Auswertung Lehrer\_innen Frage acht

Die befragten Kolleg\_innen sind mit deutlich überwiegender Mehrheit der Meinung, dass ältere Planungsstände immer wieder abrufbar sein sollen.

9. Ich arbeite für den Datenaustausch und die Datenablage mit online Datenpools, wie z.B. Moodle, Dropbox, Wordpress, oneDrive, etc.

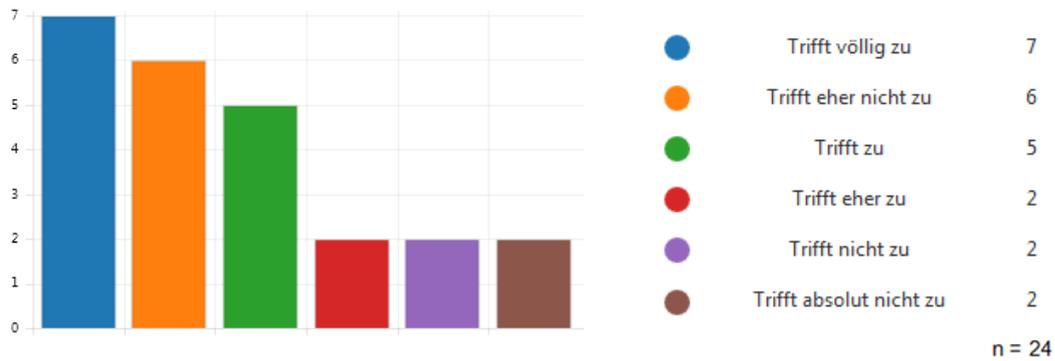


Diagramm 20: Auswertung Lehrer\_innen Frage neun

Der Einsatz von Online-Datenpools im Rahmen des Unterrichts der an der Befragung teilgenommenen Kolleg\_innen bringt ein aktives Verwenden dieser hervor.

10. Für eine nachhaltige Nutzung von im Rahmen des Schulbetriebs entwickelten Produkten sehe ich Chancen in einer strukturierten Datenablage.



Diagramm 21: Auswertung Lehrer\_innen Frage zehn

Zutreffende Chancen in einer strukturierten Datenablage sehen der überwiegende Teil der Befragten. Nur drei sehen wenig bis keine Chancen darin.



## 5 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN

### 5.1 Zusammenfassung

Da ich als Verfasser dieser Arbeit selbst sowohl in fachpraktischen als auch in fachtheoretischen Fragen die beiden Diplomanden (es handelte sich um zwei Burschen) betreute, fand eine enge Verknüpfung von Theorie- und Praxisunterricht statt. Dadurch wurde das problemorientierte Lernen gestärkt. Die Aufgabenstellung der Diplomarbeit, an welcher große Teile der Effizienzsteigerung in der Produktentwicklung beobachtet und auch angewandt wurden, war eine Umgestaltung eines Reisezugwaggons in einen „Eventwaggon“. Die eigenständig erzeugten Entwürfe der Schüler wurden mit mir als Betreuer in wöchentlich stattfindenden Besprechungen eingesehen und diskutiert. Im Entwicklungsprozess des Eventwaggons war ein Interagieren zwischen den Projektbeteiligten (Schüler, Betreuer und Zulieferanten) zwingend notwendig. Dies förderte in einem hohen Maße die Kommunikationskompetenzen der beiden Schüler. Durch Anfertigen eines Arbeitsmodells und schließlich eines Prototyps im Maßstab eins zu eins konnten die Produkte nochmals verbessert und weiterentwickelt werden. Die zwei an der Diplomarbeit beteiligten Burschen haben durch Trennung der Aufgabenzuständigkeiten ihre Sozialkompetenzen, beim Interagieren mit den innerhalb der am Produktentwicklungsprozesses beteiligten Personen gestärkt. Durch die ausschließlich computergestützte (CAD, CAM, MS-Word, MS-Excel, MS-Outlook, Chatrooms, Telefon, Skype Call, ...) Umsetzung der Diplomarbeit war der durchgängige Produktentwicklungsprozess klar nachvollziehbar beziehungsweise konnte dieser für die Ausarbeitung der Bachelorarbeit als ständig wachsendes Übungs- und Anwendungsfeld herangezogen werden.

Die Klarheit über die Zusammenhänge und die Prozessabläufe ist im Zuge der Erstellung des Produktentwicklungsprozesses entstanden.

Bezugnehmend auf die Zielformulierungen werden mit den Ergebnissen aus den Befragungen folgende Zusammenhänge erkennbar.

Das Papier kann und wird so bald nicht aus dem Schulunterricht durch den Computer ersetzt werden können. Viele positive Herangehensweisen, viele Ansätze und die technischen Voraussetzungen sprechen jedoch deutlich für ein papierloses Interagieren. Wie aus den Freitexten der Befragungen hervorgeht, ist es gerade in kreativschaffenden Unterrichtsgegenständen wichtig, in den ersten Phasen der Produktentwicklung, am Papier die Skizzen entstehen zu lassen.

