



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

HW

FAKULTÄT FÜR
HUMANWISSENSCHAFTEN

Innovationsprojekt „Ingenieurwissenschaften“ an Beruflichen Gymnasien im Land Sachsen-Anhalt

Klaus Jenewein, Martina Klemme, Alexander Unger

BBP-Arbeitsbericht Nr. 93

August 2019

ISSN 1437-8493



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

Innovationsprojekt „Ingenieurwissenschaften“ an Beruflichen Gymnasien im Land Sachsen-Anhalt

Abschlussbericht

Klaus Jenewein, Martina Klemme, Alexander Unger

Autorenangaben

Prof. Dr. Klaus Jenewein
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Email: jenewein@ovgu.de

Dr. Martina Klemme
Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt
Email: martina.klemme@sachsen-anhalt.de

Dipl.-Gwl. Alexander Unger
Berufsbildende Schulen Otto-von-Guericke Magdeburg
Email: alexander.unger@ovgu.de

Arbeitsberichte „Berufs- und Betriebspädagogik“

Herausgeber:

Prof.'en Dr. Robert W. Jahn, Dr. Klaus Jenewein
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Humanwissenschaften
Institut I: Bildung, Beruf und Medien
Zschokkestr. 32
D-39104 Magdeburg

Anschrift:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Humanwissenschaften
Institut I: Bildung, Beruf und Medien
Zschokkestr. 32
D-39104 Magdeburg

Tel.: +49 391 6756623
Fax: +49 391 6716550
Email: ibbp@ovgu.de

ISSN 1437-8493

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage/Entwicklung des Bildungsganges	5
1.1	Angaben zum Innovationsprojekt, Problemstellung und Lösungswege	5
1.2	Entwicklung der Standorte im zeitlichen Verlauf	5
1.3	Entwicklung der Schülerinnen- und Schülerzahlen im zeitlichen Verlauf	7
2	Ziele der wissenschaftlichen Begleitung und begleitende Entwicklungsarbeiten	8
2.1	Zielstellung	8
2.2	Verlauf des Innovationsprojektes	8
2.2.1	Entwicklungsaktivitäten und Evaluationsmaßnahmen der wissenschaftlichen Begleitung	8
2.2.2	Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen	9
2.2.3	Abiturprüfungen: Abitur mit zentralen Vorgaben	11
2.2.4	Ergebnisse der bisherigen Abiturprüfungen	11
2.2.5	Begleitende Untersuchungen durch Bachelor- und Masterarbeiten	12
2.3	Transfermaßnahmen in Bezug auf länderspezifische und länderübergreifende Ergebnisse	12
2.4	Öffentlichkeitsarbeit	13
3	Ergebnisse des Innovationsprojektes	14
3.1	Erläuterung der Zielstellung des Innovationsprojektes	14
3.1.1	Ermittlung der Bildungsinhalte und der zu erreichenden Kompetenzen	14
3.1.2	Erarbeitung des Lehrplans und didaktischer Konzepte für die Umsetzung des Bildungsganges	15
3.2	Untersuchungsergebnisse	16
3.2.1	Schülerinnen- und Schülerbefragung	16
3.2.2	Umsetzung des Bildungsganges in den Schulstandorten: Auswertungsbericht „Didaktische Jahresplanung“	22
3.3	Entwicklungsergebnisse	23
3.3.1	Didaktische Grundkonzeption	23
3.3.2	Evaluation des Lehrplans und Entwicklung gemeinsamer didaktischer Jahresplanungen für die Schuljahrgänge 11 und 12	24
3.3.3	Handreichung „Situierete Lernaufgaben“	24
4	Handlungsempfehlungen	25
4.1	Gestaltung von Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen	25
4.2	Erstellung von Abituraufgaben im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung im Bildungsgang	26

4.3	Schnittstellen zu allgemeinbildenden Fächern	26
4.4	Weiterentwicklung der Studentafel.....	27
4.5	Empfehlungen für die Umsetzung der Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik	29
4.6	Lehrplanentwicklung und Entwicklung didaktischer Jahresplanungen	30
4.7	Erarbeitung und Evaluation ausgewählter Lernaufgaben	31
4.8	Verstetigung und weiterer Ausbau des Bildungsangebotes.....	32
4.9	Optionen für die Weiterentwicklung des Lehramtsstudiums.....	33
5	Einschätzung und Ausblick	35
6	Anhang.....	I
6.1	Lehrplan (Kurse, Kompetenzbereiche und Zeitrichtwerte)	I
6.2	Didaktische Jahresplanungen Jahrgänge 11 und 12	XV
6.3	Weiterentwicklung der Operatoren für das Berufliche Gymnasium Technik.....	XXVII
6.4	Abiturprüfungen	XXXV
6.5	Bachelor- und Masterarbeiten.....	XLII
6.6	Konferenzbeiträge und Publikationen	XLIII
6.7	Auswertung der Schülerinnen- und Schülerbefragung (Fragebogen A)	XLVI
	Die Reihe Arbeitsberichte „Berufs- und Betriebspädagogik“	LI

1 Ausgangslage/Entwicklung des Bildungsganges

1.1 Angaben zum Innovationsprojekt, Problemstellung und Lösungswege

Das Berufliche Gymnasium in Sachsen-Anhalt hat eine lange Tradition. Hierbei können Schülerinnen und Schüler mit der Profilierung über eine berufliche Fachrichtung die Allgemeine Hochschulreife erlangen. Neben den beruflichen Fachrichtungen Wirtschaft sowie Gesundheit und Soziales standen den Schülerinnen und Schülern im Beruflichen Gymnasium für Technik die Fachrichtungen Bau-, Elektro-, Metall- und Informationstechnik zur Verfügung. Im Zuge des demografischen Wandels sanken die Schülerinnen- und Schülerzahlen so erheblich, dass lediglich die Fachrichtung Informationstechnik an zwei Standorten im Land existierte. Vor diesem Hintergrund wurde das Konzept des Beruflichen Gymnasiums für Technik neu gedacht und überarbeitet.

1.2 Entwicklung der Standorte im zeitlichen Verlauf

Die folgende Karte zeigt die Verteilung der Standorte über das Land Sachsen-Anhalt mit dem jeweiligen Beginn im Bildungsgang Berufliches Gymnasium Technik mit der Fachrichtung Ingenieurwissenschaften. Zwei Kriterien mussten bei der Auswahl der Projektschulen berücksichtigt werden. Zum einen sollte am Standort, unter Berücksichtigung der Schulnetzplanung, bereits ein Berufliches Gymnasium integriert sein. Zum anderen musste es der Schule möglich sein, den personellen und inhaltlichen Anforderungen des Bildungsganges Ingenieurwissenschaften gerecht zu werden. Daher erwiesen sich vor allem berufsbildende Schulen mit technischem Profil als sehr geeignet. Zusätzlich wurde den Berufsbildenden Schulen Mansfeld-Südharz¹ eine Genehmigung erteilt, da diese als Partnerschule für die Sekundarschulen einen Weg zum Abschluss Allgemeine Hochschulreife mit berufsbildendem Profil anbieten wollten.

Das Berufliche Gymnasium Technik mit dem Profil „Ingenieurwissenschaften“ startete erstmalig im Schuljahr 2013/2014 an den Berufsbildenden Schulen „Otto-von-Guericke“ in Magdeburg, dessen Lehrkräfteteam an der Entwicklung dieses Bildungsganges mitgewirkt hat. Im Laufe der Schuljahre nahm die Anzahl der Projektschulen zu. Hierbei profitieren die neu dazugekommenen Projektschulen von den Erfahrungen der bereits laufenden Projektschulen. Im Schuljahr 2014/2015 konnten die Berufsbildenden Schulen „J.P.C. Heinrich Mette“ in Quedlinburg und die Berufsbildenden Schulen „Hugo-Junkers“ in Dessau-Roßlau jeweils eine 11. Klasse eröffnen. Es folgten die Berufsbildenden Schulen des Burgenlandkreises im Schuljahr 2015/2016 und die Berufsbildenden Schulen Mansfeld-Südharz sowie die Berufsbildenden Schulen Jerichower Land im Schuljahr 2016/2017. Mit Ende des Modellversuchs führen insgesamt sechs Berufsbildende Schulen in Sachsen-Anhalt diesen Bildungsgang.

¹ Im Rahmen des Innovationsprojektes konnte an den Berufsbildenden Schulen Mansfeld-Südharz ein berufliches Gymnasium neu eingerichtet werden.

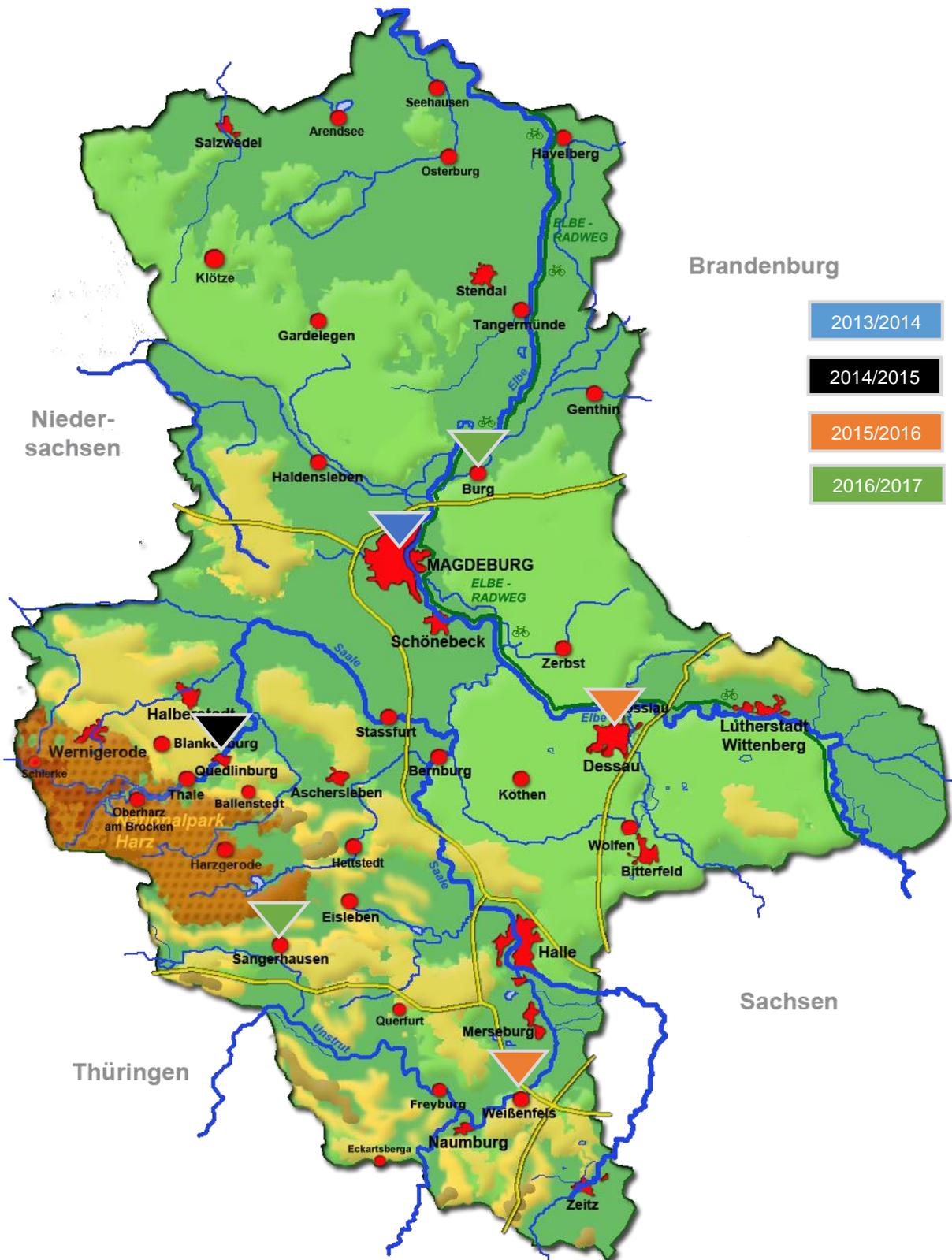


Abbildung 1: Überblick Standorte im zeitlichen Verlauf

1.3 Entwicklung der Schülerinnen- und Schülerzahlen im zeitlichen Verlauf

Die Entwicklung der Schülerinnen- und Schülerzahlen ist seit Beginn des Bildungsganges im Schuljahr 2013/2014 als sehr positiv zu betrachten. Neben der stetigen Gewinnung neuer Projektschulen ist die Schülerinnen- und Schülerentwicklung an den einzelnen Standorten sehr gut. Bei Einführung des Bildungsganges an den jeweiligen Schulen belief sich die Klassenstärke in der Regel auf 10-15 Schülerinnen und Schüler. Im Laufe der Zeit wurden stabile Schülerinnen- und Schülerzahlen erreicht und eigenständige Klassen eröffnet. Lediglich der Standort Burg im Jerichower Land konnte im Schuljahr 2017/2018 keine elfte Klasse hervorbringen, da die Schülerinnen- und Schülerzahl das Minimum unterschritt. Ein Grund hierfür könnte die geringe Distanz zum Standort Magdeburg sein, an dem der Bildungsgang ebenfalls angeboten wird. Im Schuljahr 2017/2018 befinden sich, mit steigender Tendenz, 262 Schülerinnen und Schüler im Bildungsgang, da noch nicht alle Schulen eine vollständige Qualifikationsphase vorweisen.

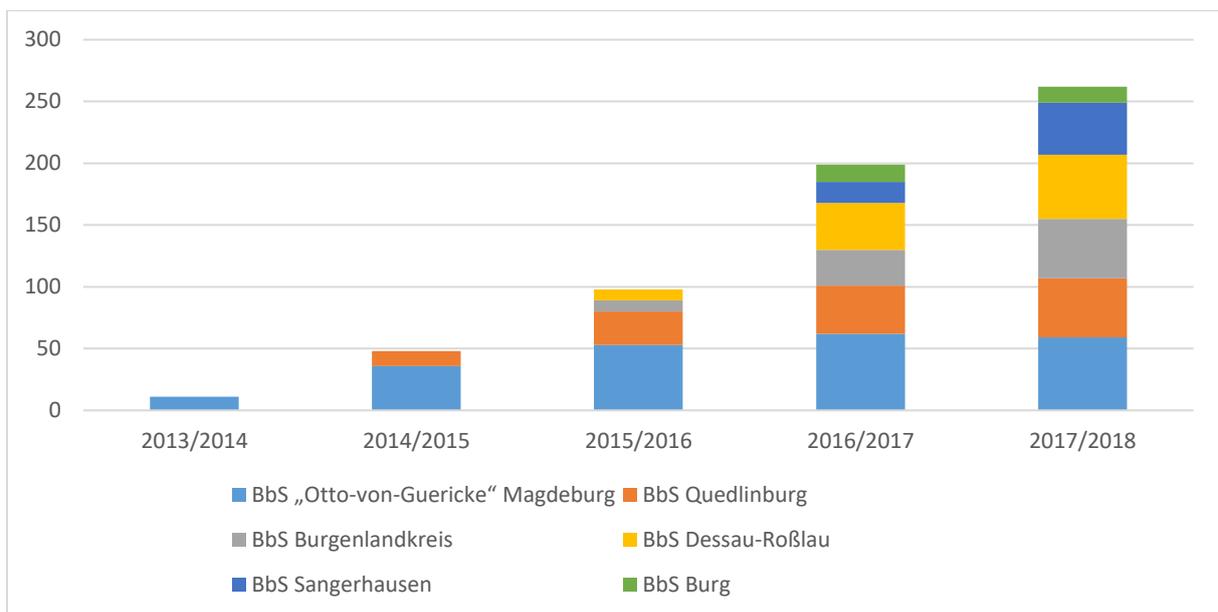


Abbildung 2: Schülerinnen- und Schülerzahlen im zeitlichen Verlauf

Tabelle 1: Schülerinnen- und Schülerzahlen nach Schulstandorten und Jahrgängen

Schule	Schülerinnen- und Schülerzahlen nach Jahrgängen				
	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
BbS „Otto-von-Guericke“ Magdeburg	Klasse 11: 11	Klasse 11: 26 Klasse 12: 10	Klasse 11: 24 Klasse 12: 23 Klasse 13: 6	Klasse 11: 25 Klasse 12: 19 Klasse 13: 18	Klasse 11: 18 Klasse 12: 21 Klasse 13: 17
BbS Quedlinburg		Klasse 11: 12	Klasse 11: 18 Klasse 12: 9	Klasse 11: 19 Klasse 12: 13 Klasse 13: 8	Klasse 11: 22 Klasse 12: 13 Klasse 13: 13
BbS Burgenlandkreis			Klasse 11: 9	Klasse 11: 20 Klasse 12: 9	Klasse 11: 23 Klasse 12: 18 Klasse 13: 7
BbS Dessau-Roßlau			Klasse 11: 9	Klasse 11: 22 Klasse 12: 16	Klasse 11: 20 Klasse 12: 21 Klasse 13: 11
BbS Sangerhausen				Klasse 11: 17	Klasse 11: 25 Klasse 12: 17
BbS Burg				Klasse 11: 14	Klasse 11: 0 Klasse 12: 13

2 Ziele der wissenschaftlichen Begleitung und begleitende Entwicklungsarbeiten

2.1 Zielstellung

Bereits vor Projektbeginn lag ein vollständiger kompetenzorientierter Lehrplan zur Erprobung vor, dessen Umsetzung in didaktischen Jahresplanungen von der wissenschaftlichen Begleitung unterstützt wurde. Hierfür stand die wissenschaftliche Begleitung als Ansprechpartner zur Verfügung und half bei Implementierungsschwierigkeiten. Zudem wurden die am Projekt beteiligten Lehrkräfte hinsichtlich der Erstellung und Evaluation didaktischer Jahresplanungen fortgebildet. Das entsprechende Fortbildungskonzept wird in Abschnitt 2.2.2 dargestellt.

Ein weiteres Ziel bestand in der Entwicklung, Erprobung und Evaluation spezifischer Lehr- und Lernarrangements. Dieses Vorhaben wurde in den Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen thematisiert, durch entsprechende Abschlussarbeiten an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Abschnitt 2.2.5) untersetzt und deren Umsetzung an den Schulen begleitet.

Weiterhin hat die wissenschaftliche Begleitung Untersuchungen in Form von Lehrerinnen- und Lehrer- sowie Schülerinnen- und Schülerbefragungen mithilfe von Interviews und Fragebögen durchgeführt (siehe Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2), deren Ergebnisse zur Qualitätssteigerung und Entwicklung des Bildungsganges dienen sollten. Die Dokumentation erfolgte zum einen in Berichten und wurde zum anderen den Lehrerinnen und Lehrern, welche im Fach Ingenieurwissenschaften unterrichten, in Kurzform vorgelegt.

Im Rahmen eines länderübergreifenden Netzwerkes zwischen Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen und Hamburg erfolgte ein kontinuierlicher Erfahrungsaustausch der beteiligten wissenschaftlichen Begleitungen. Zudem haben die wissenschaftlichen Begleitungen der drei Länder eine Lernplattform aufgebaut, welche aktuelle Informationen sowie Aufgabenbeispiele und erste Abiturprüfungen enthält und für alle beteiligten Lehrkräfte zugänglich ist.

2.2 Verlauf des Innovationsprojektes

2.2.1 Entwicklungsaktivitäten und Evaluationsmaßnahmen der wissenschaftlichen Begleitung

Im Schuljahr 2014/2015 wurden erste Interviews mit Schülerinnen und Schülern des Bildungsganges Ingenieurwissenschaften durchgeführt. Hauptsächlicher Fokus bildete die Fragestellung, inwiefern der Bildungsgang angenommen wird und wie dessen Konzeption und Rahmenbedingungen eingeschätzt werden. Weiterhin wurden Lehrerinnen und Lehrer zu den Themen Unterrichtsstruktur und Zufriedenheit im Umgang mit dem Lehrplan interviewt. Ziel dieser ersten Interviews war die Entwicklung aussagefähiger Fragebögen, welche über die kommenden Schuljahre zur empirischen Begleitung eingesetzt wurden. Die erarbeiteten Schülerinnen- und Schüler- bzw. Lehrerinnen- und Lehrerfragebögen wurden bei allen Schülerinnen und Schülern bzw. bei allen beteiligten Lehrkräften des Bildungsganges in Sachsen-Anhalt ab dem Schuljahr 2015/2016 eingesetzt und ausgewertet. Die Ergebnisse dieser empirischen Begleitung wurden u. a. bei der Weiterentwicklung des Bildungsganges und Ausgestaltung der Fortbildungsreihe aufgegriffen.

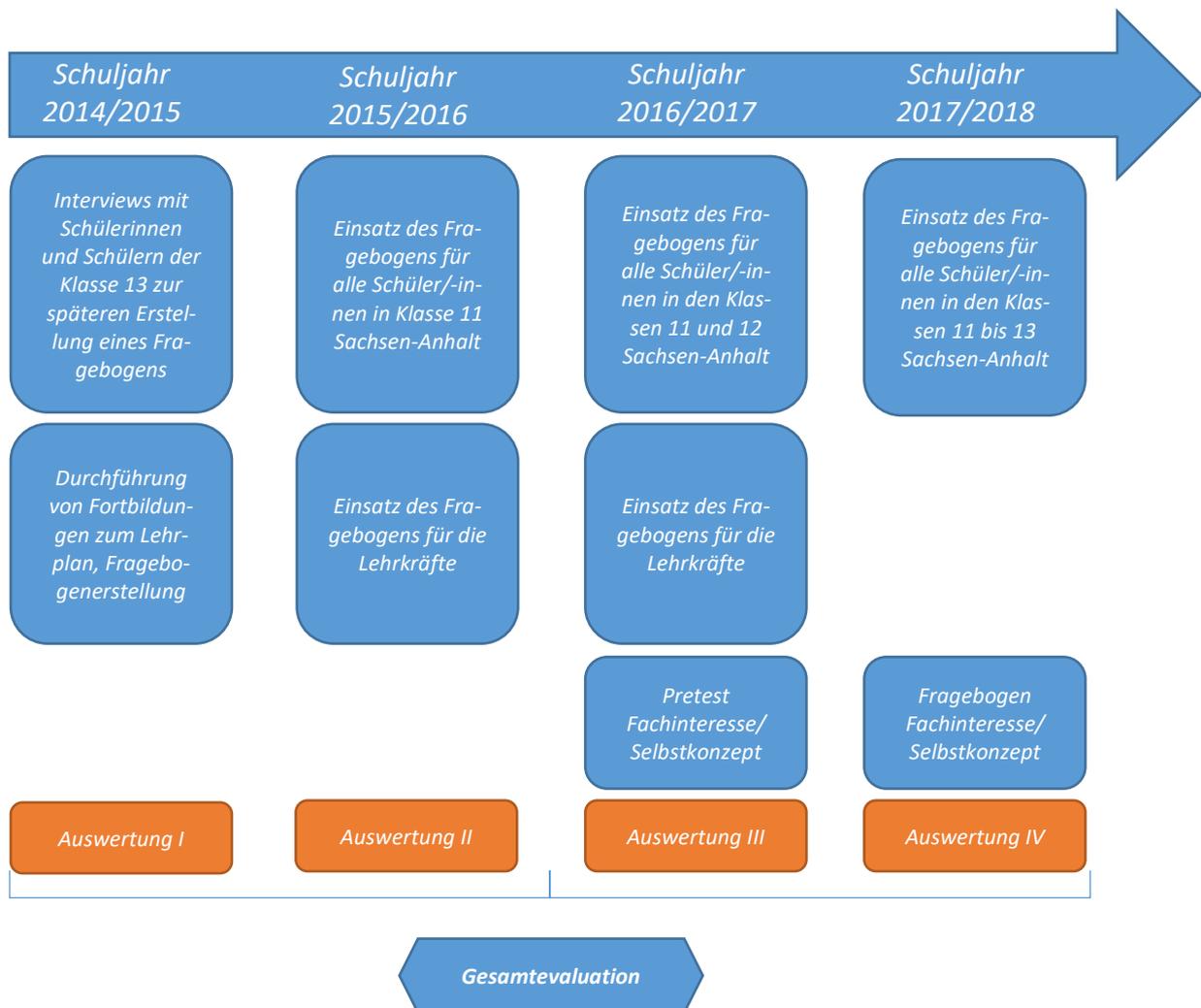


Abbildung 3: Evaluationskonzept

Nach einer qualitativen Befragung der ersten Absolventengruppe, bei der fünf von sechs der Abiturienten/-innen aus dem Schuljahrgang 13 anhand von Leitfadeninterviews aus dem Schuljahr 2015/2016 befragt wurden, zeichneten sich erste Hinweise auf die Entwicklung unterschiedlicher Einstellungen zu den ingenieurwissenschaftlichen Bezugsdisziplinen ab. Dies gab Anlass für weitere Untersuchungen hinsichtlich der bereichsspezifischen Einstellungen zu den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen.

Nach einem Pretest im Schuljahr 2016/2017 wurden im Schuljahr 2017/2018 insgesamt 231 Schülerinnen und Schüler bezüglich ihres individuellen Fachinteresses und ihres bereichsspezifischen schulischen Selbstkonzepts (Wahrnehmung eigener Leistungen und Fähigkeiten in Bezug auf Schulfächer und ingenieurwissenschaftliche Disziplinen) befragt.

2.2.2 Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen

Um die am Innovationsprojekt beteiligten Lehrkräfte auf die Anforderungen des Bildungsganges vorzubereiten und hinsichtlich Aufgabenentwicklung und curricularer Probleme zu unterstützen, wurde ein Fortbildungskonzept erstellt, welches kontinuierlich angepasst und ausgestaltet wurde.

Die Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung umfasst alle berufsbegleitenden Qualifizierungsmaßnahmen, die dem Erhalt, der Aktualisierung, der Anpassung und Weiterentwicklung der vorhandenen beruflichen Kompetenzen dienen. Sie setzt an den Kenntnissen an, die Lehrkräfte während ihrer Berufstätigkeit erwerben und unterstützt bei der Bewältigung komplexer beruflicher Herausforderungen. Einen

neuen Bildungsgang zu implementieren ist eine solche Herausforderung und bedarf der Unterstützung.

Die für das Modellprojekt entwickelte Fortbildungskonzeption wurde kontinuierlich fortgeschrieben und angepasst. Ausgehend vom Lehrplan standen deshalb die Kompetenzentwicklung im Profulfach Ingenieurwissenschaften, die Methoden ingenieurwissenschaftlichen Denkens und Handelns und das Erarbeiten „niveaubestimmender“ Aufgaben zunächst im Mittelpunkt. Dazu gehörten dann folgerichtig auch das kompetenzorientierte Bewerten und der Einsatz von Kompetenzrastern.

Die Ausgestaltung des Labor- und Projektunterrichtes auf die regionalen und schulinternen Bedingungen auszurichten war ebenfalls ein Anliegen der Fortbildungen. Gedanken- und Erfahrungsaustausch hatten hierbei einen hohen Stellenwert. Insbesondere die Einbindung in schulorganisatorische Rahmenbedingungen wurde immer wieder thematisiert.

Kontinuierlich wurden die Themen der Fortbildung auf die Anforderungen des jeweiligen Schuljahres ausgerichtet. Das stellte insofern ein Problem dar, dass es „Neulinge“ im Bildungsgang gab, aber auch Schulen, an denen sich die Schülerinnen und Schüler in der Abiturvorbereitung befanden. Eine Themenvielfalt prägte deshalb die inhaltliche Struktur, getragen durch ein hohes Engagement der beteiligten Lehrkräfte. Gemeinsam an didaktischen Jahresplanungen, Klassenarbeiten, Klausuren, Aufgabenstellungen für den Unterricht und Ideen für Laborübungen zu arbeiten, ermöglichte eine individuelle und schulspezifische Unterstützung. Gerade die Vernetzung von Fragen zu aktuellen unterrichtlichen Anforderungen mit dem zugrundeliegenden Konzept des Lehrplans führte zu Verständnis und Transparenz.

Tabelle 2 zeigt den bisherigen chronologischen Ablauf dieser Fortbildungsreihe.

Tabelle 2: Übersicht Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung

DATUM	THEMA DER FORTBILDUNG
07.01.2014	Anforderungen an die Erarbeitung niveaubestimmender Aufgaben
29.04.2014	Fachbezogene Besonderheiten der Kompetenzentwicklung und Methoden ingenieurwissenschaftlichen Denkens und Handelns
07.10.2014	Beratung über die Gestaltung der Einführungsphase sowie erste Erfahrungen der Einführung
25.11.2014	Kompetenzorientierte Bewertung unter Berücksichtigung der Anforderungsbereiche der einheitlichen Prüfungsanforderung
17.03.2015	Auswertung der Erfahrungen der Implementierung des neuen Bildungsganges; Diskussion über die Umsetzung
06.10.2015	Projektarbeiten planen, umsetzen und bewerten
17.11.2015	1. Workshop zur Erstellung kompetenzorientierter Aufgaben
25.02.2016	Weiterentwicklung der didaktischen Jahresplanungen
23.03.2016	Erste Ergebnisse zur Evaluation des Bildungsganges sowie Anforderungen an die Weiterentwicklung des Bildungsganges
27.10.2016	2. Workshop zur Erstellung kompetenzentwickelnder Aufgaben
28.02.2017	3. Workshop zur Erstellung kompetenzentwickelnder Aufgaben
08.11.2017	Gemeinsame Entwicklung Didaktischer Jahresplanungen des Bildungsganges
27.02.2018	Workshop zum Konzipieren kompetenzentwickelnder Aufgaben im Fachgymnasium Technik - Schwerpunkt Ingenieurwissenschaften

An den Veranstaltungen der Fortbildungsreihe nahmen die an der Entwicklung und Erprobung des neuen Bildungsganges beteiligten Lehrkräfte aus allen beteiligten Schulen Sachsen-Anhalts, die wissenschaftliche Begleitung, das Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung und das Ministerium für Bildung Sachsen-Anhalt teil.

2.2.3 Abiturprüfungen: Abitur mit zentralen Vorgaben

Die Abiturprüfungen haben die KMK-Grundlage Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 16.11.2006) als Basis und wurden schwerpunktgebunden, dem Strukturprinzip der Ingenieurwissenschaften folgend, fortentwickelt. Grundlegend ist somit ein komplexes technisches System oder ein komplexes technisches Experiment. Die Schülerinnen und Schüler erlernen in Klasse 12 Aspekte der Entwicklung, Produktion und Nutzung technischer Systeme und sind bis zum Abschluss der Klasse 12 mit komplexen techni-

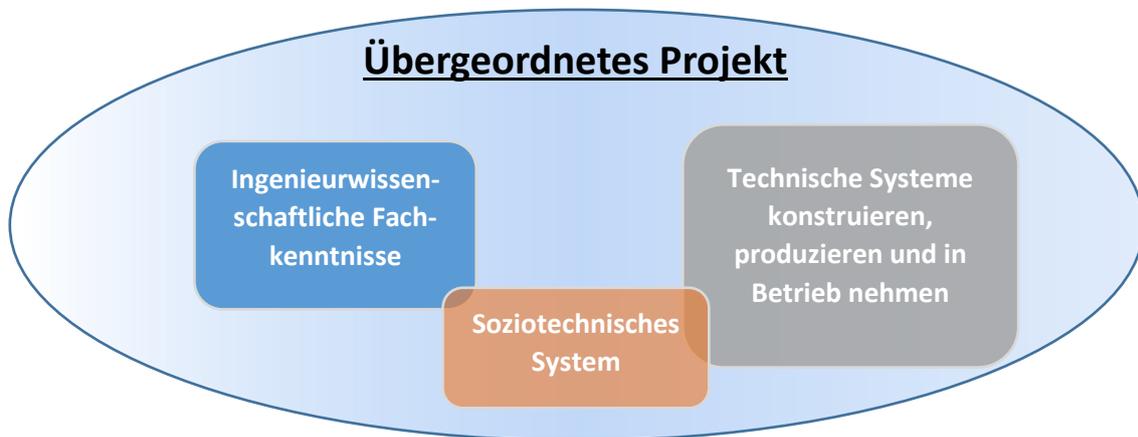


Abbildung 4: Prüfungskonzept

schen Experimenten und deren Auswertung vertraut. Hierbei werden komplexe technische Systeme in Subsysteme untergliedert, mit denen die Chance besteht, exemplarisch vertiefte Sachzusammenhänge unter Berücksichtigung der EPA-Maßgaben für das Anforderungsniveau unter Anwendung ingenieurwissenschaftlicher sowie wissenschaftspropädeutischer Methodik zu bearbeiten. Die jeweiligen Betrachtungen beziehen sich auch auf Wissensbestände, welche detailliert in Klasse 11 und vertieft in den Klassen 12 und 13 unterrichtet werden. Einhergehend mit den technischen Denk- und Handlungsprozessen, welche die Schülerinnen und Schüler nachweisen müssen, werden auch soziotechnische Betrachtungen in den Fokus genommen. Diese müssen herausgearbeitet, reflektiert und begründet werden. Eine illustrierende Aufgabe ist beigefügt.

Ausgangspunkt für die Abituraufgaben bildet ein übergeordnetes Projekt. Vorgabe zur Aufgabenerstellung war und ist ein enger Praxis- und Anwendungsbezug, auch hinsichtlich der Schnittstelle zum Studium.

Da der Bildungsgang stetig von Experimenten und Versuchen begleitet wird, um Sachverhalte zu entdecken und herzuleiten, soll zukünftig auch das technische Experiment als Themenschwerpunkt in die Abiturprüfung in den Fokus rücken. Hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler Abläufe von technischen Experimenten aufzeigen, auswerten und aus gegebenen technischen Ergebnissen Experimente und Versuche entwickeln.

2.2.4 Ergebnisse der bisherigen Abiturprüfungen

Im Rahmen der Projektlaufzeit wurden in Sachsen-Anhalt Abiturprüfungen mit zentralen Vorgaben in drei aufeinanderfolgenden Schuljahren durchgeführt. Die erste Abiturprüfung wurde nur von wenigen Schülerinnen und Schülern geschrieben und ergab einen Gesamtdurchschnitt von 6,7 Notenpunkten. Aufgrund dieses verbesserungsfähigen Ergebnisses wurden Maßnahmen abgeleitet. Diese beinhalteten neben anderen Aspekten die Implementation disziplinübergreifender Komplexaufgaben zur Abiturvorbereitung. Weiterhin wurde die Aufarbeitung der ersten Abiturprüfungen im Fortbildungskonzept aufgegriffen und entsprechende Möglichkeiten der Abiturvorbereitung diskutiert.

Hinsichtlich der einzelnen Aufgaben aus der Bau-, Elektro- und Metalltechnik ist ein weiteres Ergebnis der wissenschaftlichen Begleitung, dass die Interdisziplinarität optimierbar ist. Das Grundkonzept des Lehrplans „Entwickeln, konstruieren, produzieren und in Betrieb nehmen von technischen Systemen“ (Themenschwerpunkt Schuljahrgang 12) sollte verstärkter im wechselseitigen Bezug zum soziotechnischen System (Themenschwerpunkt Schuljahrgang 13) stehen.

Die zweite Abiturprüfung wurde im Schuljahr 2016/2017 an zwei Standorten geschrieben und insgesamt von 26 Schülerinnen und Schülern absolviert. Der Gesamtdurchschnitt verbesserte sich allerdings im Vergleich zum Vorjahr kaum. Gespräche mit beteiligten Lehrkräften sowie mit Schülerinnen und Schülern ergaben, dass diese als Grundproblem die Umsetzung des Bildungsganges im Unterricht einschätzten. Die Schülerinnen und Schüler lernen oftmals in den einzelnen Fachdisziplinen und erfahren zu wenig disziplinübergreifenden Kontext. Dieses Problem wurde in den Fortbildungsreihen aufgegriffen und es wurden übergreifende Projektaufgaben entwickelt, um den Schülerinnen und Schülern den Zugang zum Fach Ingenieurwissenschaften zu erleichtern. Weitere Probleme bildeten das Aufgabenverständnis und Zeitmanagement. Diese Problemsicht bildet einen Ausgangspunkt für die Unterrichtsarbeit, die Begleitmaterialien und die Leistungskontrollen sowie die Abiturvorbereitung.

Die dritte Abiturprüfung wurde im Schuljahr 2017/2018 von 30 Schülerinnen und Schülern absolviert. Der Gesamtdurchschnitt lag wieder annähernd konstant bei 6,75 Notenpunkten und war damit auch hier verbesserungsfähig. Mit Blick auf die bearbeiteten Aufgaben wurde schnell festgestellt, dass die Aufgabenteile, die sich auf die Fachdisziplin Elektrotechnik beziehen, von den meisten Schülerinnen und Schülern nicht oder nur unzureichend bearbeitet wurden. Dieses grundlegende Problem wurde von der Lehrplankommission aufgegriffen und in den Fortbildungsreihen besprochen, um bessere Zugänge für die Schülerinnen und Schüler zu schaffen.

2.2.5 Begleitende Untersuchungen durch Bachelor- und Masterarbeiten

Die Universität Magdeburg, vertreten durch Prof. Dr. Klaus Jenewein, bietet Studierenden der Fakultät für Humanwissenschaften die Möglichkeit, ihre Bachelor- und Masterarbeiten mit inhaltlichem Bezug auf den Bildungsgang Ingenieurwissenschaften zu verfassen. Die wissenschaftliche Begleitung unterstützt die Studierenden bei der Themenfindung und übernimmt die Betreuung der Arbeiten bis hin zur Verteidigung. Hierbei ist das Ziel der wissenschaftlichen Begleitung, die Zahl der Untersuchungen im Bildungsgang zu erhöhen und mit vielfältigen Erkenntnissen und Rückmeldungen dessen Qualität weiter zu steigern. Im Zuge der Kooperation mit Nordrhein-Westfalen hat die wissenschaftliche Begleitung ihre Unterstützung auch bei Arbeiten angeboten, die an dortigen Hochschulen zu diesem Thema geschrieben werden.

Im Rahmen dieser Betreuung sind in Magdeburg eine Bachelorarbeit, fünf Masterarbeiten und in Paderborn eine weitere Masterarbeit entstanden, die für die Projektforschung interessante Ergebnisse hervorgebracht haben. Die genauen Titel der betreuten Arbeiten können im Anhang 6.5 eingesehen werden.

2.3 Transfermaßnahmen in Bezug auf länderspezifische und länderübergreifende Ergebnisse

Im Rahmen des Innovationsprojektes wurden gemeinsam vom Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen und der wissenschaftlichen Begleitung drei mehrtägige Fachtagungen realisiert. Die erste Fachtagung fand am 3. und 4. November 2015 in Düsseldorf bzw. Neuss statt. Schwerpunkt war die Darstellung der Entwicklungen des Bildungsganges in beiden Bundesländern und deren Diskussion mit Mitgliedern der Ministerien, Bezirksregierungen, Lehrkräften aus den Projektschulen sowie von Hochschulen und des VDI. Im Rahmen von Workshops wurden neue kompetenzorientierte Aufgaben entwickelt und die

Weiterarbeit an den Lehrplänen der Länder unterstützt. An der Fachtagung nahmen auch Lehrkräfte und Vertreter/-innen des Bildungsensors der Freien und Hansestadt Hamburg teil.

Die zweite Fachtagung fand am 29. und 30. Juni 2016 in Magdeburg statt. Auch hier waren Vertreterinnen und Vertreter aus beiden Ländern und aus Hamburg sowie zahlreiche Lehrkräfte vertreten. Der erste Tagungstag diente dazu, die Entwicklungen des Bildungsganges und die ersten Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung darzustellen und im Plenum zu diskutieren. Zudem gab es eine Podiumsdiskussion, die die unterrichtliche Umsetzung in den einzelnen Schulen in Sachsen-Anhalt sowie in Nordrhein-Westfalen thematisierte. Ergebnis war ein Gesamtüberblick zur Umsetzung des neuen Bildungsganges. Der zweite Tag bot die Möglichkeit, im Rahmen von Workshops an der Aufgabenentwicklung zusammenzuarbeiten, für die Implementation des Bildungsganges an den Schulstandorten neue innovative didaktische Jahresplanungen zu entwickeln und Erfahrungen im Umgang mit Operatoren in der Abiturprüfung aufzugreifen.

Die letzte Fachtagung wurde am 14. und 15. November 2017 in Hamburg realisiert. Ziel dieser Fachtagung war es, die Umsetzungsvoraussetzungen und Schwierigkeiten bei der Realisierung des Bildungsganges zu diskutieren. Umgesetzt wurden diese Diskussionsrunden, wie bereits in Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt, durch Workshops, zu denen sich die Teilnehmer/-innen anmelden konnten. Diese Diskussionen waren an dieser Stelle sehr wichtig, da das Land Hamburg im Schuljahr 2016/17 selbst mit dem Bildungsgang begonnen hat und zum Schuljahr 2017/18 mit den ersten Klassen in die Qualifikationsphase eingestiegen ist. Auf diesem Wege konnten frühzeitig Erfahrungen der beiden anderen Länder aufgegriffen werden. Weiterhin wurden didaktische Konzepte und Unterrichtsinhalte diskutiert und weiter ausgearbeitet. Die Lehrerinnen und Lehrer aus Hamburg hatten so die Möglichkeit, ihre geplanten Inhalte vorzustellen und von Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Workshops hinterfragen zu lassen.

2.4 Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit teilte sich im Laufe des Innovationsprojektes auf mehrere Akteure auf. Wichtige Akteure zur Publizierung des Bildungsganges sind und waren die Schulen selbst. Es gab im Projekt diverse Ansätze zur Information über den Bildungsgang. Zum einen fanden an den Schulen Tage der offenen Tür statt, die es Interessenten erlaubten, Einblick in die Bildungsgänge der Schulen zu nehmen. An diesen Tagen wurde speziell auf den neuen Bildungsgang mit seinen Besonderheiten hingewiesen. Ein weiterer Ansatz war die Bekanntmachung über die öffentlichen Medien wie beispielsweise Zeitungen. Die Schulen, beispielsweise die Berufsbildenden Schulen „Otto-von-Guericke“, führten gezielt Projekte und Praktika durch und kommunizierten dies in Zeitungen. So konnte auch eine Außenwirkung mit Bekanntheitsgrad erzielt werden.

Kontinuierliche Publikationen in einschlägigen Fachzeitschriften und Buchbeiträgen sicherten Informationen zum Innovationsprojekt und seiner Konzeption auch über die Landesgrenze Sachsen-Anhalts hinaus. Sowohl Wissenschaftler, Bildungsadministratoren und Lehrkräfte konnten so erreicht werden. Zudem wurde das Projekt im Rahmen von Konferenzbeiträgen unterschiedlichen Akteuren beruflicher und hochschulischer Bildung vorgestellt und diskutiert (siehe Anhang 6.6).

Die öffentliche Wahrnehmung wurde auch durch die direkte Einbindung des Ministeriums für Bildung gestärkt. 2015 führten die beteiligten Schulen eine Beratung mit dem Minister für Bildung durch, in der Schülerinnen und Schüler über ihre Motivation und die Ergebnisse im Bildungsgang informierten. 2016 eröffnete der Minister für Bildung die länderübergreifende Fachtagung in Magdeburg. Insbesondere Tagungen und Veröffentlichungen ermöglichten einer breiten Öffentlichkeit Zugang zu Informationen zum Bildungsgang. Die Hochschultage Beruflicher Bildung boten einer interessierten Zuhörerschaft aus Schule und Hochschule erste Einblicke und Transferchancen.

3 Ergebnisse des Innovationsprojektes

3.1 Erläuterung der Zielstellung des Innovationsprojektes

3.1.1 Ermittlung der Bildungsinhalte und der zu erreichenden Kompetenzen

Der Bildungsgang Ingenieurwissenschaften ist spiralcurricular aufgebaut und folgt einer gestuften Kompetenzentwicklung über drei Schuljahre.

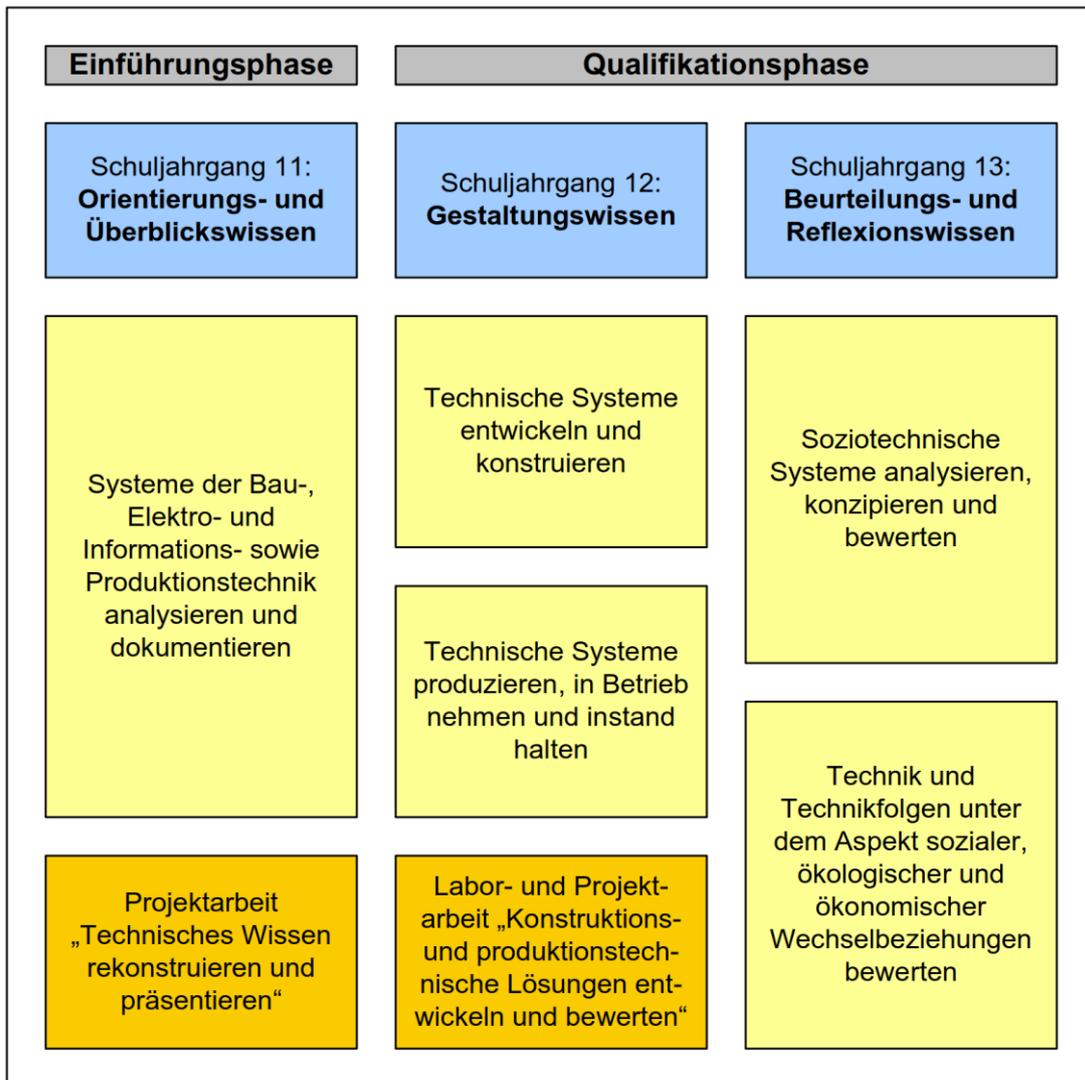


Abbildung 5: Inhalte der Einführungs- und Qualifikationsphase

In der Einführungsphase wird im Bildungsgang ein Orientierungs- und Überblickswissen vermittelt. Dieses Wissen beinhaltet grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände, die das Fundament für alle weiteren Betrachtungen der kommenden Schuljahre darstellen. Herausgebildet werden insbesondere Fach- und Methodenkompetenzen, welche die Schülerinnen und Schüler benötigen, um ingenieurwissenschaftliche Betrachtungen durchführen zu können. Beispielsweise wenden sie mathematische, physikalische und chemische Kenntnisse und Methoden auf technikwissenschaftliche Problemstellungen an, sie ermitteln elektrotechnische Grundlagen experimentell und erklären die Zusammenhänge bautechnischer Systeme. Dabei setzen sie Informationsquellen für Dokumentationen und Präsentationen ein und wenden die Methode des technischen Experimentes für Prozesse der Theoriebildung in den unterschiedlichen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen an.