### 5.2 Rückblick

Bereits seit den ersten Tagen meines beruflichen Alltages beschäftige ich mich mit dem Thema der rechnergestützten Produktentwicklung gepaart mit elektronischen Medien zur Datensammlung/-bereitstellung. In dieser sechzehnjährigen Tätigkeit als Einrichtungsbereiter von Lokaleinrichtungen, Buffet- und Thekenanlagen, Kälte- und Klimatechnische Anlagen und Produktionsverantwortlicher in einem mittelständigen Unternehmen beobachtete ich immer wieder Ineffizienz im Entstehungsprozess von Produkten. Als ich dann im September 2011 in den Schulbetrieb wechselte, fand ich auf Grund der dort installierten Soft- und Hardwarekomponenten eine neue Situation vor, auf welche ich mich recht schnell um- und einstellen musste. So war es Tag für Tag immer wieder wichtig für mich, mich mit diesen Themen zu beschäftigen. Im Rahmen meiner pädagogischen Ausbildung vertiefte ich mein Wissen in der Anwendung und Planung von digitalen Prozessabläufen der Produktentwicklung nochmals weiter. Auf der Suche nach einem Arbeitstitel zur geforderten Bachelorarbeit war für mich naheliegend, dass dieser in diesem Themenkontext verankert sein sollte. Die Möglichkeit zur Betretung von zwei Diplomanden beim Erstellen ihrer Diplomarbeit, bei der ich mit meinen Erfahrungen einerseits

fachpraktisch und andererseits fachtheoretisch unterstützend tätig sein konnte, war ein weiterer positiver Faktor zur Auseinandersetzung mit diesem für mich hochinteressanten Thema.

Im Zuge dieses IMST-Projektes kann ich nach intensiver Recherche der Lehrpläne sowie im Studium von Fachliteratur persönliche Bereicherungen erkennen. Erstaunt war ich darüber, welche guten digitalen Kompetenzen die zwei Diplomanden in den knapp fünf Studienjahren an unserer Schule aufwiesen. Durch die intensive Begleitung meiner Betreuer\_innen vor allem bei den Planungen, beim Zeitmanagement und der Durchführung dieses vorliegenden IMST-Projektes konnte ich viele Erfahrungen gewinnen, welche letztlich sehr wesentlich zur qualitativen Form des EDV-basierten Produktentwicklungsprozesses beigetragen haben.

### **5.3 Ausblick**

Die künftige Herausforderung wird sowohl im Schulbetrieb als auch in der Wirtschaft in einer sicheren und zuverlässigen Datenverwaltung liegen. Dies auch deshalb, da viele Produktentwicklungen ein gemeinsames Interagieren in Entwicklungsteams, die häufig an verschiedenen Standorten liegen, mit den unterschiedlichsten Partner\_innen und Lieferant\_innen umgesetzt werden. Parallel ist es erforderlich, mit einer systematischen und strukturierten Arbeitsweise vorzugehen, damit einerseits eine klare Prozessstruktur für alle an der Produktentwicklung beteiligten Personen besteht und zudem eine Effizienzsteigerung möglich ist. Diese Optimierung muss sich schlussendlich nicht unbedingt beziehungsweise ausschließlich in einer wesentlichen Einsparung der Gesamtbearbeitungszeit widerspiegeln, sondern kann im Entwicklungsprozess letztlich auch mehr Zeit für eine Fokussierung auf wesentliche Teilbereiche wie Kreativität und Qualitätsverbesserungen in allen Phasen der Produktentwicklung generieren. Ebenfalls können auch Ressourcen für die nachhaltige Nutzung im Sinne des kritischen Wiedereinbringens in den Zyklus der noch folgenden Produktentwicklungen gewonnen werden.

Für meine künftigen Begleitungen der Schüler\_innen beim Produktentwickeln hat diese Bachelorarbeit aus pädagogischer und fachlicher Sicht sehr viele positive Erkenntnisse in der organisatorischen Abwicklung von im Rahmen des Schulbetriebs entstehenden Produkten gebracht.

Aufgrund der intensiven Auseinandersetzung mit den formulierten Zielen kann die Behauptung angestellt werden, dass im kreativen Entstehungsprozesses eines Produktes der Schwerpunkt vermehrt auf digitales Interagieren innerhalb des Schulbetriebes gelegt werden kann.

Blickt man in die nahe Zukunft, werden vor allem auch wir Pädagog\_innen verstärkt mit den Themen der Digitalisierung sowie der Begrifflichkeit Industrie 4.0 konfrontiert. Mit großer Motivation sehe ich meine Aufgabe darin, unseren Schulabgänger\_innen mit stets aktuellstem Bezug zur Wirtschaft bestmöglich auf ihre künftigen Betätigungsfelder in der Berufswelt vorzubereiten.