Die Qualifikationsphase beginnt mit dem Schuljahrgang 12. Der Fokus des Bildungsganges liegt in diesem Schuljahrgang auf dem Gestaltungswissen. Die Schülerinnen und Schüler wenden in diesem Schuljahrgang die grundlegenden Wissensbestände aus der Einführungsphase und die erworbenen Kompetenzen an, um technische Systeme zu entwickeln und zu konstruieren. Im zweiten Schulhalbjahr werden die technischen Systeme produziert, in Betrieb genommen und instand gehalten. Weiterhin werden grundlegende Wissensbestände aufgebaut und die Methodenkompetenz gefördert. Die Schülerinnen und Schüler erfassen technische Systeme nach funktionellen und strukturellen Merkmalen und ordnen diesen Hauptfunktionen zu. Sie analysieren ausgewählte technische Systeme vergleichend hinsichtlich der konstruktiven Lösungen und bewerten deren Funktionalität. Dazu nutzen sie Informationsquellen wie technische Unterlagen, erschließen sich die Inhalte selbst und wenden diese an. Sie bauen die erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten des Entwickelns, Entwerfens und Konstruierens methodensystematisch aus und wenden ihr Wissen auf einfache technische Fragestellungen an. Die Grundlage dieser Betrachtungen stellt immer die Entwicklung einer Lösungsstrategie dar.

Der Schuljahrgang 13 hat seinen Fokus auf dem Beurteilungs- und Reflektionswissen. In diesem Schuljahrgang werden die zu vermittelnden Wissensbestände in den Zusammenhang mit dem Modell des soziotechnischen Systems gestellt. Die Schülerinnen und Schüler analysieren, konzipieren und bewerten soziotechnische Systeme. Abschließend bewerten sie Technik und schätzen die Technikfolgen ab. Zur Umsetzung des Schuljahrgangs 13 erfassen die Schülerinnen und Schüler das soziotechnische System als Modell zur Beschreibung des Zusammenwirkens von technischen Sachsystemen und menschlichem Handeln. Sie analysieren dabei exemplarisch Systeme oder Subsysteme. Zur Beurteilung und späteren Folgenabschätzung wenden sie technikwissenschaftliche Untersuchungsmethoden an und übertragen diese auf neue Fragestellungen und Probleme.

Der Bildungsgang ist zudem mit Labor- und Projektarbeitsphasen unternetzt, um die ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen weiter zu fördern. Die Schülerinnen und Schüler wenden hier die Methode des technischen Experimentes an, um ingenieurwissenschaftliche Inhalte aufzuarbeiten, zu verinnerlichen, auf andere Problemstellungen zu übertragen und die Problemlösungsstrategie zu reflektieren. Sie dokumentieren dabei ihre Ergebnisse und werten diese fachgerecht aus.

Die von den Schulen entwickelten Projekte führten zu Kooperationen mit Hochschulen und Betrieben der Region, beispielsweise im Fall der Berufsbildenden Schulen „Otto-von-Guericke“ Magdeburg mit der „Otto-von-Guericke-Universität“ Magdeburg. Exkursionen und Erkundungen in Betrieben mit integrierten Laborübungen schärfen das Blickfeld der Lernenden für technische Anforderungen in der Praxis.

3.1.2 Erarbeitung des Lehrplans und didaktischer Konzepte für die Umsetzung des Bildungsganges

Im Innovationsprojekt wurden Arbeitsgruppen gebildet, die sich mit verschiedenen Aspekten des Bildungsganges beschäftigten. Hierzu gehörten beispielsweise die Überarbeitung des Lehrplans und die Entwicklung einer neuen Operatorenliste (siehe Anhang 6.3), abgestimmt auf die Gegebenheiten des Bildungsganges.

Der ursprüngliche Lehrplan wurde von einem Lehrkräfteteam im Jahr 2012 entwickelt und trat zum Schuljahr 2013/2014 in Kraft. Da Sachsen-Anhalt das erste Bundesland mit dem Bildungsgang Ingenieurwissenschaften war, gab es keinerlei Erfahrungen für die Erarbeitung und Umsetzung eines solchen Plans. Aus diesem Grund wurden im Laufe des Innovationsprojektes diverse Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt, die sich kritisch mit den Kompetenzen und Fachinhalten des Lehrplans auseinandersetzten. Beteiligt waren alle Kolleginnen und Kollegen, die im Bildungsgang Ingenieurwissenschaften tätig sind. Der kritischen Betrachtung des Lehrplans liegen zudem Schülerinnen- und Schülerbefragungen zugrunde, die gezielt nach dem Verständnis der Inhalte und der daraus resultierenden Akzeptanz

des Bildungsganges fragten. Das Ergebnis dieses Prozesses ist eine im Rahmen des Modellprojekts unter Berücksichtigung der Anregungen aus der Unterrichtspraxis und den im Prozess vorgelegten Evaluationsergebnissen entwickelte Fortschreibung des Lehrplans. Änderungen umfassen fachliche Inhalte sowie die Anpassung von Kompetenzen. Die hieraus entstandenen Empfehlungen für eine Weiterentwicklung des Curriculums wurden in den Lehrplan eingearbeitet und werden in der aktuellen Entwurfsfassung im Anhang 6.1 mit der Empfehlung beigelegt, den Unterricht auf dieser Grundlage zu gestalten und die vorgenommenen Änderungen bei der nächsten Lehrplanrevision in Kraft zu setzen.

3.2 Untersuchungsergebnisse

3.2.1 Schülerinnen- und Schülerbefragung

Im Kontext der Begleituntersuchung zum Bildungsgang wurden zwei verschiedene Schülerinnen- und Schülerfragebögen eingesetzt. Fragebogen A erfasst die Wahrnehmung des Bildungsganges aus Sicht der Schülerinnen und Schüler. Kernthemen sind das Interesse an Technik, die Zukunftsorientierung der Schülerinnen und Schüler und ein allgemeines Fazit über den Bildungsgang. Im Rahmen des Fragebogens B wurden das Fachinteresse und das bereichsspezifische Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler betrachtet. Grafische Darstellungen zu den Ergebnissen des Fragebogens A können im Anhang 6.7 eingesehen werden.

In Bezug auf die eingesetzte Forschungsmethodik ist besonders auf die Auswertungsmethodik hinzuweisen: Ergebnisse der Schuljahrgänge 11, 12 und 13 werden im Sinne einer Querschnittsstudie vergleichend interpretiert. Dies ermöglicht einerseits Hinweise auf Entwicklungen, die sich über die Teilnahme am Bildungsgang ergeben, beispielsweise hinsichtlich der Frage, wie sich Erwartungen von neu anfangenden Schülerinnen und Schülern des Schuljahrgangs 11 über den Schulbesuch in der 12. und 13. Klasse weiterentwickeln. Gleichzeitig muss jedoch bedacht werden, dass durch den Neuaufbau des Bildungsganges und die Jahr für Jahr neu hinzugekommenen Standorte Verzerrungen nicht ausgeschlossen werden können, da an den Befragungen im Schuljahrgang 11 mehr Standorte beteiligt waren als in den höheren Klassen, die zum Befragungszeitpunkt noch nicht an allen Standorten aufgebaut worden waren. Aus diesem Grund sind auch die Teilstichproben für die Schuljahrgänge 12 und 13 bei allen Befragungen abnehmend. Eine diesbezüglich zurückhaltende Ergebnisinterpretation ist daher geboten.

Ergebnisse Fragebogen A

Im Schuljahr 2016/2017 wurde eine Schülerinnen- und Schülerbefragung durchgeführt. Hieran nahmen 75 Schülerinnen und Schüler der Schuljahrgänge 11, 12 und 13 einzelner Projektschulen teil.

Der erste Themenblock der Befragung widmet sich dem Interesse an Technik und am technischen Bildungsgang. Die überwiegende Mehrheit (95 %) der Teilnehmenden am Bildungsgang hat bereits vor dessen Beginn ein Grundinteresse an Technik und bestätigt dessen Stärkung durch den Unterricht (76 %). Dieses Ergebnis spricht für den Bildungsgang und seinen Aufbau. Jedoch nehmen mit 70 % nicht alle der befragten Schülerinnen und Schüler den disziplinverbindenden Aufbau des Faches Ingenieurwissenschaften wahr und nur die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler geben an, ingenieurtypische Arbeitsweisen und Methoden kennenzulernen. Dies ist vermutlich dem im Vergleich zu den anderen einbezogenen Bundesländern geringen inhaltlichen Umfang des Faches Ingenieurwissenschaften und der daraus resultierenden Umsetzung durch die unterrichtenden Lehrkräfte geschuldet.

Die Zukunftsorientierung der Schülerinnen und Schüler wird im zweiten Fragenblock thematisiert. Nach Abschluss des Bildungsganges trauen sich knapp 70 % ein ingenieurwissenschaftliches Studium und 64 % eine technische betriebliche Berufsausbildung zu. Während sich das Informationsverhalten über eine technische betriebliche Berufsausbildung im Vergleich zwischen dem 11. und 13. Schuljahr-

gang nicht signifikant unterscheidet, zeigt sich, dass sich mehr Schülerinnen und Schüler des 13. Schuljahrgangs über ein ingenieurwissenschaftliches Studium informieren, als dies bereits in der 11. Klasse der Fall ist. Dieses Ergebnis ist mit Blick auf den Übergang zwischen Bildungsgang und Studium, welcher für die Schülerinnen und Schüler der 11. Klasse zeitlich weiter entfernt ist, zu erwarten.

Im dritten Themenblock geben die Schülerinnen und Schüler eine Gesamteinschätzung zum Bildungsgang ab. 70 % der Schülerinnen und Schüler geben an, dass ihre Erwartungen erfüllt werden. Eine differenzierte Betrachtung der Schuljahrgänge zeigt, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler, welche ihre Erwartungen als erfüllt ansehen, mit steigendem Schuljahrgang sinkt. Ein möglicher Grund hierfür könnte in der stetigen Weiterentwicklung des Bildungsganges liegen, welche zu einer höheren Zufriedenheit bei neuen Schülerinnen und Schülern führt. Insgesamt nehmen die Schülerinnen und Schüler den Bildungsgang als Unterstützung für ein späteres technisches Studium (77 %), für eine spätere betriebliche Ausbildung (71%) sowie teilweise auch als Unterstützung auf ein nichttechnisches Studium (61%) wahr. Dies spiegelt eine positive Entwicklung des Bildungsganges und der Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihrer Kompetenzentwicklung wider.

Ergebnisse Fragebogen B

Der Fragebogen B wurde auf der Grundlage getesteter Instrumente entwickelt, um Aussagen zur Entwicklung des fachlichen Interesses und des Selbstkonzepts der Schülerinnen und Schüler erheben zu können. Über den generalisierenden Blick auf die Ingenieurwissenschaften insgesamt werden hier differenzierte Sichtweisen mit Bezug auf ingenieurwissenschaftliche Einzeldisziplinen erhoben. Auch hier werden die Ergebnisse der Schuljahrgänge 11, 12 und 13 im Sinne einer Querschnittsstudie vergleichend interpretiert, um auf Entwicklungen über den Verlauf des Bildungsganges schließen zu können.

Das gemessene Interessenkonstrukt bezieht sich auf die Konstruktion der POI-Theorie² und nutzt eine 5-stufige Likert-Skala (1=“keine Zustimmung“ bis 5=“Zustimmung“; Skalenmittelpunkt: 3,00). Das Modell des schulischen (akademischen) Selbstkonzepts geht aus den Arbeiten von Shavelson et al. (1976)³ und Marsh et al. (1988)⁴ hervor. Selbstkonzepte haben sich als besonders gute Prädiktoren von individuellen akademischen und beruflichen Schwerpunktsetzungen herausgestellt (vgl. Möller & Trautwein 2015, S. 194)⁵. Die Förderung eines adäquaten und positiven Selbstkonzeptes in verschiedenen Bereichen kann somit als zentrales Ziel pädagogischer Bemühungen gelten und trägt damit insbesondere zur Berufs- und Studienorientierung bei (vgl. Möller & Trautwein 2015, S. 196).

Die Erfassung des Selbstkonzeptes in den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen erfolgt über einen adaptierten standardisierten Fragebogen nach Rost et al. (2007)⁶. Hierfür werden für die Teilbereiche der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen Bautechnik, Elektrotechnik und Metalltechnik je acht Items mithilfe einer 6-stufigen Likert Skala (1=“trifft gar nicht zu“ bis 6=“trifft genau zu“) erhoben.

² SCHIEFELE, H.; PRENZEL, M.; KRAPP, A.; HEILAND, A.; KASTEN, H. (1983): Zur Konzeption einer pädagogischen Theorie des Interesses. München: Universität, Institut für Empirische Pädagogik, Pädagogische Psychologie und Bildungsforschung.

³ SHAVELSON, RICHARD J.; HUBNER, JUDITH J.; STANTON, GEORGE C. (1976): Self-Concept. Validation of Construct Interpretations. In: *Review of Educational Research* 46 (3), S. 407–441.

⁴ MARSH, HERBERT; BYRNE, BARBARA; SHAVELSON, RICHARD (1988): A multifaceted academic self-concept. Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. In: *Journal of educational psychology* 80 (3), S. 366–380.

⁵ MÖLLER, JENS; TRAUTWEIN, ULRICH (2015): Selbstkonzept. In: Wild, Elke; Möller, Jens (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch), S. 177–199.

⁶ ROST, D. H.; SPARFELD, J. R.; SCHILLING S. R. (2007): Differentielles schulisches Selbstkonzept-Gitter mit Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten. Hogrefe: Göttingen u. a..

Bezüglich des Fachinteresses zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler am stärksten an der Bautechnik interessiert sind. Während die Disziplinen Bau- und Metalltechnik in ihren Mittelwerten (Bautechnik: 3,43; Metalltechnik: 3,13) über dem Skalenmittelpunkt von 3,00 liegen, fällt die Elektrotechnik mit 2,96 unterhalb dieses Wertes. Der Mittelwertvergleich ergibt hierbei signifikante Unterschiede zwischen Bau- und Metalltechnik sowie zwischen Bau- und Elektrotechnik (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Fachinteresse als Mittelwert über alle Schuljahrgänge

	Bautechnik	Metalltechnik	Elektrotechnik
Mittelwert Fachinteresse	3,43	3,13	2,96

Eine Betrachtung der Mittelwerte im individuellen Fachinteresse (siehe Abbildung 6) über die Schuljahrgänge zeigt einen kontinuierlichen Anstieg des Fachinteresses bezüglich der Metalltechnik. Auch in der Bautechnik weisen die Schülerinnen und Schüler der 12. Klasse ein höheres Fachinteresse im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern der 11. Klasse auf. Im Vergleich zur 12. Klasse sinkt das Fachinteresse in der 13. Klasse leicht und liegt dabei marginal höher als im Schuljahrgang 11. Das Fachinteresse an der Elektrotechnik liegt in allen drei Schuljahrgängen unter den Werten der Metall- und Bautechnik. Während das Fachinteresse an der Elektrotechnik in Klasse 12 mit 2,83 den schlechtesten Wert annimmt, steigt dieser in der 13. Klasse auf 3,18 und liegt knapp über dem Skalenmittelpunkt. Markant ist vor allem die deutliche Abnahme des Interesses an Elektrotechnik zwischen den Schuljahrgängen 11 und 12, für die sich die Frage nach den Ursachen und möglicher darauf bezogener Maßnahmen stellt.

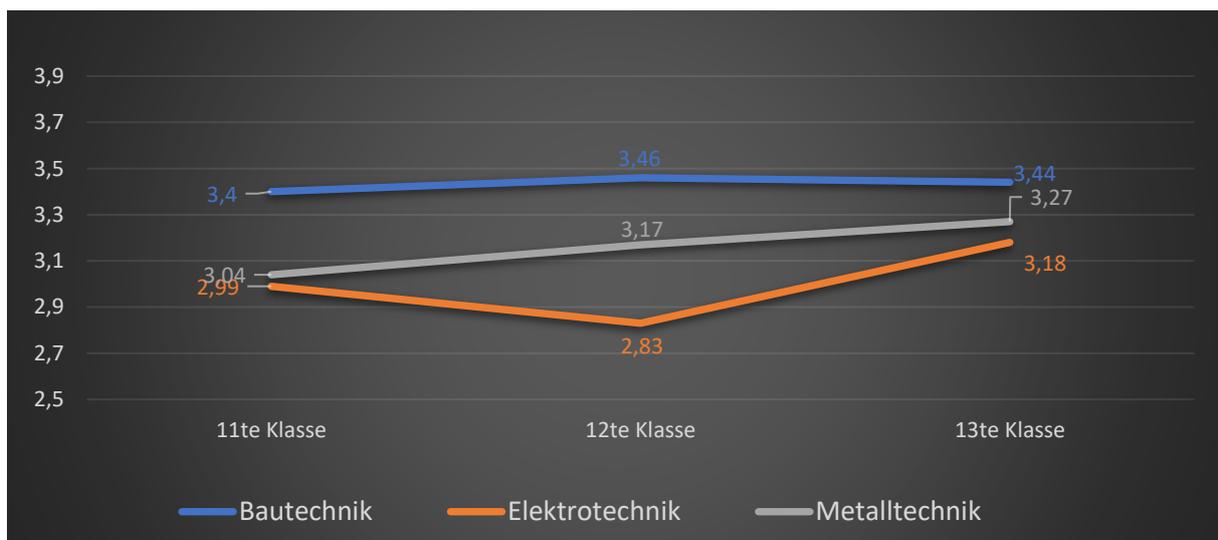


Abbildung 6: Vergleich Fachinteresse über alle Schuljahrgänge (N=227, Skalenmittelpunkt=3,00)

Die Auswertung nach geschlechtsspezifischen Interessenunterschieden zeigt ein höheres Interesse der Schüler an Elektro- und Metalltechnik, wobei die Schülerinnen im Vergleich zu ihren männlichen Mitschülern ein höheres Interesse bezüglich der Bautechnik aufweisen (siehe Tabelle 4). Dennoch sind die beschriebenen Unterschiede im fachlichen Interesse zugunsten Bau- und zulasten Elektrotechnik auch bei den männlichen Schülern vorhanden.

Tabelle 4: Geschlechtsspezifischer Interessenunterschied

	Anzahl	Bautechnik	Metalltechnik	Elektrotechnik
weiblich	46	3,58	3,07	2,84
männlich	181	3,40	3,16	3,00

Die Ergebnisse zum schulischen Selbstkonzept zeigen bezüglich der Mittelwerte über alle Schuljahrgänge (siehe Tabelle 5), dass die Schülerinnen und Schüler in der Bautechnik das stärkste (3,79) und in

der Elektrotechnik das geringste Selbstkonzept (3,09) aufweisen. Dabei liegen der erreichte Mittelwert der Bautechnik über dem theoretischen Skalenmittelpunkt von 3,50, die Metalltechnik darauf und die Elektrotechnik unterhalb dieses Punktes.

Tabelle 5: Selbstkonzept als Mittelwert über alle Schuljahrgänge (N=227)

	Bautechnik	Metalltechnik	Elektrotechnik
Mittelwert Selbstkonzept	3,79	3,46	3,09

Eine Differenzierung nach Schuljahrgängen (siehe Abbildung 7) zeigt, dass die Mittelwerte der Bau- und Metalltechnik von der Klasse 11 im Vergleich zur Klasse 12 steigen (Bautechnik von 3,78 auf 3,85; Metalltechnik von 3,37 auf 3,54). Im Schuljahrgang 13 sinken diese Werte wieder annähernd auf den Wert in der Klasse 11. Einen abweichenden Verlauf zeigt das Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler bezüglich der Elektrotechnik. Hier sinkt der Mittelwert von der 11. zur 12. Klasse (von 3,15 auf 2,92). Dafür steigt das Selbstkonzept im 13. Schuljahrgang auf einen Wert von 3,32, welcher somit oberhalb des Ausgangswertes der Klasse 11 liegt. Insgesamt liegt das Selbstkonzept bezogen auf die Elektrotechnik jedoch in allen Schuljahrgängen unterhalb der Werte in den Disziplinen Bau- und Metalltechnik. Global gesehen bewegen sich die Mittelwertunterschiede sowohl innerhalb der Disziplinen als auch über die Schuljahrgänge hinweg auf einem moderaten Niveau.