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

BMBF. (17. August 2015). Lehrplan der höheren Lehranstalt für Innenarchitektur und Holztechnologien. (BMBF, Hrsg.) Wien. Abgerufen am 10. April 2017 von [https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA\\_2015\\_II\\_262/COO\\_2026\\_100\\_2\\_11\\_35491.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2015_II_262/COO_2026_100_2_11_35491.pdf)

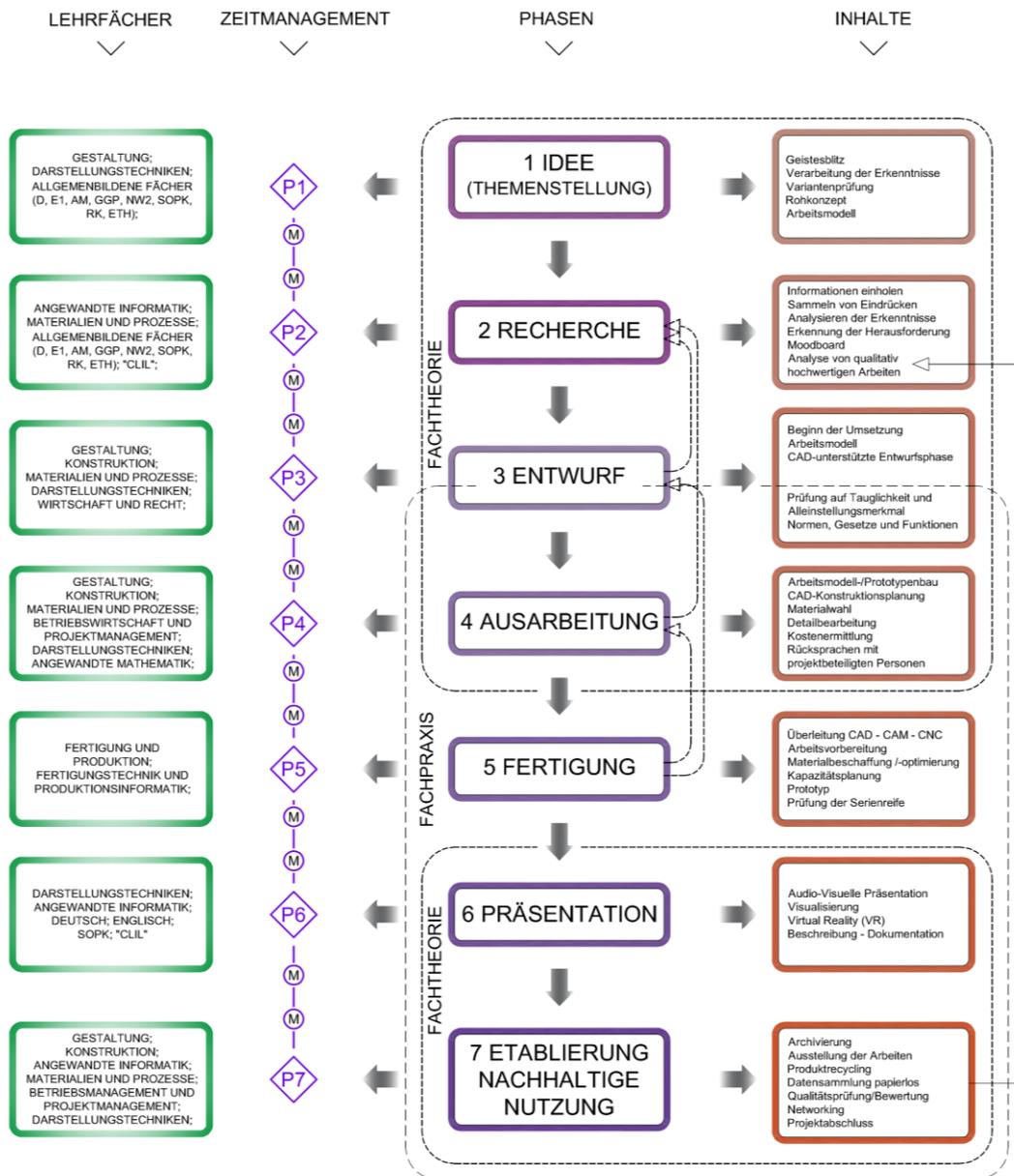
BMBF. (14. April 2016). Diplomarbeiten NEU Handreichung 2015. Wien. Abgerufen am 12. Dezember 2016 von [http://www.diplomarbeiten-bbs.at/sites/default/files/DA-Handreichung\\_14.4.2016.pdf](http://www.diplomarbeiten-bbs.at/sites/default/files/DA-Handreichung_14.4.2016.pdf)

Zeitler, G. (2013). *Gerd Zeitler: Promoting Sustainable Economics*. Abgerufen am 10. April 2017 von Markt und Marktwirtschaft: <https://gerdzeitler.wordpress.com/markt-und-marktwirtschaft/>

# ANHANG

## PRODUKTENTWICKLUNGSPROZESS

in der Abteilung  
**INNENARCHITEKTUR und HOLZTECHNOLOGIEN**  
 im Schwerpunkt RAUM- und OBJEKTGESTALTUNG  
 an der HTL Imst



P\_ = Prozessphase TT.MM.JJJJ HH:MM

M = Meilensteine / Zwischentermine TT.MM.JJJJ HH:MM