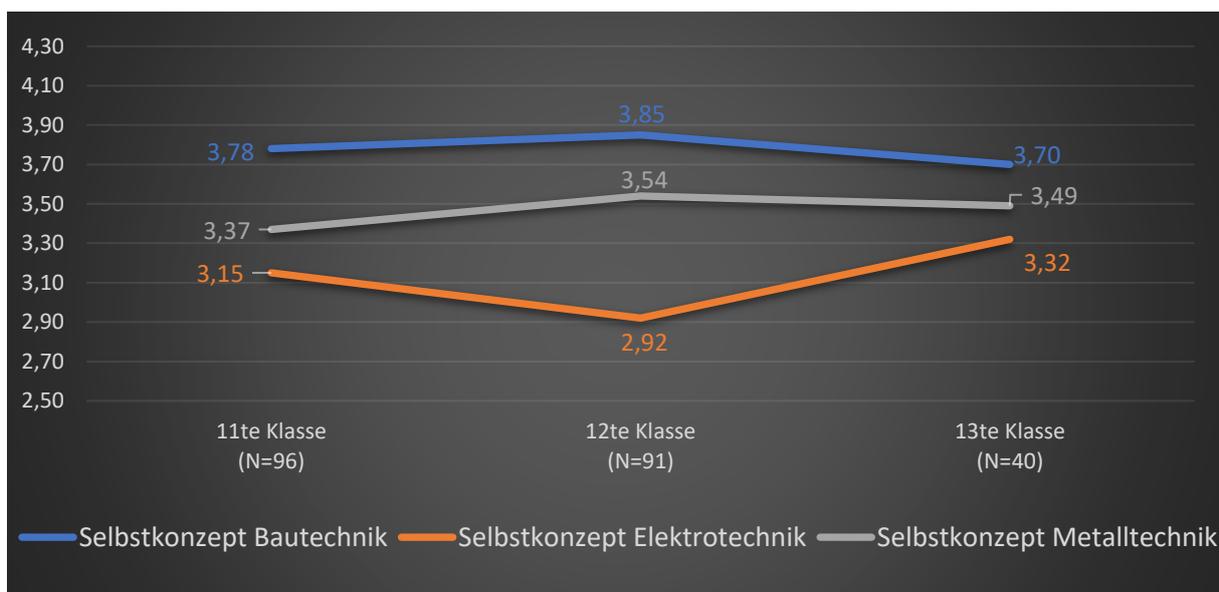


Abbildung 7: Vergleich Selbstkonzepte über alle Schuljahrgänge

Von besonderem Interesse ist angesichts des breiten gesellschaftlichen Diskurses um die Förderung des naturwissenschaftlich-technischen Interesses von jungen Frauen die vergleichende Analyse der Selbstkonzepte von Schülerinnen und Schülern. Besonders interessant ist der Effekt (siehe Abbildung 8), dass das Selbstkonzept der Schülerinnen in der Klasse 12 im Vergleich zur Klasse 11 erheblich steigt und zu diesem Zeitpunkt in allen Disziplinen über dem Selbstkonzept der Schüler steht. In Klasse 13 besteht wiederum ein starker Rückgang, als dessen Ergebnis wiederum ein geringeres Selbstkonzept der Schülerinnen im Vergleich zu ihren männlichen Mitschülern vorliegt. Während das Selbstkonzept der Schülerinnen abschließend in der Bautechnik auf einem ähnlichen Niveau liegt, weisen die Schüler in der Elektro- und Metalltechnik zum Ende des Bildungsganges ein deutlich höheres Selbstkonzept auf. Kein Unterschied besteht hingegen in der Tatsache, dass das Selbstkonzept in der Bautechnik sowohl bei den Schülerinnen als auch bei den Schülern am höchsten ausgeprägt ist. Es folgen Metalltechnik und anschließend die Elektrotechnik, für die untersuchten Schülerinnen allerdings mit deutlichem Abstand zur Bautechnik.

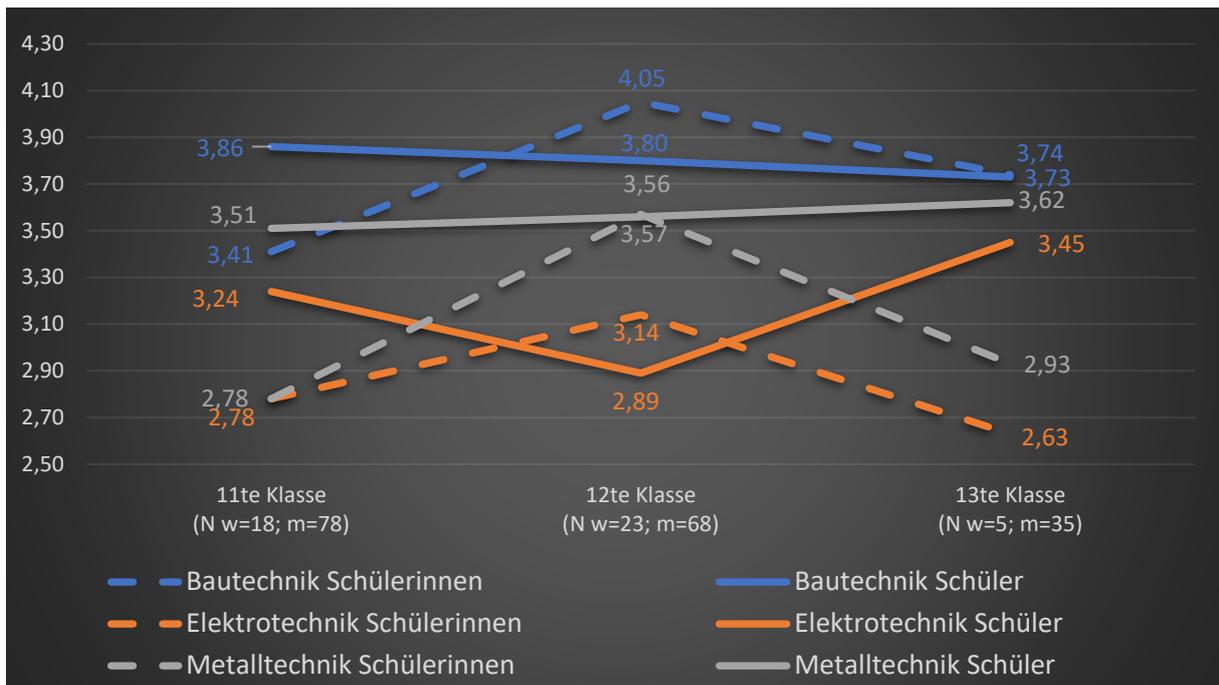


Abbildung 8: Vergleich Selbstkonzepte zwischen Schülerinnen und Schülern

Die Werte der Bau-, Elektro- und Metalltechnikselbstkonzepte lassen sich zu einem ingenieurwissenschaftlichen Selbstkonzept zusammenfassen (siehe Abbildung 9). Besonders bei den Schülerinnen der 12. Klasse wächst dieses im Vergleich zur 11. Klasse besonders an. Während das ingenieurwissenschaftliche Selbstkonzept bei den Schülern leicht sinkt, nimmt es im 13. Schuljahrgang einen Wert an, welcher über dem Wert der 11. Klasse liegt.

Insgesamt trägt der Bildungsgang zu einer positiven Entwicklung eines ingenieurwissenschaftlichen Selbstkonzepts sowie innerhalb der einzelnen Disziplinen bei. Über die Gründe der sinkenden Werte im 13. Schuljahrgang sowohl in den einzelnen Disziplinen als auch im Selbstkonzept der Ingenieurwissenschaften liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor. Durch eine weitere Erhebung könnte abgesichert werden, ob es sich hierbei um ein Phänomen des Bildungsganges handelt oder die kleine Stichprobe der 13. Klasse das Ergebnis verzerrt.

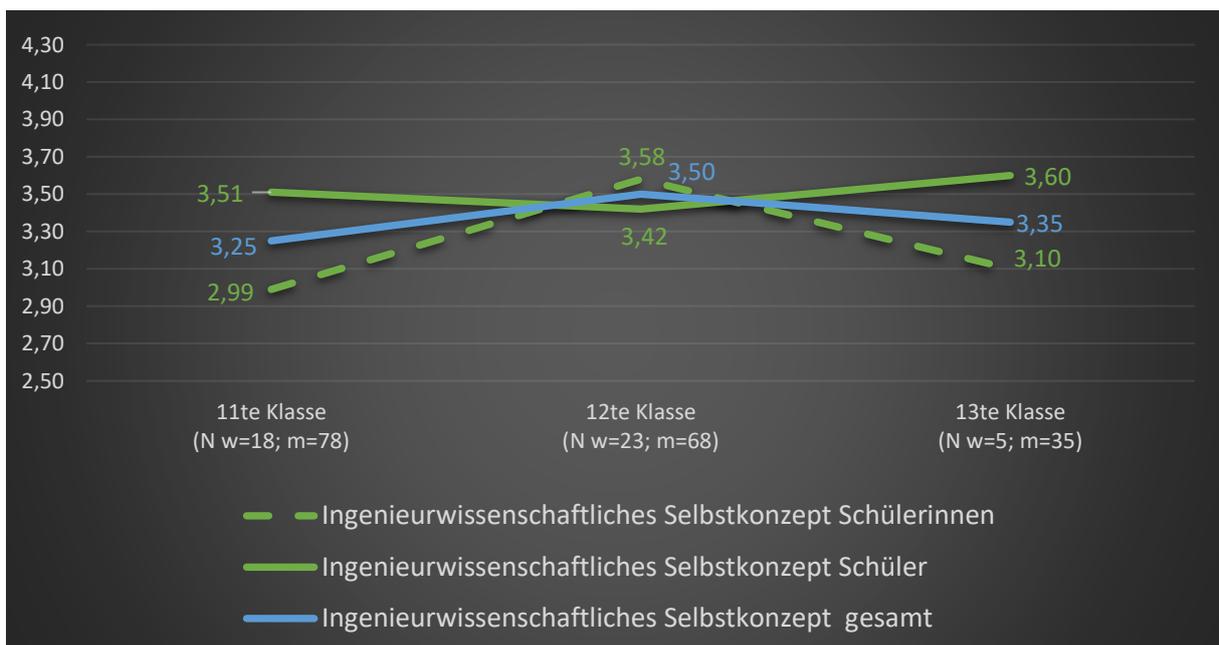


Abbildung 9: Ingenieurwissenschaftliches Selbstkonzept

Des Weiteren besteht ein Zusammenhang zwischen den Selbstkonzepten der einzelnen Disziplinen und der Studiengangsneigung (siehe Tabelle 6). Schülerinnen und Schüler mit einem ausgeprägten Selbstkonzept in Bau-, Elektro- oder Metalltechnik zeigen auch eine entsprechende Studiengangsneigung in der jeweiligen Disziplin auf. Dieses Ergebnis deutet auf eine berufsorientierende Funktion des Bildungsganges hin.

Tabelle 6: Korrelation Selbstkonzept und Studiengangsneigung (Korrelation nach Pearson; **...Korrelation auf dem Niveau von 0,01 2-seitig signifikant; *...Korrelation auf dem Niveau von 0,05 2-seitig signifikant)

		Studiengangsneigung		
		Bautechnik	Elektrotechnik	Metalltechnik
Mittelwert Selbstkonzept	Bautechnik	0,340**	0,047	0,142*
	Elektrotechnik	0,083	0,543**	0,248**
	Metalltechnik	0,154*	0,239**	0,461*

Wie sind die Ergebnisse zu interpretieren? Grundsätzlich ist festzustellen, dass für mehr als zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler der Bildungsgang ihre Erwartungen erfüllt und ihnen den Eindruck einer guten Vorbereitung vor allem auf ingenieurwissenschaftliche Studiengänge vermittelt. Darüber hinaus ist festzustellen, dass der Bildungsgang Schülerinnen und Schüler besonders anspricht und fördert, die bereits zum Abschluss der Sekundarstufe I ein Grundinteresse an Technik bekunden. Zum Abschluss des Bildungsganges trauen sich mehr als zwei Drittel aller Schülerinnen und Schüler ein ingenieurwissenschaftliches Studium zu und informieren sich aktiv über entsprechende Bildungswege, eine etwas geringere Anzahl bekundet dies mit Bezug auf eine technische Berufsausbildung. Dies dürfte vor dem Hintergrund des in Deutschland stetig steigenden Anteils von Ausbildungsanfängern mit Hochschulzugangsberechtigung auch im Interesse der Gewinnung hoch qualifizierter junger Menschen für eine technische Berufsausbildung sein.

Noch unsichere Aussagen lassen die vorliegenden Daten in Bezug auf genderspezifische Effekte zu. Eine deutlich umfangreichere Stichprobe an den Beruflichen Gymnasien für Ingenieurwissenschaften in Nordrhein-Westfalen lässt erkennen, dass der Bildungsgang erhebliche Potentiale für die Förderung eines nachhaltigen technischen Interesses und ein mit Bezug auf technische Studiengänge positives Selbstbild für Schülerinnen erkennen lässt, dessen Effekte weit über den ebenfalls positiven Entwicklungen ihrer männlichen Mitschüler liegt. Auch in der hier für Sachsen-Anhalt durchgeführten Untersuchung ist dieser Effekt für Schülerinnen der 11. und 12. Klasse eindeutig nachweisbar (siehe Abbildung 8); während die Selbsteinschätzungen der Schülerinnen in Klasse 11 erheblich unterhalb der Werte ihrer Mitschüler liegen, sind bis zur Klasse 12 derart starke Zuwächse zu verzeichnen, dass die Werte der Schülerinnen in Klasse 12 für alle untersuchten Disziplinen oberhalb der Vergleichsangaben ihrer Mitschüler liegen. Allerdings kann ein anschließend für Klasse 13 zu verzeichnender Rückgang nicht erklärt werden; hier könnte es sich um Auswirkungen der mit n=5 Schülerinnen zu geringen Teilstichprobe handeln, so dass für die weitere Entwicklung der Selbstbilder noch keine signifikanten Aussagen möglich sind.

Daher müssen die geschlechtsspezifischen Unterschiede vor dem Hintergrund forschungsmethodischer Unsicherheiten zurückhaltend interpretiert werden. Die für Schülerinnen des Schuljahrgangs 13 vorliegenden Mittelwerte sind allein dadurch unsicher, dass 13. Schulklassen aus lediglich zwei Standorten einbezogen werden konnten, die Zahl der weiblichen Untersuchungsteilnehmerinnen bei lediglich 5 lag und für einen der beiden Standorte erstmalig eine 13. Klasse unterrichtet worden ist, was sowohl standortspezifische Aspekte als auch teilweise Unsicherheiten der Schüler/-innen und Lehrer/-innen über die Anforderungen der anschließenden Abiturprüfung erwarten lässt. Hilfreich wäre es hier, die Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt erneut durchzuführen, wenn auch für die 13. Klassen durch höhere Standortanzahlen größere Stichprobenumfänge vorliegen.

Auch für diese Untersuchung zeichnet sich allerdings die Tendenz ab, dass sich fachliche Interessen und Selbstbilder in den einzelnen einbezogenen Disziplinen unterschiedlich entwickeln. Während einerseits das ingenieurwissenschaftliche Selbstkonzept (siehe Abbildung 9) sich über den Verlauf des Bildungsganges positiv entwickelt, bestehen deutliche Unterschiede hinsichtlich der einzelnen Disziplinen: Bautechnik liegt durchgängig über den gesamten Bildungsverlauf auf den höchsten Werten, gefolgt von Metalltechnik, während Elektrotechnik die niedrigsten Werte aufweist (siehe Abbildung 7). Für letztere Disziplin stellt sich vor allem die Frage der starken Rückgänge zwischen den Schuljahrgängen 11 und 12, die sowohl in weiteren Untersuchungen als auch in der Lehrerfortbildung aufgegriffen werden sollten.

3.2.2 Umsetzung des Bildungsganges in den Schulstandorten: Auswertungsbericht „Didaktische Jahresplanung“

Im Schuljahr 2015/2016 und 2016/2017 wurde eine landesweite Befragung zur Umsetzung des Bildungsganges, zur Arbeit mit dem Lehrplan und zu dessen Umsetzungsmöglichkeit in die didaktischen Jahresplanungen durchgeführt. Die Erläuterungen hierzu sind bereits im Zwischenbericht zu finden.

Der erste Teil der Erhebung beschäftigte sich mit der Organisation des Bildungsganges in den einzelnen Schuljahren. Die Schwierigkeit bei der unterrichtlichen Ausgestaltung dieses Bildungsganges für die Lehrerinnen und Lehrer ist darin begründet, dass mehrere ingenieurwissenschaftliche Teildisziplinen miteinander vernetzt und in den einzelnen Schuljahren verknüpft werden müssen. Die Auswertung der Ergebnisse hat gezeigt, dass die Schulen jeweils drei Lehrkräfte mit den entsprechenden Fachrichtungen Bautechnik, Metalltechnik und Elektrotechnik einsetzen. In der Regel unterrichten diese Lehrkräfte im Wechsel immer jeweils eine Unterrichtseinheit, so dass jede „Fachdisziplin“ zu etwa gleichen Teilen im Fach Ingenieurwissenschaften integriert ist. Die Vernetzung der Wissenschaftsdisziplinen entwickelt sich sukzessiv. Dieses Konzept wird von allen teilnehmenden Schulen getragen. Die zweite Befragung zum Umsetzungskonzept zeigt das gleiche Ergebnis.

Der zweite Teil der Befragung erfasste die Gestaltung des Unterrichts in den einzelnen Schuljahrgängen. Der Lehrplan für das Fach Ingenieurwissenschaften geht zunächst davon aus, dass fachliche Bezüge aus den einzelnen Disziplinen in den Unterricht einfließen und der Bildungsgang auch dazu dient, den Schülerinnen und Schülern eine berufliche und fachliche Orientierung über diese Disziplinen zu vermitteln. Allerdings soll der Zugang zu den Ingenieurwissenschaften als ein die beteiligten technischen Disziplinen umspannendes Fach verstanden werden, sodass ein die Disziplinen vernetzender Unterrichtscharakter entsteht. Die Befragung in diesem Bereich hat gezeigt, dass die unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer „ihr“ Fach meist getrennt – und zwar nach ihren eigenen beruflichen Fachrichtungen – unterrichten und das Umdenken in die fächerintegrierende Anlage des Profulfachs Ingenieurwissenschaften einige Probleme bereitet und stärker fokussiert werden muss. Dem Bildungsanspruch des Profulfachs würde beispielsweise ein projektorientierter Unterrichtscharakter besonders entsprechen, auf dessen Grundlage den Schülerinnen und Schülern die Vernetzung der ingenieurwissenschaftlichen Einzeldisziplinen ebenso zugänglich wird wie die Spezifika des ingenieurwissenschaftlichen Denkens und Handelns.

Gründe dafür, dass ein solches didaktisches Prinzip sich nicht durchgängig entwickelt, können z. B. in der Schulorganisation liegen, welche die Lehrerinnen und Lehrer getrennt voneinander im Unterrichtsablauf des Profulfachs einsetzt. Ein weiterer Grund hierfür liegt auch im eigenen Fachverständnis der Lehrkräfte in Verbindung mit verhältnismäßig geringen Handlungserfahrungen in der fächerübergreifenden Bildungsarbeit. Lösungsansätze hierzu bietet die projektbegleitende Fortbildungsreihe, in der ingenieurwissenschaftliche Themen und Unterrichtssequenzen gemeinsam erarbeitet werden und von den Lehrerinnen und Lehrern genutzt werden können. Der Aufbau der Fortbildungsreihe wurde bereits unter dem Punkt 2.2.2 näher beleuchtet. Eine sehr positiv empfundene Entwicklung ist die Kooperation mit externen Partnern, beispielsweise Universitäten und Betrieben. Die Umfrage hat gezeigt, dass

alle Schulen in irgendeiner Weise mit externen Partnern zusammenarbeiten. Dies bietet den Schülerinnen und Schülern Einblicke in ein späteres Arbeitsfeld und wirkt motivationssteigernd. Diese externen Partner werden auch genutzt, um unterrichtsbegleitende Praktika/Erkundungen/Exkursionen/Experimente u. Ä. durchzuführen, was für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ebenfalls eine positive Weiterentwicklung darstellt.

Der letzte Teil der landesweiten Erhebung erfasste die bereits geleistete Arbeit in Bezug auf didaktische Jahresplanungen und erfragte die Zufriedenheit mit dem Lehrplan und dessen Inhalten. Positiv ist hier, dass alle Schulen mit der Erarbeitung von didaktischen Jahresplanungen begonnen haben, was in bestimmten Abständen in den Fortbildungsveranstaltungen begleitet wird. Weiterhin ergab sich, dass die Lehrerinnen und Lehrer den Lehrplan in den didaktischen Jahresplanungen umsetzten, jedoch im Rückblick Reserven bei den Inhalten und der Struktur sehen. Aus diesem Grund wurde der Lehrplan fortgeschrieben und es wurden in Lehrkräfteteams gemeinsame didaktische Jahresplanungen erarbeitet, um die gezielte Umsetzung des Bildungsganges besser gewährleisten zu können. Ein neuer Lehrplan soll im Schuljahr 2018/2019 erarbeitet werden und die kritisch benannten Aspekte berücksichtigen.

3.3 Entwicklungsergebnisse

3.3.1 Didaktische Grundkonzeption

Traditionell orientierten sich Berufliche Gymnasien im Schwerpunkt Technik wesentlich an der Struktur und an Inhalten technikwissenschaftlicher Einzeldisziplinen, die häufig auf die Struktur der beruflichen Fachrichtungen der Lehrkräfte bezogen waren. Ausgangslage in Sachsen-Anhalt war jedoch eine für diese Struktur nicht mehr funktionierende Klassenbildung, da durch den starken demografischen Einbruch in den Schülerinnen- und Schülerzahlen der Sekundarschulen eine wegbrechende Nachfrage an den Schulstandorten zu konstatieren war. Mit dem vorliegenden Innovationsprojekt wurde auf diese Situation mit einem generalisierenden, die einzelnen technischen Disziplinen integrierenden Profulfach „Ingenieurwissenschaften“ reagiert.

Für die in dieser Form neuartige Konzeption lagen bislang weder didaktische bzw. inhaltliche Konzepte noch einschlägige Handlungserfahrungen vor. Die wissenschaftliche Begleitung hat hierzu eine Konzeption vorgelegt, die von folgenden Rahmenbedingungen ausgeht. Entwickelt wurde ein Modell zur

- Integration der Vielfalt ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen,
- Beschreibung der Besonderheiten ingenieurwissenschaftlichen Denkens und Handelns,
- Einbeziehung der Diskussion um Werte und Wertesysteme in das ingenieurwissenschaftliche Handeln,
- Berücksichtigung aktueller gesellschaftlicher Bezüge im Kontext der Nachhaltigkeit und der hier geforderten ökonomischen, ökologischen und sozialen Beziehungen,
- curricularen Ausgestaltung eines Modells der Kompetenzentwicklung im Bildungsgang Ingenieurwissenschaften.

Auf dieser Grundlage sind das Kurssystem des Beruflichen Gymnasiums für Ingenieurwissenschaften und der hierauf basierende Lehrplan ausgestaltet, der in Beteiligung von Lehrkräften, des Ministeriums für Bildung und der wissenschaftlichen Begleitung entwickelt wurde, zur Erprobung im vorliegenden Innovationsprojekt. Die didaktische Grundkonzeption und der Lehrplan sind dokumentiert im Arbeitsbericht „Ingenieurwissenschaften - Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und Lehrplanentwurf für einen gymnasialen Bildungsgang an berufsbildenden Schulen in Sachsen-Anhalt“ (Jenewein 2014,

BBP-Arbeitsbericht Nr. 80)⁷sowie in einer inhaltlich erweiterten Form mit Einbeziehung der für das Land Nordrhein-Westfalen erarbeiteten „Curricularen Skizzen“ in der Auflage des Berichts von 2016.⁸

3.3.2 Evaluation des Lehrplans und Entwicklung gemeinsamer didaktischer Jahresplanungen für die Schuljahrgänge 11 und 12

Die prozessbegleitende Überarbeitung des Lehrplans erfolgte gemeinsam mit Lehrkräften und wissenschaftlicher Begleitung. Durch Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen unter Leitung des LISA bzw. der Fachbetreuer/-innen und in Kooperation mit der wissenschaftlichen Begleitung wurde der Lehrplan für die Kolleginnen und Kollegen „greifbarer“. Ziel war es auch, zwischen den Standorten eine Vergleichbarkeit bei der unterrichtlichen Umsetzung des Lehrplans zu schaffen, um eine hinreichende Grundlage für das Gelingen eines Zentralabiturs zu erreichen. Eine Lösung dieses Problems wurde in der Erarbeitung gemeinsamer didaktischer Jahresplanungen gesehen, die gleichzeitig auch einen fachrichtungsverbindenden Charakter widerspiegeln sollten. Die so entstandenen Jahresplanungen führen Lernsituationen an, die von den Schulen auch optional geändert werden können und beinhalten die im Lehrplan geforderten Kompetenzen. Untersetzt werden die Kompetenzen gezielt mit Fachinhalten. Zur besseren Orientierung für die Kolleginnen und Kollegen wurde in den Jahresplanungen nach beruflichen Fachrichtungen unterschieden, in der Umsetzung sollen diese Planungen aber fachrichtungsübergreifend angewendet werden. Die Jahresplanungen können im Anhang 0 eingesehen werden.

3.3.3 Handreichung „Situierete Lernaufgaben“

Die Umsetzung des Bildungsganges Ingenieurwissenschaften ist mit vielen Herausforderungen verbunden. Der Schwerpunkt liegt in der Ausprägung ingenieurwissenschaftlichen Denkens und Handelns. Zu diesem Zweck wurde eine Handreichung entwickelt, die sich mit dem Konzept der situierten Lernaufgaben befasst und den unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrern als Hilfestellung dienen soll.

In dieser Handreichung werden die theoretischen Grundlagen der situierten Lernaufgaben dargelegt und mit dem Konzept des Bildungsganges verknüpft. Die theoretischen Betrachtungen münden in ein Anwendungsbeispiel, welches in der Einführungsphase angesiedelt werden kann.

Die Handreichung wurde durch die wissenschaftliche Begleitung in Zusammenarbeit mit den in Sachsen-Anhalt und in Nordrhein-Westfalen tätigen Teammitarbeiterinnen und -mitarbeitern erarbeitet und bildet daher beide Lehrpläne ab. Sie gibt den Lehrerinnen und Lehrern einen Leitfaden zur Erstellung situierter Lernaufgaben für den Bildungsgang Ingenieurwissenschaften. Anspruch dieser Aufgaben ist die inhaltliche Verbindung der Fachdisziplinen und deren Verknüpfung mit charakteristischen Aufgaben und Methoden des ingenieurwissenschaftlichen Handelns, um die im Lehrplan intendierten Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern auszubilden. Zudem können diese Aufgaben zu Projektaufgaben weiterentwickelt und so mit den geforderten Labor- und Projektphasen verknüpft werden.⁹

⁷ Jenewein, Klaus (2014): Ingenieurwissenschaften - Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und Lehrplanelntwurf für einen gymnasial en Bildungsgang an berufsbildenden Schulen in Sachsen-Anhalt. BBP-Arbeitsbericht Nr. 80

⁸ Jenewein, Klaus (2016): Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften - Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und curriculare Umsetzung am Beispiel der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt. BBP-Arbeitsbericht Nr. 90

⁹ Jenewein, Klaus/Domjahn, Jürgen/Unger, Alexander (2017): Situieretes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften - Eine Handreichung für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis. BBP-Arbeitsbericht Nr. 91

4 Handlungsempfehlungen

Insgesamt kann festgestellt werden, dass mit der Einführung des Profulfachs Ingenieurwissenschaften ein für die Schülerinnen und Schüler attraktives Angebot verknüpft werden konnte mit adäquaten Rahmenbedingungen für die Klassenbildung an den einzelnen Standorten. An fünf Standorten hat sich der Bildungsgang in unterschiedlichen Landesregionen etabliert und bildet mit einer kontinuierlichen Auslastung ein stabiles und verlässliches Element des regionalen Bildungsangebots. An einem sechsten Standort sollte die Entwicklung der Schülerinnen- und Schülerzahl über einen längeren Zeitraum beobachtet und das Standortkonzept vor diesem Hintergrund evaluiert werden.

Grundsätzlich bestehen seitens der wissenschaftlichen Begleitung einige Aspekte, die besonders betrachtet und dem Land Sachsen-Anhalt als Handlungsempfehlungen für die weitere Entwicklung des Bildungsganges vorgelegt werden sollten.

4.1 Gestaltung von Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen

Grundsätzlich ist die Fortbildung der Lehrkräfte mit dem Beenden des Modellprojektes nicht abgeschlossen, zumal über die Entwicklung des Bildungsganges stetig neue Standorte in das Angebot einbezogen werden und dieser kontinuierlich weiter ausgebaut wird. So sind für 2018 und 2019 die nächsten Fortbildungen bereits geplant.

In Kap. 2.2.3 wurde die im Rahmen des Innovationsprojekts entwickelte Fortbildungskonzeption vorgestellt. Generell besteht im Rückblick die Einschätzung, dass auf der Grundlage dieser Konzeption wesentliche Beiträge für die erfolgreiche Einführung, Implementation und Qualitätssicherung des Bildungsganges erbracht werden konnten. Auf der Grundlage vorliegender Erfahrungen und Ergebnisse wird empfohlen, die Fortbildung auch nach Abschluss des Innovationsprojekts mit der Zielsetzung fortzuführen und weiter auszugestalten,

- einen kontinuierlichen Austausch zwischen den Standorten über die Weiterentwicklung der Aufgaben- und Prüfungskonzeptionen sicher zu stellen und hiermit eine in den beteiligten Schulen belastbare Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der Abiturprüfung sicher zu stellen,
- die im Lehrplan geforderte Zusammenführung der beteiligten ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zu einer übergreifenden Gesamtkonzeption sicher zu stellen und vor dem Hintergrund des zum Projektabschluss vorliegenden Entwicklungsstandes weiter auszubauen,
- die Lehrkräfte bei der weiteren Ausgestaltung ingenieurwissenschaftlicher Lernsituationen zu unterstützen und den gegenseitigen Austausch hinsichtlich deren Umsetzung in situativen und niveaubestimmenden Aufgabensystemen zu fördern,
- den gegenseitigen Erfahrungstransfer zwischen Lehrkräften und Schulen, die die Herausforderungen des Neuaufbaus dieses Bildungsganges bereits bewältigt haben, und neu hinzukommenden Standorten bzw. Lehrkräfteteams zu unterstützen,
- neue Formen der Lehrarbeit und damit auch eine Weiterentwicklung didaktischer Jahrespläne zu erproben, die über die bislang eher additiv verfolgten Ansätze des Lehrereinsatzes hinausgehen sowie
- praxisorientierte Anregungen für die Weiterentwicklung des Lehrplans aufzunehmen und entsprechende Aktivitäten mit der Unterrichtspraxis im Bildungsgang abzustimmen.

Auf der Grundlage der vorliegenden Erfahrungen muss besonders betont werden, dass das Konzept der länderübergreifenden Fachtagungen durch den möglichen Austausch in kleineren länderübergreifenden Arbeitsgruppen und der Diskussion fachinhaltlicher, schulorganisatorischer und personaler Aspekte für die Orientierung und Handlungssicherheit der Lehrkräfte von großer Bedeutung gewesen ist.

Für die Bildungsarbeit im Profilfach Ingenieurwissenschaften und die qualitative Absicherung des Abiturstandards besitzen solche Möglichkeiten des länderübergreifenden Austausches eine hohe Bedeutung. Es wird daher empfohlen, dieses Instrument im Rahmen der Lehrerfortbildung auch in Zukunft aufrecht zu erhalten.

Darüber hinaus werden in der fächerübergreifenden Zusammenarbeit mit allgemeinbildenden Fächern der gymnasialen Oberstufe erhebliche Gestaltungspotentiale gesehen (vgl. dazu Kap. 4.3). Diese beziehen sich nicht nur auf Unterrichtsfächer des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfelds (etwa zur Frage profilorientierter Lernaufgaben im Bereich des mathematischen oder naturwissenschaftlichen Unterrichts), sondern angesichts der Bildungsgangziele im Bereich der Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung auch zu den Fächern des gesellschaftswissenschaftlichen Aufgabenfeldes. Es wird empfohlen, zu spezifischen inhaltlichen Aspekten auch fächerübergreifende Fortbildungsangebote zu entwickeln und zu erproben.

4.2 Erstellung von Abituraufgaben im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung im Bildungsgang

Die Entwicklung der Abituraufgaben orientiert sich zunächst am Konzept der Niveaustufendifferenzierung der Einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Abitur (EPA) Technik. Bei der Umsetzung in ein Kompetenzstufenmodell spricht der Fachlehrplan für das Profilfach Ingenieurwissenschaften von einer Stufung, die mit dem Orientierungs- und Überblickswissen beginnt, sich mit dem Gestaltungswissen fortsetzt und in Reflexionswissen einmündet. Diese werden als entwicklungsbezogene Stufen, die sich über den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe aufbauen, begriffen und so umgesetzt, dass das Aufgabensystem diese Kompetenzstufen in angemessener Weise adressiert. Unter setzt werden diese Wissensbereiche und die damit einhergehenden Kompetenzen auf der Grundlage des Systembegriffs; begleitet wird dieser Prozess von Praxisphasen, die sich in Labor- und Projektaufgaben widerspiegeln. Die Abiturprüfung sollte dieses für das Profilfach zentrale Aufgabenverständnis aufgreifen.

Diese Kompetenzstufung stellt sich auch in den Abiturprüfungen dar und wird durch die gem. EPA geforderte Niveaudifferenzierung ergänzt. Zu Beginn der Prüfung sollten die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, Orientierungs- und Überblickswissen darzustellen. Die darauffolgende Aufgabenstellung steckt einen Rahmen ab, in dem Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, ein technisches System anhand von Vorgaben zu entwickeln oder ein bereits vorhandenes System zu optimieren. Weiterhin soll die Möglichkeit bestehen, auch kleinere Praxisphasen in die Abiturprüfung zu integrieren, so dass die Schülerinnen und Schüler protokollieren und einen gegebenen Sachverhalt nachweisen müssen.

Offen bleibt aus der bisherigen Arbeit die Frage, in welcher Weise laborpraktische Aufgaben, die für die Ingenieur Tätigkeit charakteristisch sind, auch im Rahmen der Abiturprüfung aufgegriffen werden können. Ein besonderer Schwerpunkt der Unterrichtsarbeit besteht in der Heranführung der Schülerinnen und Schüler an die handlungsorientierte Laborarbeit beispielsweise in Form von Experimenten und deren Anwendung für den Aufbau von ingenieurwissenschaftlich relevanter Methodenkompetenz. Für die Weiterentwicklung der Prüfungskonzeptionen wird vorgeschlagen, die Möglichkeit zur Aufnahme von Aufgabenformen zu prüfen, die über das Paper-und-Pencil-Konzept hinausgehen.

4.3 Schnittstellen zu allgemeinbildenden Fächern

Das Fach Ingenieurwissenschaften ist im Beruflichen Gymnasium Technik/Ingenieurwissenschaften als Profilfach eingebettet in einen umfangreichen Fächerkanon. Insbesondere der mathematisch-naturwissenschaftliche Lernbereich bietet eine Vielzahl von Schnittstellen zu den Ingenieurwissenschaften, damit zum Profilschwerpunkt des Bildungsganges und vor allem zu ingenieurwissenschaftlichen Handlungsfeldern. Dennoch haben die Fächer Mathematik und Physik in Sachsen-Anhalt einen Lehrplan,

der zwischen Gymnasium und Beruflichem Gymnasium vollständig identisch ist, d. h. auch die Abiturprüfungen dieser Fächer werden im Rahmen des Zentralabitur-Verfahrens mit der Prüfungskonzeption des Gymnasiums durchgeführt. Damit unterscheidet sich Sachsen-Anhalt vom Standard des Landes Nordrhein-Westfalen, in dessen Beruflichen Gymnasium profilbezogene Ausrichtungen der allgemeinen Unterrichtsfächer und der Abiturprüfungen erfolgen.

Im Grundsatzband für die neuen Lehrpläne des Gymnasiums und Beruflichen Gymnasiums ist formuliert: „Gemeinsame Aufgabe aller Fächer ist die Ausprägung von Sprachkompetenz, Lernkompetenz, Medienkompetenz, Sozialkompetenz, Demokratiekompetenz sowie kultureller Kompetenz. Auch für die Entwicklung der mathematischen, naturwissenschaftlich-technischen und wirtschaftlichen Kompetenz sind Beiträge erforderlich, die über die jeweiligen Fächergruppen hinausgehen.“

Insbesondere das Fach Ingenieurwissenschaften berücksichtigt bzw. unterstützt die Entwicklung der mathematischen Kompetenz, in dem ingenieurtechnische Sachverhalte mit mathematischen Mitteln wahrgenommen und verstanden werden, mathematische Strukturen in Problemen erkannt werden und geeignete mathematische Denkart bzw. Darstellungen anzuwenden sind. Dabei berücksichtigen die Ingenieurwissenschaften Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Konzepte und Modelle. Ebenso werden umfangreiche physikalische Kompetenzen profilorientiert angesprochen, und Erkenntnisse und Methoden des Unterrichtsfachs Physik könnten umfangreich an ingenieurwissenschaftlichen Gegenständen konkretisiert werden.

Indem Schülerinnen und Schüler technische Systeme analysieren, entwickeln und konstruieren und Technikfolgen beurteilen, beobachten, beschreiben, erkennen und erklären sie naturwissenschaftliche Phänomene, ziehen begründete Schlussfolgerungen aus gewonnenen Erkenntnissen und prüfen die Evidenz naturwissenschaftlicher und technischer Daten. Sie berücksichtigen dabei Wechselwirkungen zwischen naturwissenschaftlichem und ingenieurwissenschaftlichem Denken und Handeln. Im Zusammenhang mit der Technikbewertung entwickeln sie ein Bewusstsein für ethische Fragen sowie für Sicherheits- und Nachhaltigkeitsaspekte. Im Zusammenhang mit Werten und Wertesystemen und aktuellen Aspekten nachhaltiger Entwicklung bestehen zudem vielfältige Bezüge zu den Fächern des gesellschaftswissenschaftlichen Aufgabenfeldes, die gerade im Kontext mit dem ingenieurwissenschaftlichen Handeln hohe Aktualität besitzen.

Für fachliche und fachübergreifende Synergien besonders zu den Unterrichtsfächern des Aufgabenfeldes III wäre es jedoch wünschenswert, wenn die curriculare Konzeption dieser Unterrichtsfächer mehr Freiräume für eine auf das Profil Ingenieurwissenschaften bezogene Konkretisierung und für fächerübergreifende Betrachtungsweisen eröffnet, als dies bislang der Fall ist. Dies würde auch dem Erreichen kompetenzorientierter Zielsetzungen in diesem Aufgabenfeld insgesamt zugutekommen.

4.4 Weiterentwicklung der Stundentafel

Die Stundentafel des Landes Sachsen-Anhalt beinhaltet für eine ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung des Profils erhebliche Restriktionen, was im Rahmen des länderübergreifenden Pilotprojekts besonders im Vergleich zu den anderen Bundesländern auffällt. Ursache hierfür ist die in Sachsen-Anhalt für das Berufliche Gymnasium eingeführte Stundentafel, die für das Profilsfach lediglich einen Umfang von 3 bzw. 4 Unterrichtsstunden/Woche vorsieht und hier erheblich gegenüber den anderen Bundesländern zurück liegt: Während in Sachsen-Anhalt lediglich 440 Stunden über die gesamte gymnasiale Oberstufe vorgesehen sind, ist dieser Umfang in Nordrhein-Westfalen um ca. ein Drittel und in Hamburg sogar um die Hälfte höher. Möglicherweise liegen hier Ursachen für die im Rahmen der wissenschaftlichen Begleituntersuchung für Nordrhein-Westfalen festgestellten höheren Werte der beruflichen Orientierung und des sich entwickelnden beruflichen Selbstbildes mit Bezug auf ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Handlungsfelder.

Tabelle 7: Zeitlicher Umfang und durchschnittliche Wochenstunden des Profilsfachs Ingenieurwissenschaften in den Bundesländern Sachsen-Anhalt (ST), Nordrhein-Westfalen (NW) und Hamburg (HH)

Land	11	12.1	12.2	13.1	13.2	Σ
ST	(3) 120 (40 Wo.)	(4)160		(4) 160		440
NW	200 (40 Wo.)	(5) 200		(5) 200		600
HH	(4) 152 (38 Wo.)	(4 +2) (304) 456 (+80 als Erhöhung für ein Prüfungsfach möglich)				608 (688)

Das Fach Wirtschaftslehre wird demgegenüber in sehr unterschiedlichem Umfang unterrichtet: In Sachsen-Anhalt mit 440 Stunden in gleichem Umfang wie das Profilsfach Ingenieurwissenschaften selbst, in Nordrhein-Westfalen mit 240 Stunden allerdings nur mit der Hälfte, so dass sich allein hieraus fast vollständig der in Sachsen-Anhalt geringere Stundenumfang für Ingenieurwissenschaften ergibt. Demgegenüber gibt es in Hamburg das Pflichtfach Politik/Gesellschaft/Wirtschaft, in dem wirtschaftswissenschaftliche Inhalte, die nach Auskunft der Hamburger Schulen insgesamt etwa 100 Stunden in 3 Jahren erreichen, aufgegriffen werden (siehe Tabelle 8). Statt eines eigenen Unterrichtsfachs Wirtschaftslehre verstärkt Hamburg den Profilschwerpunkt Ingenieurwissenschaften durch einen Fächerverbund, in Klasse 11 mit Datenverarbeitung und Physik (insgesamt 152 Stunden) bzw. in den Klassen 12 und 13 mit Physik (zusammen 152 Stunden). Damit wird in den beiden anderen einbezogenen Bundesländern ein quantitativer Standard für das Profilsfach Ingenieurwissenschaften erreicht, der erheblich über Sachsen-Anhalt hinausgeht; das Berufliche Gymnasium für Ingenieurwissenschaften in Hamburg und Nordrhein-Westfalen besitzt ein deutlich ausgeprägteres Profil innerhalb des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfelds.

Tabelle 8: Zeitlicher Umfang und durchschnittliche Wochenstunden des Wirtschaftslehre-Unterrichts für Fachklassen des Profilschwerpunkts Ingenieurwissenschaften in den Bundesländern Sachsen-Anhalt (ST), Nordrhein-Westfalen (NW) und Hamburg (HH)

Land	11	12.1	12.2	13.1	13.2	Σ
ST	(3) 120 (40 Wo.)	(4)160		(4) 160		440
NW	(2) 80 (40 Wo.)	(2) 80		(2) 80		240
HH	(2) 76 (38 Wo.)	Politik/Gesellschaft/Wirtschaft 152				114

Diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen sind in der Gegenüberstellung der in den Erprobungsländern des Bildungsganges bestehenden Stundentafeln erkennbar. Es bestehen erheblich unterschiedliche Stundenumfänge für das Profilsfach Ingenieurwissenschaften, aber insbesondere auch in der zusätzlich unterrichteten Wirtschaftslehre.

Festzustellen ist, dass in Sachsen-Anhalt inhaltliche Restriktionen für das Berufliche Gymnasium Ingenieurwissenschaften dadurch bestehen, dass für das Profilsfach Ingenieurwissenschaften erheblich geringere Unterrichtskapazitäten bereitgestellt werden als dies in anderen Bundesländern der Fall ist. Hinzu kommt, dass es mit einem zweiten nicht affinen Profilsfach Wirtschaftslehre verbunden wird. Diese Praxis ist auch im Beruflichen Gymnasium Sachsen-Anhalts ein Novum; in den beiden anderen

in Sachsen-Anhalt eingeführten Profilierungen ist stets die Unterstützung des Profilschwerpunkts mit einem zweiten affinen Profilmfach vorgesehen:

- Im Beruflichen Gymnasium Gesundheit und Soziales werden die Profilmfächer Pädagogik/Psychologie und Gesundheit (beide 4stündig in der Qualifikationsphase) verbunden,
- im Beruflichen Gymnasium Wirtschaft sind es die Profilmfächer Betriebs- und Volkswirtschaftslehre (beide 4stündig in der Qualifikationsphase).

Durch hohe inhaltliche Synergien wird damit gewährleistet, dass eine angemessene Profilierung der Bildungsgänge abgesichert ist, mit der die beiden miteinander verbundenen Profilmfächer durch eine profilbezogene inhaltliche Ausrichtung inhaltlich gestützt und dadurch ein hohes fachliches Niveau in den profilbestimmenden Schwerpunkten geführt wird.

Dies gilt mit der aktuellen Konzeption leider nicht für das ingenieurwissenschaftliche Profil. Die aktuell verfolgte Praxis des Beruflichen Gymnasiums Technik, Ingenieurwissenschaften und Wirtschaftslehre (beide 4stündig in der Qualifikationsphase) zu verbinden, führt demgegenüber zu einer im Vergleich mit anderen Ländern und Profilen wenig ausgeprägten technikwissenschaftlichen Profilierung, wobei für das Profilmfach Technik nicht auf ausgeprägte naturwissenschaftliche Grundlagen zurückgegriffen werden kann. Hinzu kommt, dass durch die unterdurchschnittlichen Gesamtstunden des Profilmfachs Ingenieurwissenschaften wenig Raum für eine labor- und handlungsorientierte Ausrichtung des Unterrichts bleibt, die jedoch für eine nachhaltige berufliche Orientierung auf technikwissenschaftliche Handlungs- und Berufsperspektiven für unabdingbar angesehen werden.

Um auch in den Ingenieurwissenschaften fachliche Standards und Niveaueausprägungen zu gewährleisten, die mit den Profilierungen anderer Bundesländer in etwa vergleichbar sind, wird – bei Einhaltung der Vorgaben der Oberstufenverordnung – vorgeschlagen,

- die Stundentafel in der Form weiter zu entwickeln, dass das Fach Ingenieurwissenschaften durch ein weiteres affines Profilmfach mit inhaltlicher Zuordnung zum Aufgabenfeld III unterstützt wird;
- ein hierzu passfähiges Profilmfach (bspw. Technische Mechanik/Konstruktionstechnik, neue Fächerbezeichnung) in den Pflichtbereich aufzunehmen und hierfür ein auf die Profilierung des Schwerpunkts Technik bezogenes Fachcurriculum zu entwickeln;
- zu prüfen, welche Möglichkeiten bestehen, die ingenieurwissenschaftliche Bildung insbesondere durch weitere labororientierte Übungs- und Praxiseinheiten (z. B. im Rahmen von Wahlpflichtangeboten) anwendungs- und handlungsorientiert auszubauen.

Auf dieser Grundlage kann erwartet werden, dass eine den Bundesländern Hamburg und Nordrhein-Westfalen vergleichbare fachliche Profilierung gelingt und die im Profilmfach Ingenieurwissenschaften erreichbaren Abiturprüfungsleistungen auf einem hohen fachlichen und inhaltlichen Leistungsniveau dauerhaft etabliert werden können. Ebenso ist zu erwarten, dass durch einen zusätzlichen Gestaltungsraum für eine labor- und handlungsorientierte Umsetzung des Fachcurriculums bestehende Potentiale für die fachliche und berufliche Orientierung der Schüler/-innen auf technische Bildungs- und Studienprogramme sowie eine den Entwicklungen in Nordrhein-Westfalen vergleichbare nachhaltige Förderung des technischen Interesses junger Frauen auch in Sachsen-Anhalt erschlossen werden können.

4.5 Empfehlungen für die Umsetzung der Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik

Die Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) für das Fach Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 16.11.2006) sind verbindliche Grundlage für

die Erarbeitung der Abituraufgaben in allen Ländern. Die EPA beinhalten Festlegungen zur Gestaltung der Abiturprüfungen, definieren Anforderungsbereiche, beinhalten Vorgaben zur schriftlichen und mündlichen Prüfung sowie Aufgabenbeispiele. So ist es möglich, länderübergreifend vergleichbare Aufgaben zu formulieren und Transparenz zu sichern.

Die Aufgabenstellungen der Prüfungsaufgaben sind so zu formulieren, dass das Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler möglichst differenziert erfasst werden kann. Es sind drei Anforderungsbereiche unterschieden und diesen Anforderungsbereichen sind Operatoren zugeordnet. Die Anforderungsbereiche lassen sich nicht scharf voneinander abgrenzen und sind immer im Zusammenhang mit der Unterrichtsgestaltung zu sehen.

In den EPA findet sich eine Liste von Operatoren, die den Anforderungsbereichen zugeordnet sind. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Entsprechend der Entwicklungen der Technik sind die Operatoren entsprechend erweiterbar (vgl. EPA S. 11). Eine Arbeitsgruppe aus Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeitern aus Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Sachsen-Anhalt hat - ausgehend von den Anforderungen der Lehr- und Bildungspläne sowie von konkret verwendeten Prüfungsaufgaben und bereits absolvierten Zentralabitur-Prüfungen – die bislang vorliegenden Operatoren daraufhin geprüft, inwieweit die Anforderungen der Profildächer „Ingenieurwissenschaften“ adäquat abgebildet werden können. Ergebnis ist eine Liste von Operatoren, die für das Fach Technik/Ingenieurtechnik zusätzlich erarbeitet wurden (siehe Anhang 6.3). Diese Liste erweitert die EPA-Empfehlungen und ermöglicht eine länderübergreifende vergleichbare Zuordnung von Operatoren zu den im Rahmen der EPA vorgegebenen Anforderungsbereichen.

Während die Länder Nordrhein-Westfalen und Hamburg die Liste der Operatoren in den jährlich herausgegebenen Hinweisen zur Abiturprüfung im Fach Technik (Ingenieurwissenschaften) bereits berücksichtigen, sollen diese Operatoren in Sachsen-Anhalt in der Abiturprüfung 2019 Anwendung finden. Darüber hinaus wird die überarbeitete Operatorenliste als gemeinsamer Vorschlag der Bundesländer Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt der KMK vorgelegt mit der Empfehlung, diese bei der nächsten Revision in die EPA Technik aufzunehmen.

4.6 Lehrplanentwicklung und Entwicklung didaktischer Jahresplanungen

Der Lehrplan für das Berufliche Gymnasium Technik, Ingenieurwissenschaften wurde 2012/2013 entwickelt und im Schuljahr 2013/2014 erstmals erprobt. Ein Vorteil der Erprobung war, dass die Lehrkräfte, die den Lehrplan zunächst an der ersten im Pilotprojekt involvierten Schule umsetzten, unmittelbar an dessen Entwicklung beteiligt waren.

Dennoch ergaben sich bei der unterrichtlichen Umsetzung erste Erfahrungen, die nahelegten, dass einzelne Anforderungen an die Kompetenzentwicklung oder Methoden ingenieurwissenschaftlichen Denkens und Handelns auf einem sehr hohen und abstrakten Niveau formuliert waren oder auch fachliche Inhalte zu unpräzise bzw. unvollständig dargestellt wurden.

In der Fortbildungsreihe für die Lehrkräfte, die das Innovationsprojekt insgesamt unterstützte und in die kontinuierlich neue Schulen und damit neue Lehrkräfte eingebunden waren, sind diese Erfahrungen kommuniziert sowie gebündelt und durch die wissenschaftliche Begleitung aufbereitet worden. So wurde der Lehrplan 2016 aktualisiert. Insbesondere wurde im Schuljahr 11 im Bereich Bautechnik der Baustoff „Beton“ durch „Holz“ ersetzt. Dies war auch das Ergebnis des Austausches mit den Lehrkräften aus Nordrhein-Westfalen. Die Kompetenzformulierungen wurden modifiziert, inhaltliche Aspekte geschärft.

Im Schuljahr 2018/2019 werden erstmals alle Schulen erste Erfahrungen mit einem eigenen Abiturjahrgang haben. In diesem Schuljahr wird dann eine Neufassung des Lehrplans erarbeitet werden, der

ein kompetenzorientiertes Lehrplanmodell nutzt, welches derzeit bereits für die anderen beruflichen Fachrichtungen Anwendung findet.

Bei der Umsetzung des Lehrplans in den Schulen im Rahmen ihrer didaktischen Jahresplanungen ist zudem erkennbar, dass durchweg ein fächerdifferenzierender Lehrereinsatz erfolgt, der dazu führt, dass sich die am Unterricht der Ingenieurwissenschaften beteiligten Lehrkräfte zunächst einmal für die unterrichtliche Behandlung von Aspekten „ihrer“ beruflichen Fachrichtung (hier: Bau-, Elektro- oder Metalltechnik) zuständig fühlen. Im Pilotprojekt konnte die Frage, ob ggf. durch andere Formen des Lehrereinsatzes mit einer inhaltlich breiteren Zuständigkeit größere Chancen in der Umsetzung eines die einzelnen Disziplinen vernetzenden Unterrichtskonzepts bestehen könnten (eine in Nordrhein-Westfalen durchgeführte Untersuchung im dortigen Beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften unterstützt eine solche Annahme). Es wird daher vorgeschlagen, in der weiteren Entwicklung des Beruflichen Gymnasiums auch unterschiedliche Modelle des Lehrereinsatzes zu erproben und die Ergebnisse zu evaluieren.

4.7 Erarbeitung und Evaluation ausgewählter Lernaufgaben

Im Rahmen der projektbegleitenden Fortbildungen stand das Thema Lernaufgaben häufig im Mittelpunkt. Insbesondere ergab sich aus den Anforderungen des Lehrplans die Frage der Konzeption von Lernaufgaben, die

- unterschiedliche Stadien der Kompetenzentwicklung durch die Adressierung verschiedener Wissensarten berücksichtigen,
- mehrere Kompetenzdimensionen angemessen ansprechen und
- auf berufliche Handlungssituationen verweisen, die Einblicke in ingenieurwissenschaftliches Handeln ermöglichen.

Gleichzeitig sollten Lernaufgaben

- eine den EPA-Anforderungen angemessene Niveaustufendifferenzierung ermöglichen,
- die Prinzipien des wissenschaftspropädeutischen Arbeitens berücksichtigen und
- Schüler/-innen an eine zukünftige Berufsrolle im Bereich technischer und ingenieurwissenschaftlicher Berufsbilder und Tätigkeiten heranführen.

Mitarbeiter/-innen der wissenschaftlichen Begleitungen aus Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt haben daher eine Handreichung „Situierendes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften“ für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis vorgelegt, um Lehrkräfte bei ihrer didaktischen Jahresplanung und ihrer unterrichtlichen Umsetzung zu unterstützen (vgl. 3.3.3). Gegenstand der Handreichung ist auch ein Praxisbeispiel für den Unterricht im Profulfach Ingenieurwissenschaften.

Gleichzeitig bestand auch Einvernehmen, dass entsprechende Aufgabenkonzepte Grundlage für die Entwicklung von Lernkontrollen im Rahmen von Klassenarbeiten und Prüfungsaufgaben im Rahmen des Zentralabiturs sein müssten, um eine adäquate Umsetzung der Intentionen des Lehrplans zu gewährleisten. Ein besonderes Augenmerk wurde zunächst auf die Gestaltung von Lernerfolgskontrollen im Rahmen von Klassenarbeiten gelegt. Insbesondere der Aspekt der Integration einzelner Disziplinen in ganzheitliche Aufgabenstellungen, die den Zielen des Bildungsganges entsprechen, war regelmäßig in der Diskussion. Gemeinsam erarbeitet wurden Aufgabenstellungen, die die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen, das Anwenden von Problemlösestrategien forcieren und insbesondere die Ingenieurwissenschaften in den Mittelpunkt stellen.

So ergab sich für die Strukturierung und Ausgestaltung von Klassenarbeiten folgendes Handlungsschema:

1. Einigung über das Layout einer Klassenarbeit

2. Verständigung über die Gestaltung der Arbeit

- Eine für die einzelnen Disziplinen gemeinsame, zentrale Aufgabenstellung mit ingenieurwissenschaftlichem Inhalt formulieren, Bild eines technischen Systems einbeziehen.
- Aufbau der Arbeit klar gliedern und strukturieren (z. B. Aufgabenabschnitte, sinnvolle Überschriften, Einbindung von Zeichnungen oder Skizzen).
- Versuchsskizzen, Diagramme, Tabellen, Texte u. Ä. entweder übersichtlich und nummeriert in Anlagen ergänzen oder optisch übersichtlich in die Aufgabenstellung integrieren (Quellenangaben nicht vergessen).
- Zeitliche Aufteilung der bau-, elektro- und metalltechnischen Aufgabenstellungen festlegen.
- Operatoren (Signalwörter) in der Aufgabenformulierung wiederkehrend verwenden (z. B. Zeichne, Berechne, Erkläre, Nenne, Diskutiere, Beschrifte).
- Alle EPA-Anforderungsbereiche (Reproduktion (I), Reorganisation, Transfer (II), problemlösendes Denken (III)) ausgewogen und angemessen erfassen.

3. Verständigung über die Bewertung der Arbeit

- Vor der Arbeit eine (vorläufige) Lösungsskizze (Erwartungshorizont) erstellen.
- Sich über die Punkteverteilung der Klassenarbeit insgesamt verständigen und ggf. über die Aufteilung für die bereichsspezifischen Aufgaben.
- Gemeinsam entscheiden, ob die zu erreichenden Punkte den Schülerinnen und Schülern in der Arbeit bekannt gegeben werden.
- Ein Verfahren zur Korrektur absprechen, wenn mehrere Lehrkräfte eingesetzt sind, um Rückgabezeiten einzuhalten.

4. Auswertung der Ergebnisse

- Ergebnisse der Arbeit gemeinsam evaluieren (Gesamtdurchschnitt, Unterschiede bei Teilbereichen, Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler).
- Reserven aufdecken, Aufgaben optimieren.

4.8 Verstetigung und weiterer Ausbau des Bildungsangebotes

Vor dem Hintergrund der hoch problematischen Ausgangssituation und der im Beruflichen Gymnasium Technik an allen Standorten schwierigen Klassenbildung befindet sich die Entwicklung des Bildungsganges zum Abschluss des Innovationsprojekts auf einem stabilen Niveau. Allerdings zeigt die Erfahrung an allen Standorten, dass die Schulen für den Neuaufbau des Bildungsangebots zunächst Handlungsspielraum für dessen Einführung brauchen und meist erst im zweiten Jahr die für die Klassenbildung erforderlichen Schülerzahlen erreicht werden.

Gleichzeitig ist zu konstatieren, dass nach wie vor einzelne Regionen des Landes noch nicht mit einem adäquaten regionalen Angebot versorgt werden können. Es wird daher vorgeschlagen, dass seitens des Ministeriums für Bildung die bestehenden Optionen geprüft werden, weitere Standorte in das Angebot des Profilsfachs Ingenieurwissenschaften einzubeziehen. Unter dem Gesichtspunkt einer ausgewogenen regionalen Angebotsstruktur erscheint sinnvoll, die Einrichtung des Bildungsganges für folgende Standorte zu prüfen:

- Großstadtregion Halle (Saale) mit den Berufsbildenden Schulen IV „Friedrich List“ (möglicherweise für die fachliche Ausgestaltung der Ingenieurwissenschaften in Kooperation mit den Berufsbildenden Schulen „Gutjahr“),
- Region Altmark mit dem Berufsschulzentrum des Landkreises Stendal und

- Region Salzlandkreis/Börde mit den Berufsbildenden Schulen Aschersleben-Staßfurt am Standort Aschersleben.

Außerordentlich wertvoll waren für die Entwicklung und Konstituierung des Bildungsganges die im Rahmen des Pilotprojekts bestehenden Möglichkeiten des länderübergreifenden Erfahrungsaustausches nicht nur auf der Ebene der Projektleitung und wissenschaftlichen Begleitung, sondern auch im Rahmen der Lehrerfortbildungsaktivitäten und Transfertagungen, so dass die im Bildungsgang unterrichtenden Koordinatoren und Fachlehrer in den Austausch und die hier geführten Diskussionen einbezogen werden konnten. Insbesondere die weitere Lehrplanentwicklung in den beteiligten Bundesländern könnte nach Abschluss des Innovationsprojektes für Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen interessant bleiben.

Zudem ist möglich, dass sich der Kreis der in die Einführung des Profils Ingenieurwissenschaften einbezogenen Bundesländer weiter ausweiten wird. In der KMK arbeitet eine Ad hoc-Arbeitsgruppe an der weiteren Entwicklung des Beruflichen Gymnasiums. Hier haben insbesondere die im Rahmen dieses Pilotprojekts vorliegenden Erfahrungen große Aufmerksamkeit erhalten. Im Herbst 2018 hat die ad hoc-Arbeitsgruppe die Entwicklung des Beruflichen Gymnasiums Technik/Ingenieurwissenschaften behandelt.

4.9 Optionen für die Weiterentwicklung des Lehramtsstudiums

Im Bereich der ingenieulpädagogischen beruflichen Fachrichtungen wird bislang für Sachsen-Anhalt als einziges Modell die Verbindung einer beruflichen Fachrichtung mit einem Unterrichtsfach verfolgt. Deshalb wird konsequenterweise an den Schulen im Profilfach Ingenieurwissenschaften durch Teams von wenigstens drei Lehrkräften für Bau-, Elektro- und Metalltechnik unterrichtet. Seit 2015 ist im Rahmen der Hochschulkooperation Magdeburg-Merseburg ein zweites Modell entwickelt worden, mit dem zwei der beruflichen Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- sowie Labor- und Prozesstechnik kombiniert werden können. Bautechnik wird weiterhin nur in der Kombinationsmöglichkeit mit einem Unterrichtsfach angeboten.

Im Zuge des im vorliegenden Pilotprojekt neu eingeführten Profilfachs Ingenieurwissenschaften stellt sich jedoch auch die Frage, ob

- durch neue Formen der Lehrarbeit, mit der ein die einzelnen beruflichen Fachrichtungen übergreifender Unterrichtseinsatz der Lehrkräfte einhergeht, zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten für eine Vernetzung ingenieurwissenschaftlicher Einzeldisziplinen im Sinne des mit dem Profilfach verfolgten Bildungsanspruch erschlossen werden könnte und
- die damit verbundenen fachlichen Anforderungen bereits im Rahmen der Lehrerausbildung aufgegriffen werden können.

Hinzu kommt, dass sich vergleichbare Fragen zum Lehrereinsatz auch im neu strukturierten Bildungsgang „Fachoberschule für Ingenieurtechnik“ stellen, in den nicht nur die drei hier einbezogenen Einzeldisziplinen Bau-, Elektro- und Metalltechnik, sondern darüber hinaus auch die Informationstechnik integriert unterrichtet werden.

Ausgehend von der KMK-Rahmenvereinbarung „Ausbildung und Prüfung für ein Lehramt der Sekundarstufe II (berufliche Fächer) oder für die beruflichen Schulen (Lehramtstyp 5), Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995 i. d. F. vom 06.10.2016“, von dem in Sachsen-Anhalt bereits eingeführten Ausbildungsmodell und von den Umsetzungskonzepten anderer Bundesländer werden für die Weiterentwicklung der Lehrerausbildung die folgenden Handlungsoptionen gesehen:

- a) Einsatz der durch das Ausbildungsmodell Magdeburg-Merseburg in naher Zukunft zur Verfügung stehenden Absolventen, die über zwei berufliche Fachrichtungen verfügen, in den studienqualifizierenden Profilen Ingenieurwissenschaften und Ingenieurtechnik mit dem Ziel, die Zahl der beteiligten Lehrkräfte zu reduzieren und den Schulen eine leichtere schulorganisatorische Umsetzung der Einzeldisziplinen in vernetzenden Unterrichtsmodellen zu ermöglichen;
- b) Ausbildung von Lehrkräften mit „kleiner“ beruflicher Fachrichtung Ingenieurtechnik (Arbeitstitel) durch die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (hier könnte anstelle des für die Lehrerausbildung derzeit geforderten Unterrichtsfachs eine neu zu entwickelnde „kleine“ berufliche Fachrichtung entwickelt werden) mit dem Ziel, die Absolventen sowohl in allen Bildungsgängen ihrer beruflichen Fachrichtung weiterhin voll einsetzen zu können und darüber hinaus weitere ihre Disziplin übergreifende ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen zu erwerben, die für einen fachlich breiten Einsatz in den Profulfächern Ingenieurwissenschaften bzw. Ingenieurtechnik erforderlich sind.

Nachteil der Handlungsoption a) wäre das Fehlen von Bautechnik in dem bereits eingeführten Ausbildungsmodell; diese Unterrichtsanteile müssten daher auch in Zukunft durch die Kooperation verschiedener Lehrkräfte gesichert werden. Für die Handlungsoption b) müsste ein Curriculum so entwickelt werden, dass Lehramtsstudierende einer beruflichen Fachrichtung – beispielsweise Metalltechnik – in einer „kleinen“ beruflichen Fachrichtung Ingenieurtechnik (Arbeitstitel) grundlegende Kompetenzen in Bau-, Elektro- und Informationstechnik erwerben, um den Unterricht der Profulfächer Ingenieurwissenschaften und Ingenieurtechnik vollständig selbst abdecken zu können. Darüber hinaus wäre der Einsatz einer solchen Lehrkraft in allen Bildungsgängen ihrer beruflichen Fachrichtung (beispielsweise Metalltechnik) auch weiterhin in vollem Umfang möglich, da deren fachliche Ziele in vollem Umfang gewährleistet würden. Die Einführung eines solchen Modells wäre mit den Vorgaben des Absatzes 2.4 der o. a. KMK-Rahmenvereinbarung abgesichert und möglich.

Es wird angeregt, eine Meinungsbildung im Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt herbeizuführen, ob und in welcher Ausrichtung die Ausgestaltung entsprechender Handlungsoptionen durch die Hochschulen geprüft werden sollen.

5 Einschätzung und Ausblick

Unter Berücksichtigung der in Sachsen-Anhalt bestehenden Ausgangssituation des Beruflichen Gymnasiums (bis 01. August 2018 Fachgymnasium) Technik kann aus heutiger Sicht festgehalten werden, dass mit dem neu entwickelten Profil „Ingenieurwissenschaften“ die erfolgreiche Implementation eines technischen Bildungsprofils ermöglicht werden konnte. Hiermit stehen an berufsbildenden Schulen studienqualifizierende Bildungsgänge, die eine Allgemeine Hochschulreife vergeben, in unterschiedlichen Landesregionen zur Verfügung, die anschlussfähig sind an die Sekundar- und Gemeinschaftsschulen.

Davon ausgehend, dass im Rahmen der Schulentwicklung des Landes Sachsen-Anhalt das Profilfach Ingenieurwissenschaften auch für weitere Standorte von Interesse sein wird, kann konstatiert werden, dass die Beruflichen Gymnasien des Landes einen interessanten und bestehende Profile allgemeinbildender Gymnasien ergänzenden Beitrag zur Anschlussfähigkeit qualifizierter Absolventinnen und Absolventen der Sekundar- und Gemeinschaftsschulen des Landes vorhalten.

Wesentliche Folgerungen, die in Zukunft aufgegriffen werden sollten, werden in den Handlungsempfehlungen des Kapitels 4 aufgezeigt. Einerseits können Ergebnisse des Innovationsprojekts zur Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe in Deutschland beitragen; vgl. etwa die Entwicklungsergebnisse im Bereich der Operatorenliste für die Abiturprüfungen im Bereich Technik. Auch der länderübergreifende Ansatz des Innovationsprojekts erbringt eine Reihe von Erkenntnissen, die nicht nur im Rahmen der Lehrerfortbildung fruchtbar geworden sind, sondern für den Bildungsgang auch grundsätzliche Entwicklungsperspektiven bspw. im Bereich der Stundentafeln des Profilschwerpunkts Technik herausarbeiten und begründen.

Andererseits ergeben sich gerade für das Land Sachsen-Anhalt bedeutsame Impulse für weitergehende Entwicklungen seiner studienqualifizierenden Bildungsgänge. Für das Land kommt es zunächst darauf an, die eingeleiteten Entwicklungen weiter zu führen und die Profilierung in den Ingenieurwissenschaften auszubauen und zu verstärken, wenn das Land in diesem Profilfach ein mit anderen beteiligten Bundesländern vergleichbares Niveau sicherstellen will. Bevor die Erarbeitung eines neuen Fachlehrplanes für das Fach Ingenieurwissenschaften erfolgt, sollte die Stundentafel unter den im Abschnitt 4.4 genannten Aspekten analysiert und optimiert werden.

Potentiale für weitere Entwicklungen sind auch darin zu sehen, die Zusammenarbeit zwischen dem Profilfach Ingenieurwissenschaften und den allgemeinbildenden Fächern auszubauen, da heute viele mit einem modernen Bildungsverständnis verbundene Fragestellungen mehr und mehr aus einer interdisziplinären Perspektive betrachtet und behandelt werden müssen (vgl. etwa die Diskussionen im Bereich „Sustainable Development“).

In diesem Sinn erbringt das Berufliche Gymnasium für Ingenieurwissenschaften einen nachhaltigen Beitrag für die Förderung und Sicherung

- des technischen Interesses der jungen Menschen des Bundeslandes,
- der Studierfähigkeit in einem für die Wirtschaft unseres Landes hochgradig bedeutsamen Fachprofils,
- der Durchlässigkeit des Bildungssystems für Schülerinnen und Schüler, die Sekundar- und Gemeinschaftsschulen mit qualifizierenden Abschlüssen beenden – und damit für die Attraktivität dieser Schulformen insgesamt sowie
- der Attraktivität beruflicher Bildung durch Bildungsgänge, mit denen in beruflichen Profilen Studierfähigkeit erworben werden kann.

6 Anhang

6.1 Lehrplan (Kurse, Kompetenzbereiche und Zeitrictwerte)

Kursübersicht

Schuljahrgang 11 (Einführungsphase)

Kursbezeichnung	Zeitrictwert (ZRW) in Std.
Technische Systeme und technisches Wissen analysieren, rekonstruieren und präsentieren	120

Schuljahrgang 12 (Qualifikationsphase)

Kursbezeichnung	Zeitrictwert (ZRW) in Std.
12.1 Technische Systeme gestalten	80
12.2 Technische Systeme fertigen und nutzen	80

Schuljahrgang 13 (Qualifikationsphase)

Kursbezeichnung	Zeitrictwert (ZRW) in Std.
13.1 Soziotechnische Systeme	80
13.2 Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung	80

Schuljahrgang 11 (Einführungsphase)

Technische Systeme und technisches Wissen analysieren, rekonstruieren und präsentieren

Handlungszusammenhang	
Systeme der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Metalltechnik analysieren und dokumentieren	
Kompetenzbeschreibung	
Fachkompetenz:	<ul style="list-style-type: none">- Mathematische, physikalische und chemische Kenntnisse und Methoden auf technikwissenschaftliche Problemstellungen anwenden- Werkstoffe hinsichtlich ihres Aufbaus unterscheiden und charakteristische Eigenschaften experimentell ermitteln- Elektrotechnische Grundlagen experimentell ermitteln, elektrotechnische Gesetzmäßigkeiten beschreiben und an Hand geeigneter Versuche verifizieren- Fertigungshauptgruppen und Prüfverfahren unterscheiden und ihre Anwendung für fertigungstechnische Aufgaben erläutern- Funktionseinheiten technischer Systeme beschreiben- Darstellungselemente aus technischen Dokumentationen erkennen, erläutern und sachgerecht einsetzen- Elemente der technischen Kommunikation für ausgewählte ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen einsetzen- Grundlegende Zusammenhänge zur Erklärung bautechnischer Systeme zeichnerisch und rechnerisch darstellen sowie exemplarisch experimentell nachweisen- Exemplarische technische Systeme wie Bauwerke, elektro- und informationstechnische sowie fertigungstechnische Systeme hinsichtlich ihrer Funktion, Struktur und Einbindung unter Anwendung von zeichnerischen, mathematischen und sprachlichen Darstellungsmethoden und anderer visueller Präsentationsformen dokumentieren und präsentieren
Methodenkompetenz:	<ul style="list-style-type: none">- Bereits in der Sekundarschule erworbene Fähigkeiten der Analyse und Beobachtung natur- und technikwissenschaftlicher Phänomene auf technische Systemzusammenhänge anwenden- Informationsquellen für Dokumentation, Präsentation und Theoriebildung sowie Methoden zur Analyse und Dokumentation technischer Systeme, z. B. De- und Remontage in unterschiedlichen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, einsetzen- Methode des technischen Experiments für Prozesse der Theoriebildung in unterschiedlichen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen anwenden- Exkursionsaufgaben für die Darstellung und Beschreibung von industriellen Arbeits- und Fertigungsprozessen bearbeiten- Die Methode der Systemanalyse in ihrer Bedeutung für die Funktionseinheiten für die Systementwicklung beschreiben- Ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände auf der Grundlage experimenteller Erkenntnisgewinnung rekonstruieren- Medien wie Dokumentationen, Lernvideos und Modelle als Mittel zur Präsentation technischer Artefakte einsetzen- Techniken des Präsentierens und Referierens anwenden

Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände

Bautechnische Wissensbestände: Einführung in die Baustatik, bautechnische Werkstoffe

Kräfteysteme: Analytische und grafische Ermittlung von Resultierenden, Momentensatz

Holz als Baustoff, Holzschutz, Fachwerke

Ausgewählte Eigenschaften bautechnischer Werkstoffe (wie Druck-, Zug-, Biegezugfestigkeit)

Elektro- und informationstechnische Wissensbestände

Elektrische Erscheinungen und ihre Ursachen unter Anwendung physikalischer Wissensbestände

Grundzusammenhänge des elektrischen Stromkreises

Elektrotechnische Grundlagenexperimente

Metalltechnische Wissensbestände

Werkstoffe: Ausgewählte Eigenschaften wie Festigkeit, Härte und Elastizität; Aufbau, Bezeichnungssystem, charakteristische Anwendungen, Wärmebehandlung, Korrosionsschutz

Merkmale der Fertigungshauptgruppen Urformen, Umformen, Beschichten, Trennen, Fügen, Stoffeigenschaftsändern

Technische Dokumentation

Darstellungsarten: Skizzen, Zeichnungen, Schaltpläne, Funktionspläne, Arbeitspläne, Stücklisten, Diagramme

Systemanalysen (Systemfunktion, Systemstruktur, Systemhierarchie, Methoden der graphischen Darstellung)

Dokumentation ausgewählter technischer Systeme (Bauwerke, elektro- und informationstechnische Systeme, fertigungstechnische Systeme)

Handlungszusammenhang	
Projektarbeit „Technisches Wissen rekonstruieren und präsentieren“	
Kompetenzbeschreibung	
Fachkompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> - Wissensbestände in disziplinären und interdisziplinären Problemstellungen zusammenführen - Eine ausgewählte technische Problemstellung unter dem Gesichtspunkt von Präsentation und technischer Kommunikation bearbeiten und anwenden auf <ul style="list-style-type: none"> o Verfahren ingenieurwissenschaftlichen Wissenserwerbs o Verfahren zur Analyse und Darstellen technischer Systeme - Das Technische Experiment als Grundlage des ingenieurwissenschaftlichen Wissenserwerbs an Beispielen präsentieren - Systemanalyse als technikwissenschaftliche Methode auf exemplarische technische Systeme anwenden - Technik auch unter dem Gesichtspunkt von Nachhaltigkeit beurteilen
Methodenkompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> - Methoden der Informationsgewinnung selbstständig einsetzen - Methoden der Dokumentation, Visualisierung und Beschreibung technikwissenschaftlicher Zusammenhänge anwenden - Techniken der Präsentation anwenden - Eine Projektaufgabe nach dem Prinzip der vollständigen Handlung selbstständig planen, durchführen, bewerten, reflektieren und präsentieren
Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände	
<p>Projektarbeit an einer ausgewählten ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> – Werkstoffeigenschaften – Werkstoffprüfung – gemischte Schaltung z. B Spannungsteiler <p>Fundamentale fachliche, ökologische und soziale Aspekte der Ingenieurwissenschaften, ggf. mit Bezügen zu den Fächern des gesellschaftswissenschaftlichen Aufgabenfeldes</p>	

12.1 Technische Systeme gestalten

<p>Handlungszusammenhang</p> <p>Technische Systeme entwickeln und konstruieren</p>	
<p>Kompetenzbeschreibung</p>	
<p>Fachkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bau-, elektro- und informationstechnische sowie fertigungstechnische Systeme nach funktionellen und strukturellen Merkmalen erfassen und unterschiedlichen Hauptfunktionen zuordnen - Ausgewählte Systeme hinsichtlich der gefundenen konstruktiven Lösungen vergleichend analysieren und hinsichtlich ihrer Funktionalität bewerten - Für ausgewählte technische Teilprobleme intuitiv Lösungsvorschläge entwickeln, unter Anwendung mathematischer, naturwissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse Eignungskriterien auswählen und geeignete Lösungsvarianten bewerten - Konstruktive Lösungen für technische Teilprobleme entwerfen, ausarbeiten und präsentieren - Fachbezogene Aspekte der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Metalltechnik problembezogen verknüpfen und anwenden
<p>Methodenkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Informationsquellen wie technische Unterlagen, Tabellen- und Fachbücher sowie Herstellerunterlagen unter Einschluss medienbasierter Recherchen selbstständig erschließen und anwenden - Erworbene Fähigkeiten des Entwickelns, Entwerfens und Konstruierens methodensystematisch ausbauen und auf einfache technische Fragestellungen lösungsbezogen anwenden - Konstruktionsanalysen methodisch strukturiert durchführen und auf konstruktive Lösungen für grundlegende technische Systeme der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Produktionstechnik anwenden - Kreativitätstechniken wie den morphologischen Kasten zur Lösungsfindung einsetzen - Konstruktionsaufgaben für die Lösung einfacher, exemplarischer technischer Problemstellungen der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Metalltechnik strukturiert bearbeiten - Die Methode des Konstruktionsvergleichs für die Bewertung von Konstruktionsvarianten, -lösungen und -prozessen anwenden - Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien für die Beurteilung von konstruktiven Lösungen auf der Grundlage erster intuitiv gewonnener Kriterien diskutieren
<p>Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände</p> <p><i>Bautechnische Wissensbestände</i></p> <p>Träger auf zwei Stützen: Auflagerkräfte, Schnittkräfte, graphische Verläufe Fachwerkberechnungen, Bildungsregeln, Stabkraftermittlung</p>	

Elektro- und informationstechnische Wissensbestände

Wechselgrößen, Wechselstromerscheinungen und Problemlösungen mit charakteristischen Bauelementen (R, L, C) und ihre mathematische Behandlung in Filterschaltungen erster Ordnung

Metalltechnische Wissensbestände

Ausgewählte Fertigungsverfahren aus den Fertigungshauptgruppen Fügen, Trennen

12.2 Technische Systeme fertigen und nutzen

<p>Handlungszusammenhang</p> <p>Technische Systeme produzieren, in Betrieb nehmen und instand halten</p>	
<p>Kompetenzbeschreibung</p>	
<p>Fachkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgewählte Produkte hinsichtlich Aufbau, Funktion und Fertigungsprozess analysieren und unter Darstellung fachlicher Grundlagen, Herstellungsbedingungen und -abläufen rekonstruieren - Unterschiedliche Fertigungs- und Prüfverfahren in Bezug auf ihre Einsatzmöglichkeiten und Umweltauswirkungen einschätzen und Zusammenhänge zwischen Verwendungszweck, technischer Funktion, Fertigungsqualität sowie Arbeits- und Umweltschutz analysieren und bewerten - Vernetzte Fertigungsprozesse planen, Wechselbeziehungen zwischen Fertigungsverfahren, Fertigungseinrichtung und Fertigungsmitteln verfahrensbezogen gestalten, exemplarische Lösungen für eine Fertigungsautomatisierung unter Berücksichtigung von Fragen der Qualitätssicherung entwickeln - Exemplarische Aufgaben zu Fertigungs-, Wartungs- und Instandhaltungsprozessen unter Anwendung von Methoden der Arbeitsplanung strukturieren, in Ablaufdiagrammen darstellen und Lösungsvarianten bewerten
<p>Methodenkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fertigungsanalysen auf einfache technische Systeme und Produkte der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Produktionstechnik strukturiert anwenden - Planungen für maschinelle Fertigungsaufgaben selbstständig erarbeiten und auf Aufgaben der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Metalltechnik übertragen - Für ausgewählte Fertigungsaufgaben Lösungsstrategien entwickeln, Fertigungsverfahren auswählen und optimieren, Lösungen unter Anwendung von Kriterien der Fertigungs- und Funktionssicherheit sowie der Wirtschaftlichkeit beurteilen und Alternativen entwickeln - Verfahrenskennnisse methodensystematisch ausbauen und auf einfache fertigungstechnische Problemstellungen lösungsbezogen anwenden - Historische Entwicklung von Lösungen für ausgewählte fertigungstechnische Problemstellungen recherchieren, unter Anwendung der historisch-genetischen Methode ausarbeiten und unter Nutzung unterschiedlicher Medien präsentieren - Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien für die Beurteilung von konstruktiven Lösungen auf der Grundlage ausgewählter Kriterien diskutieren - Aus Tabellenbüchern technische Parameter zur Gestaltung und Optimierung von Fertigungsprozessen ermitteln - Erkundungen fertigungstechnischer Systeme in außerschulischen Lernorten planen, durchführen, dokumentieren und deren Ergebnis präsentieren
<p>Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände</p> <p><i>Metalltechnische Wissensbestände</i></p> <p>Ausgewählte Fertigungsverfahren aus der Fertigungshauptgruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trennen - Umformen <p>Ausgewählte Systeme der Produktion und Qualitätssicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenwirken von Konstruktions- und Fertigungssystemen 	

- Regelungs- und steuerungstechnische Zusammenhänge
Systemtechnische Prozesse
Grundlegende Aspekte der Instandhaltung

Bautechnische Wissensbestände:

Beton und Stahlbeton:

- *Bestandteile und Eigenschaften, Herstellung (Stoffraumrechnung)*
- *Bewehrungsseisen (Arten und Eigenschaften) und Bewehrungsgrundlagen*

Elektro- und Informationstechnische Wissensbestände:

Elektronische Bauelemente, ihre Dimensionierung und ihr Einsatz in elektronischen Schaltungen

Teilsysteme zur Realisierung einfacher Funktionen in der elektrischen Energie- und Kommunikationstechnik

Arbeitssicherheit bei Aufgaben der Fertigung, Montage und Instandhaltung an Systemen der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Metalltechnik

<p>Handlungszusammenhang</p> <p>Labor- und Projektarbeit „Konstruktions- und fertigungstechnische Lösungen entwickeln und bewerten“</p>	
<p>Kompetenzbeschreibung</p>	
<p>Fachkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eine ausgewählte konstruktions- und/ oder fertigungstechnische Problemstellung unter den Gesichtspunkten von Präsentation und technischer Kommunikation planen, ausführen und dokumentieren - Technische Systeme unter den Aspekten von Funktionsfähigkeit und Nachhaltigkeit vergleichend bewerten - Wechselbeziehungen zwischen Fertigungsverfahren, Fertigungseinrichtung und Fertigungsmittel verfahrensbezogen darstellen und Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen - Aufgaben der Wartung, Inspektion und Instandsetzung auf Grundlage einer Betriebserkundung und Aspektanalyse prozessbezogen erfassen und dokumentieren - Das technische Experiment als Grundlage des ingenieurwissenschaftlichen Wissenserwerbs an Beispielen präsentieren
<p>Methodenkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Informationsquellen wie technische Unterlagen, Tabellen- und Fachbücher sowie Herstellerunterlagen unter Einschluss internetbasierter Recherchen selbstständig erschließen und problembezogen einsetzen - Strukturen für vernetzte maschinelle Fertigungsprozesse erarbeiten und fertigungsbezogene Abläufe erfassen - Charakteristische Vorgehensweisen für Fertigungsanalyse, Fertigungsaufgabe und ressourcenorientierten Aufgaben beschreiben - Charakteristische Vorgehensweisen für Konstruktionsanalyse, Konstruktionsaufgabe und Konstruktionsvergleich darstellen - Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien für die Beurteilung von konstruktiven Lösungen aufzeigen - Medien wie Dokumentationen, Lernvideos und Modelle als Mittel zur Präsentation eigener Entwicklungsergebnisse und -prozesse einsetzen - Komplexe Gestaltungsaufgaben unter Einsatz bekannter Techniken des Präsentierens und Referierens darbieten und gefundene Lösungen und Lösungswege verteidigen - Eine Projektaufgabe nach dem Prinzip der vollständigen Handlung selbstständig planen, durchführen, bewerten, reflektieren und präsentieren und Verantwortung für die Teamlösung übernehmen
<p>Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände</p> <p>Labor- und Projektarbeit in thematischer Fokussierung auf einen oder mehrere der Bereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - heuristisches und methodisches Konstruieren, Entwurfs-, Konstruktions- und Entwicklungsmethodik, Projektierungsverfahren - komplexe Fertigungsaufgabe mit Bezug auf ausgewählte Fertigungsverfahren, Fertigungsautomatisierung 	

- Montageaufgaben bei unterschiedlichen Stückgrößen: Einzel- und Kleinserienfertigung, Massenfertigung
- Qualitätsverfahren und Qualitätsmanagement
- Spezifische Mess- und Prüfverfahren
- Ausgewählte Wechselstromschaltungen wie Kompensations-, Filter-, Brückenschaltungen
- Anwendungsbezogene Steuerungen, anwendungsbezogene Software
- Fallbezogene Algorithmen für Fehlersuche
- Dachtragwerke
- Ausgewählte Baustoffprüfverfahren: Druckfestigkeit, Konsistenz, Feuchtegehalt
- Verfahren der Initiierung, Planung, Durchführung und Bewertung technischer Projekte

13.1 Soziotechnische Systeme

<p>Handlungszusammenhang</p> <p>Soziotechnische Systeme analysieren, konzipieren und bewerten</p>	
<p>Kompetenzbeschreibung</p>	
<p>Fachkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Das Konzept des soziotechnischen Systems als Modell zur Beschreibung des Zusammenwirkens von technischen Sachsystemen und menschlichem Handeln beschreiben und auf die Analyse exemplarischer Systeme und deren Mensch-Maschine-Schnittstellen anwenden - Ingenieurtechnisches Handeln am Beispiel ausgewählter Systeme in den Phasen ihrer Planung und Entwicklung, Produktion, Verteilung, Nutzung und Entsorgung oder Recycling analysieren - Für ausgewählte soziotechnische Systeme Vorschläge zur Optimierung der Systemgestaltung und der Gestaltung der Mensch-System-Schnittstellen unter Anwendung technikwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden herausarbeiten - Ausgewählte interdisziplinäre Aufgabenstellungen der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie Metalltechnik mittels Systemlösung unter Berücksichtigung betrieblicher und gesellschaftlicher Anforderungen entwickeln
<p>Methodenkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Informationsquellen wie technische Unterlagen, Tabellen- und Fachbücher sowie Herstellerunterlagen unter Einschluss internetbasierter Recherchen selbstständig erschließen und auf unbekannte Problemlösungen übertragen - Technikwissenschaftliche Untersuchungsmethoden wie <ul style="list-style-type: none"> - Messverfahren - Experiment - Modellbildung und Modellsimulation - Diagnoseanalyse und Diagnoseaufgabe - Dokumentationsmethoden selbstständig auswählen und für die Lösung interdisziplinärer Aufgabenstellungen anwenden - Konstruktionsaufgaben für die Lösung interdisziplinärer Problemstellungen der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie Metalltechnik strukturiert bearbeiten - Kriterien für die Beurteilung von soziotechnischen Systemen entwickeln und auf ausgewählte Anwendungsfälle transferieren
<p>Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände</p> <p><i>Bautechnische Wissensbestände</i></p> <p>Netzplantechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Vorgangsknotennetz -Vorgangspfeilnetz <p>Wärmeschutz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dämmstoffe - U- und R-Wertberechnungen bei einfachen Wandkonstruktionen - Dampfdiffusion 	

Elektro- und informationstechnische Wissensbestände

Analyse und Synthese von elektrotechnischen und informationstechnischen Systemen unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte

- Machbarkeitsstudie
- Funktionsanalyse (Soll-Ist-Vergleich)

Metalltechnische Wissensbestände

- computergesteuerte Werkzeugmaschinen
- Fertigungsorganisation
- Arbeitssystem nach REFA DIN EN ISO 6385
- Ablauf- und Aufbauorganisation
- ergonomische Aspekte

13.2 Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung

<p>Handlungszusammenhang</p> <p>Technik und Technikfolgen unter dem Aspekt sozialer, ökologischer und ökonomischer Wechselbeziehungen bewerten</p>	
<p>Kompetenzbeschreibung</p>	
<p>Fachkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kategorien nachhaltiger Entwicklung im Sinne der „Agenda 21“ in ihrer Bedeutung für das ingenieurwissenschaftliche Denken und Handeln beschreiben - Modelle für die künftige Entwicklung bau-, elektro- und informationstechnischer sowie metalltechnischer Systeme unter dem Aspekt ihrer sozialen, ökonomischen und ökologischen Wechselbeziehungen erarbeiten - Quantitative und qualitative Methoden der Technikbewertung beschreiben und auf ausgewählte soziotechnische Systeme der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Metalltechnik anwenden - Technische Systeme und technisches Handeln in Bezug auf Wertesysteme hinsichtlich Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Gesundheit bzw. Umwelt- und Gesellschaftsqualität beurteilen und Vorschläge zur qualitativen Weiterentwicklung vorlegen
<p>Methodenkompetenz:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Historische Analogien bilden und überprüfen - Stärken und Schwächen der gewählten technischen Lösungen beurteilen und bewerten - Methoden der Technikbewertung situationsbezogen auswählen und anwenden - Die Folgen technischer Lösungen einschätzen und bewerten
<p>Grundlegende ingenieurwissenschaftliche Wissensbestände</p> <p><i>Bautechnische Wissensbestände</i></p> <p>Wärmeschutz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nutzung nachwachsender Rohstoffe <p>Feuchtigkeitsschutz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tauwasser, Taupunkt - Glaserdiagramme <p><i>Elektro- und informationstechnische Wissensbestände</i></p> <p>Elektro- und informationstechnische Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energieeffizienz - Anpassung und Kompatibilität <p><i>Metalltechnische Wissensbestände</i></p> <p>Gestaltung nachhaltiger technischer Systeme</p> <p>Energieeffiziente Fertigungsstrecken</p>	

6.2 Didaktische Jahresplanungen Jahrgänge 11 und 12

Einführungsphase

ZRW in Stunden
120 (+40)

Lernträger	Produktionshalle
------------	------------------

Lernsituation	Technische Werkstoffe und deren Eigenschaften analysieren und auswählen
---------------	---

Std./ Unterrichts- woche	Inhaltsbereiche	Angestrebte Kompetenzen	Didaktisch-methodische Hinweise (Bezug zu anderen Unterrichtsfächern, Lernerfolgsüberprüfungen...)
40	<p>BT Einteilung der Baustoffe/ Werkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arten und Schutz - Allgemeine Eigenschaften (Dichte, Porosität, Festigkeit) - Aufbau, Eigenschaften; Handelsformen Holz <p>MT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einteilung und Eigenschaften metallischer Werkstoffe - Aufbau der Metalle - Legierungen - Bezeichnungssystem der Metalle - Wärmebehandlung 	<ul style="list-style-type: none"> - Werkstoffe hinsichtlich ihres Aufbaus und ihrer Eigenschaften unterscheiden und charakterisieren - den Zusammenhang zur Entwicklung und Verwendung von bestimmten Werkstoffen/ Baustoffen verstehen - Informationsquellen für Dokumentation, Präsentation und Theoriebildung einsetzen - Entscheidungen zum Einsatz ausgewählter Verfahren zur Verbesserung von Werkstoffeigenschaften treffen - elektrische Grundgrößen und deren Beziehungen kennen und beschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> - Klassenarbeit - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeit - SOL Korrosion und Präsentationen - Technische Dokumentationen - Bezug zum Chemieunterricht herstellen

Std./ Unterrichts- woche	Inhaltsbereiche	Angestrebte Kompetenzen	Didaktisch-methodische Hinweise (Bezug zu anderen Unterrichtsfächern, Lernerfolgsüberprüfungen...)
	- Korrosion/ -schutz ET - Leiterwerkstoffe/ Isolierstoffe - Ladung und Potenzial - Spannung/ Strom/ Widerstand	- elektrotechnische Grundgrößen experimentell bestimmen	
Lernsituation	Technische Systeme analysieren		
40	BT - Bauablaufpläne - Baugeschichte - Fachwerkbau und statische Berechnungen (zentrales Kräftesystem/ Schnittverfahren) MT - Aufbau und Unterteilung techn. Systeme - Funktionseinheiten und deren Funktionen/ Anwendung - Fertigungshauptgruppen ET - geschlossener Stromkreis (Reihen- und Parallelschaltung) von Verbrauchern - Kirchhoffsche Gesetze	<ul style="list-style-type: none"> - technische Systeme untersuchen und beschreiben - Beobachtungsaufgaben bei Exkursionen für die Darstellung und Beschreibung von industriellen Arbeits- und Fertigungsprozessen bearbeiten - exemplarische technische Systeme wie Bauwerke, elektro- und informationstechnische sowie fertigungstechnische Systeme hinsichtlich ihrer Funktion, Struktur und Einbindung unter Anwendung von zeichnerischen, mathematischen und sprachlichen Darstellungsmethoden und anderer visueller Präsentationsformen dokumentieren und präsentieren - die Methode der Systemanalyse in ihrer Bedeutung für die Systementwicklung beschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Modellen - Klassenarbeit - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeit - Technische Dokumentationen - Bezug zum Physikunterricht herstellen - SOL Getriebeberechnungen und Präsentationen

Std./ Unterrichts- woche	Inhaltsbereiche	Angestrebte Kompetenzen	Didaktisch-methodische Hinweise (Bezug zu anderen Unterrichtsfächern, Lernerfolgsüberprüfungen...)
	- elektrische Leistung, Energie und Wirkungsgrad	<ul style="list-style-type: none"> - bereits in der Sekundarschule erworbene Fähigkeiten der Analyse und Beobachtung natur- und technikwissenschaftlicher Phänomene auf technische Systemzusammenhänge anwenden - Fertigungsverfahren unterscheiden und ihre Anwendung für fertigungstechnische Aufgaben erläutern 	
Lernsituation			
	Technische Dokumentationen analysieren, erfassen und auswerten		
20	<p>BT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Holzarten und Holzverbindungen - Fachwerkaufbau und Kräfteverlauf <p>MT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zeichnungsarten und Skizzen <p>ET</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schaltpläne - belasteter und unbelasteter Spannungsteiler 	<ul style="list-style-type: none"> - Darstellungselemente aus technischen Dokumentationen erkennen, erläutern und sachgerecht einsetzen - Verfahren der technischen Kommunikation für ausgewählte ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen einsetzen - Informationsquellen für Dokumentation, Präsentation und Theoriebildung einsetzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Technische Zeichnungen - Klassenarbeit - Hausarbeiten - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeit - Technische Dokumentationen

Std./ Unterrichts- woche	Inhaltsbereiche	Angestrebte Kompetenzen	Didaktisch-methodische Hinweise (Bezug zu anderen Unterrichtsfächern, Lernerfolgsüberprüfungen...)
Projekte	Erfassen technischer Verfahrens- und Prozessgrößen		
20	<p>BT Materialprüfungen, z.B. - Druckfestigkeitsversuch - Biegespannungsversuch</p> <p>MT Zerstörende und zerstörungsfreie Materialprüfungen, z.B. - Zugversuch - Schliffproben - Härteprüfung</p> <p>ET - spannungs- und stromrichtige Messungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - eine ausgewählte technische Problemstellung unter dem Gesichtspunkt von Präsentation und technischer Kommunikation gemeinsam bearbeiten und anwenden auf Verfahren ingenieurwissenschaftlichen Wissenserwerbs - das Technische Experiment als Grundlage des ingenieurwissenschaftlichen Wissenserwerbs an Beispielen präsentieren - Systemanalyse als technikwissenschaftliche Methode auf exemplarische technische Systeme anwenden - Methoden der Informationsgewinnung selbstständig einsetzen - Methoden der Dokumentation, Visualisierung und Beschreibung technikwissenschaftlicher Zusammenhänge anwenden - Techniken der Präsentation anwenden und weiterentwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> - Klassenarbeit - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeiten - Technische Dokumentationen - Experten- und Prüfberichte - Prüfprotokolle - Betriebliche Sicherheiten und Gegebenheiten beachten - Laborpraktikum Werkstoffeigenschaften - Laborpraktikum Spannungsteiler

Qualifikationsphase - Kurs 12.1 Technische Systeme gestalten

		ZRW in Stunden
		80
Lernträger	Parkhaussanierung	

Lernsituation	Technische Systeme entwickeln und konstruieren	
---------------	--	--

Std./ Unterrichts woche	Inhaltsbereiche	Angestrebte Kompetenzen	Didaktisch-methodische Hinweise (Bezug zu anderen Unterrichtsfächern, Lernerfolgsüberprüfungen...)
40	<p>BT Auflagerkräfte, Schnittkräfte</p> <p>ET Wechselstromerscheinungen und Problemlösungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bau-, elektro- und informationstechnische sowie produktionstechnische Systeme nach funktionellen und strukturellen Merkmalen erfassen und unterschiedliche Hauptfunktionen zuordnen - Ausgewählte Produkte hinsichtlich Aufbau, Funktion und Fertigungsprozess analysieren und unter Darstellung fachlicher Grundlagen, Herstellungsbedingungen und -abläufen rekonstruieren - Unterschiedliche Fertigungsverfahren in Bezug auf ihre Einsatzmöglichkeiten und Umweltauswirkungen einschätzen und Zusammenhänge zwischen Verwendungszweck, technischer Funktion, Fertigungsqualität sowie Arbeits- und Umweltschutz analysieren und bewerten - Fertigungsanalysen auf einfache technische Systeme und 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Modellen - Klausur - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeit - Technische Dokumentationen - Bezug zum Physikunterricht herstellen - SOL und Präsentationen

	MT Füge-, Trennverfahren	Produkte der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Produktionstechnik strukturiert anwenden - Informationsquellen wie technische Unterlagen, Tabellen- und Fachbücher sowie Herstellerunterlagen unter Einschluss internetbasierter Recherchen selbstständig erschließen und anwenden	
Lernsituation		Technische Systeme konstruktiv gestalten und bewerten	
40	BT Fachwerke ET Teilsysteme zur Realisierung einfacher Funktionen in der elektrischen Energie- und Kommunikationstechnik MT Füge- und Trennverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgewählte Systeme hinsichtlich der gefundenen konstruktiven Lösungen vergleichend analysieren und hinsichtlich ihrer Funktionalität bewerten - Konstruktionsanalysen methodisch strukturiert durchführen und auf konstruktive Lösungen für grundlegende technische Systeme der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Fertigungstechnik anwenden - Kreativitätstechniken wie den morphologischen Kasten zur Lösungsfindung einsetzen - Konstruktionsaufgaben für die Lösung einfacher, exemplarischer technischer Problemstellungen der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Produktionstechnik strukturiert bearbeiten - Die Methode des Konstruktionsvergleichs für die Bewertung von Konstruktionsvarianten, -lösungen und -prozessen anwenden - Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien für die Beurteilung von konstruktiven Lösungen auf der Grundlage erster intuitiv gewonnener Kriterien diskutieren - Konstruktive Lösungen für technische Teilprobleme entwerfen, ausarbeiten und präsentieren 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Modellen und Originalen - Klausur - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeit - Technische Dokumentationen, Zeichnungen, Fotos, ... - SOL und Präsentationen

Qualifikationsphase - Kurs 12.2 Technische Systeme fertigen und nutzen

		ZRW in Stunden
		80
Lernträger	Werkstatt	

Lernsituation	Technische Systeme fertigen und nutzen	
---------------	--	--

Std./ Unterrichts- woche	Inhaltsbereiche	Angestrebte Kompetenzen	Didaktisch-methodische Hinweise (Bezug zu anderen Unterrichtsfächern, Lernerfolgsüberprüfungen...)
40	<p>BT</p> <p>Beton (Herstellung und technologische Eigenschaften)</p> <p>ET</p> <p>Elektronische Bauelemente und ihr Einsatz in elektronischen Schaltungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgewählte Produkte hinsichtlich Aufbau, Funktion und Fertigungsprozess analysieren und unter Darstellung fachlicher Grundlagen, Herstellungsbedingungen und -abläufen rekonstruieren - Vernetzte Fertigungsprozesse planen, Wechselbeziehungen zwischen Fertigungsverfahren, Fertigungseinrichtung und Fertigungsmitteln verfahrensbezogen gestalten, exemplarische Lösungen für eine Fertigungsautomatisierung unter Berücksichtigung von Fragen der Qualitätssicherung entwickeln - Exemplarische Aufgaben zu Fertigungs- und Instandhaltungsprozessen unter Anwendung von Methoden der Arbeitsplanung strukturieren - Fachbezogene Aspekte der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Fertigungstechnik problembezogen verknüpfen und anwenden 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Modellen - Klausur - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ... - Gruppenarbeit - Technische Dokumentationen - SOL und Präsentationen

	MT Umformen Inbetriebnahme und Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none"> - Erworbene Fähigkeiten des Entwickelns, Entwerfens und Konstruierens methodensystematisch ausbauen und auf einfache technische Fragestellungen lösungsbezogen anwenden - Fertigungsanalysen auf einfache technische Systeme und Produkte der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Fertigungstechnik strukturiert anwenden - Verfahrenskennnisse methodensystematisch ausbauen und auf einfache fertigungstechnische Problemstellungen lösungsbezogen anwenden - Historische Entwicklung von Lösungen für ausgewählte fertigungstechnische Problemstellungen recherchieren, unter Anwendung der historisch- genetischen Methode ausarbeiten und unter Nutzung unterschiedlicher Medien präsentieren - Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien für die Beurteilung von konstruktiven Lösungen auf der Grundlage ausgewählter Kriterien diskutieren - Aus Tabellenbüchern technische Parameter zur Gestaltung und Optimierung von Fertigungsprozessen ermitteln 	
Lernsituation		Technische Systeme entwickeln und bewerten	
40	BT Stahlbeton ET	<ul style="list-style-type: none"> - Technische Systeme in Bezug auf ihre Einsatzmöglichkeiten und Umweltauswirkungen einschätzen und Zusammenhänge zwischen Verwendungszweck, technischer Funktion, Arbeits- und Umweltschutz analysieren und bewerten - Steuerungsprozesse in Ablaufdiagrammen darstellen und Lösungsvarianten bewerten - Digitale Steuerungen in disjunktiver Normalform mit max. vier Eingangsvariablen und zwei Ausgangsvariablen 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Modellen - Klausur - Hausarbeiten - Exkursionen - Einsatz digitaler Medien, Videos, ...

	<p>Dimensionierung von elektronischen Bauelementen und Schaltungen</p> <p>MT</p> <p>Pneumatik</p> <p>Elektropneumatik</p>	<p>entwerfen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausgewählte Systeme hinsichtlich der gefundenen konstruktiven Lösungen vergleichend analysieren und hinsichtlich ihrer Funktionalität bewerten - Für ausgewählte technische Teilprobleme intuitiv Lösungsvorschläge entwickeln, unter Anwendung mathematischer, naturwissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse Eignungskriterien auswählen und geeignete Lösungsvarianten bewerten - Fachbezogene Aspekte der Bau-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Fertigungstechnik problembezogen verknüpfen und anwenden - Informationsquellen wie technische Unterlagen, Tabellen- und Fachbücher sowie Herstellerunterlagen unter Einschluss internetbasierter Recherchen selbstständig erschließen und anwenden - Planungen für maschinelle Fertigungsaufgaben selbstständig erarbeiten und auf Aufgaben der Bau-, Elektro- und Informations- sowie Fertigungstechnik übertragen - Für ausgewählte Fertigungsaufgaben Lösungsstrategien entwickeln, Fertigungsverfahren auswählen und optimieren, Lösungen unter Anwendung von Kriterien der Fertigungs- und Funktionssicherheit sowie der Wirtschaftlichkeit beurteilen und Alternativen entwickeln - Erkundungen fertigungstechnischer Systeme in außerschulischen Lernorten planen, durchführen, dokumentieren und deren Ergebnis präsentieren 	<ul style="list-style-type: none"> - Gruppenarbeit - Technische Dokumentationen - SOL und Präsentationen - Expertenberichte

Projekt	Konstruktions- und produktionstechnische Lösungen entwickeln und bewerten		
	<p>BT</p> <p>Beton, Stahlbeton (ausgewählte Baustoffprüfverfahren: Druckfestigkeit, Konsistenz, Feuchtegehalt)</p> <p>ET</p> <p>Wechselstromschaltungen wie z.B. Filter bis maximal 1. Ordnung</p> <p>Transistorgrundschaltungen: Transistor als Verstärker und Schalter</p> <p>MT</p> <p>Anwendungsbezogene Steuerungen und Programme</p> <p>Fertigungsaufgabe mit Bezug auf ausgewählte Fertigungsverfahren</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eine ausgewählte konstruktions- und/ oder produktionstechnische Problemstellung unter den Gesichtspunkten von Präsentation und technischer Kommunikation planen, ausführen und dokumentieren - Technische Systeme unter den Aspekten von Funktionsfähigkeit und Nachhaltigkeit vergleichend bewerten - Wechselbeziehungen zwischen Fertigungsverfahren, Fertigungseinrichtung und Fertigungsmittel verfahrensbezogen darstellen und Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen - Filterschaltungen 1. Ordnung entwerfen - Aufgaben der Wartung, Inspektion und Instandsetzung auf Grundlage einer Betriebserkundung und Aspektanalyse prozessbezogen erfassen und dokumentieren - Das technische Experiment als Grundlage des ingenieurwissenschaftlichen Wissenserwerbs an Beispielen präsentieren - Informationsquellen wie technische Unterlagen, Tabellen- und Fachbücher sowie Herstellerunterlagen unter Einschluss internetbasierter Recherchen selbstständig erschließen und problembezogen einsetzen - Strukturen für vernetzte maschinelle Fertigungsprozesse erarbeiten und fertigungsbezogene Abläufe erfassen - Charakteristische Vorgehensweisen für Fertigungsanalyse, Fertigungsaufgabe und instandhaltungsorientierte Aufgaben beschreiben - Charakteristische Vorgehensweisen für Konstruktionsanalyse, Konstruktionsaufgabe und Konstruktionsvergleich darstellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Projektaufgaben - Laborpraktikum Steuerungstechnik - Laborpraktikum Fertigungsauftrag - Heuristisches und methodisches Konstruieren, Entwurfs-, Konstruktions- und Entwicklungsmethodik, Projektierungsverfahren - Fertigungsaufgabe mit Bezug auf ausgewählte Fertigungsverfahren, Fertigungsautomatisierung, Montageaufgaben bei unterschiedlichen Stückgrößen: Einzel- und Kleinserienfertigung, Massenfertigung - Qualitätsverfahren und Qualitätsmanagement - Spezifische Mess- und Prüfverfahren - Ausgewählte Wechselstromschaltungen wie Kompensations-, Filter-, Brückenschaltungen - Anwendungsbezogene Steuerungssysteme und -programme - Fallbezogene Algorithmen für Fehlersuche

		<ul style="list-style-type: none"> - Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien für die Beurteilung von konstruktiven Lösungen aufzeigen - Medien wie Dokumentationen, Lernvideos und Modelle als Mittel zur Präsentation eigener Entwicklungsergebnisse und -prozesse einsetzen - Komplexe Gestaltungsaufgaben unter Einsatz bekannter Techniken des Präsentierens und Referierens darbieten und gefundene Lösungen und Lösungswege verteidigen - Eine Projektaufgabe nach dem Prinzip der vollständigen Handlung selbstständig planen, durchführen, bewerten, reflektieren und präsentieren und Verantwortung für die Teamlösung übernehmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Dachtragwerke, ein- und mehrschalige Wandkonstruktionen, Treppenkonstruktionen - Prüfprotokolle - Einsatz flexibler Medien - SOL - Gruppenarbeiten - Betriebliche Sicherheiten und Gegebenheiten beachten
--	--	---	--

6.3 Weiterentwicklung der Operatoren für das Berufliche Gymnasium Technik

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Beschreiben	Sachverhalte ohne Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben.		Beschreiben Sie die Funktionsweise der mechanischen Vorrichtung. Beschreiben Sie Kriterien, die ein Niedrigenergiehaus erfüllen muss. Beschreiben Sie die Funktionsweise einer elektrischen Schaltung.
			Bezeichnen/Beschriften		Ein System mit Kennzeichen (z. B. mit Fachbegriffen) versehen.	Beschriften Sie die Bauteilschichten in einem Fassadenschnitt. Beschriften Sie die Einzelteile in der Explosionsdarstellung. Beschriften Sie die Systemelemente/Bauelemente der Schaltung. Bezeichnen Sie die Position des dargestellten Stahlauszugs.
			Nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen.		Nennen Sie vier Anforderungen an die vorliegende Außenwandkonstruktion. Nennen Sie den logischen Grundbaustein. Nennen Sie Fertigungshauptgruppen von Maschinen und Anlagen.
			Aufbauen		Technische Einrichtungen mit technischen und ohne technische Unterlagen aufbauen.	Bauen Sie das Stabwerk auf. Bauen Sie das Modell einer Maschine auf. Bauen Sie die skizzierte elektrische Schaltung auf.

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Berechnen/ Bestimmen	Ergebnisse von einem bekannten Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen oder grafischen Lösungsmethoden gewinnen.		<p>Berechnen Sie die Auflagerkraft.</p> <p>Berechnen Sie die resultierenden Kräfte.</p> <p>Berechnen Sie den Widerstand.</p> <p>Berechnen Sie anhand der gegebenen Werte die Zugbeanspruchung der Schrauben.</p> <p>Bestimmen Sie mithilfe des Spannungs-Dehnungs-Diagramms die maximale Zugfestigkeit und die Streckgrenze vom S235JR.</p>
			Darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden usw. strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben.		<p>Stellen Sie Ihre Ergebnisse in Form eines Diagramms dar.</p> <p>Stellen Sie den Kraftverlauf im Bauteil dar.</p> <p>Stellen Sie die Querkraftfläche und die Momentenfläche maßstäblich dar.</p>
			Erstellen		Sachverhalte oder Werte in vorgegebener Form erstellen.	<p>Erstellen Sie eine Tabelle zur U-Wert Berechnung.</p> <p>Erstellen Sie aus den errechneten Werten ein Diagramm.</p> <p>Erstellen Sie einen Montageplan.</p>
			Ermitteln	Einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren.		<p>Ermitteln Sie den erforderlichen Querschnitt.</p> <p>Ermitteln Sie eine rechnerische Lösung zum gegebenen Problem.</p> <p>Ermitteln Sie die Lage und den Betrag des maximalen Biegemoments eines Trägers.</p> <p>Ermitteln Sie die Spannung für die Frequenz gleich Null.</p> <p>Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Durchlassspannung der Diode bei einem Strom von 1A.</p>

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Kennzeichnen		Einen technisch markanten Punkt ohne weitere Erläuterungen kennzeichnen.	<p>Kennzeichnen Sie den Arbeitspunkt.</p> <p>Kennzeichnen Sie den elastischen und plastischen Bereich im Spannungs-Dehnungs-Diagramm.</p> <p>Kennzeichnen Sie den Taupunkt.</p>
			Strukturieren/ Ordnen	Vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren.		<p>Strukturieren Sie aus einer Explosionszeichnung einen Montageplan.</p> <p>Strukturieren Sie den Stromlaufplan, indem Sie verschiedene Elemente zu Funktionsblöcken zusammenführen.</p> <p>Ordnen Sie folgende Bauteile den jeweiligen Dachtragwerken zu.</p> <p>Ordnen Sie die Stähle nach ihrem Legierungsgehalt.</p> <p>Ordnen Sie die Widerstände der Schaltung nach der von ihnen aufgenommenen Leistung.</p>
			Skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder als Text übersichtlich darstellen.		<p>Skizzieren Sie ein Technologieschema zur gegebenen Aufgabe.</p> <p>Skizzieren Sie Querkraft- und Momentenverlauf.</p> <p>Skizzieren Sie zu dem vorgegebenen Funktionsplan den Kontaktplan.</p>
			Vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln.		<p>Vergleichen Sie die vorgegebenen Betone hinsichtlich ihrer Druckfestigkeit.</p> <p>Vergleichen Sie die beiden Getriebe mit und ohne Vorgelege.</p> <p>Vergleichen Sie die Datenblätter von zwei Antriebsmotoren.</p>
			Zeichnen	Einen technischen Sachverhalt mit zeichnerischen Mitteln unter Einhalten der genormten Symbole darstellen.		<p>Zeichnen Sie das gegebene Bauteil in Vorderansicht.</p> <p>Zeichnen Sie den Laststromkreis.</p> <p>Zeichnen Sie ein Zeigerdiagramm der Spannungen und der Ströme.</p> <p>Zeichnen Sie die Leistungs-dreiecke des induktiven und kapazitiven Zweiges.</p>

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Zusammenfassen		Das Wesentliche eines Textes/Sachverhaltes in strukturierter und komprimierter Form unter Verwendung der Fachsprache herausstellen.	<p>Fassen Sie die Kernaussagen des einführenden Fachtextes zusammen.</p> <p>Fassen Sie die Ergebnisse des Getriebevergleichs zusammen.</p> <p>Fassen Sie die Ergebnisse des technischen Experimentes zusammen.</p>
			Ableiten	Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale sachgerechte Schlüsse ziehen.		<p>Leiten Sie aus den Vorgaben zum Einsatz der Bauteile eine geeignete Werkstoffwahl ab.</p> <p>Leiten Sie Hypothesen aus dem Experiment ab.</p> <p>Leiten Sie aus den dargestellten Vorgaben einen begründeten Lösungsvorschlag ab.</p>
			Abschätzen	Eine technische Einrichtung nach den Verfahren der jeweiligen Technikwissenschaft entsprechend der gestellten Anforderung <i>grob</i> Dimensionieren ohne genaue Berechnungen durchzuführen.		<p>Schätzen Sie die Auswirkungen der Änderungsmaßnahme ein.</p> <p>Zur Überprüfung, ob die Belastbarkeit eines elektrischen Widerstandes ausreichend gewählt wurde, schätzen Sie die Leistungsaufnahme des Widerstandes in der Schaltung ab.</p> <p>Schätzen Sie die Vielzahl und Auswirkungen der Messfehler ab.</p> <p>Schätzen Sie die Kosten für die Sanierung von ab.</p>
			Auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen.		<p>Werten Sie die Messergebnisse des Siebversuches anhand der Regelsieblinien aus.</p> <p>Werten Sie die gegebenen Messwerte hinsichtlich der maximalen Leistungsaufnahme ab.</p> <p>Werten Sie Prüfprotokolle aus.</p>
			Durchführen	Eine vorgegebene oder eigene Anleitung (z.B. für ein Experiment oder eine Befragung) umsetzen.		<p>Führen Sie den Spannungsnachweis für das Auflager durch.</p> <p>Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch.</p> <p>Führen Sie das Experiment entsprechend den Vorgaben durch.</p>

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Optimieren	Einen gegebenen technischen Sachverhalt oder eine gegebene technische Einrichtung so zu verändern, dass die geforderten Kriterien unter einem bestimmten Aspekt erfüllt werden.		<p>Optimieren Sie das technische System unter wirtschaftlichen Aspekten.</p> <p>Optimieren Sie die Einstellungen des elektrischen Verstärkers so, dass keine Verzerrungen auftreten.</p> <p>Optimieren Sie den Blechverschnitt.</p>
			Analysieren/ Untersuchen	Wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten. Untersuchen beinhaltet ggf. praktische Anteile.		<p>Analysieren Sie das gegebene CNC-Programm hinsichtlich seiner Optimierungsmöglichkeiten.</p> <p>Analysieren Sie den Frequenzverlauf einer Filterschaltung.</p> <p>Untersuchen Sie das Frequenzverhalten der Schaltung.</p> <p>Untersuchen Sie den Zusammenhang zwischen dem Wasser-Zement-Wert und der Betondruckfestigkeit.</p>
			Auswählen		Ein Element aus einer Menge nach fachspezifischen und nachhaltigen Kriterien auswählen.	<p>Wählen Sie aus den Datenblättern bei gegebenen Anforderungen ein Bauelement aus.</p> <p>Wählen Sie mithilfe einer Systemanalyse nach den vorher festgelegten und begründeten Kriterien eine optimale Lösung aus.</p> <p>Wählen Sie nach den gegebenen Festigkeitsparametern einen geeigneten Stahl aus.</p>
			Begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkungen zurückführen.		<p>Begründen Sie Ihr Ergebnis unter Berücksichtigung des beobachteten Verhaltens (des Bauteils, des Werkstoffs).</p> <p>Begründen Sie den Einsatz einer Treppenhausautomatschaltung unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten.</p> <p>Begründen Sie die Baustoffauswahl für die zweischalige Außenwandkonstruktion.</p>

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Beurteilen	Zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen.		<p>Beurteilen Sie die Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk im Vergleich zu organischen Materialien.</p> <p>Beurteilen Sie, ob die Anforderungen der Energieeinsparverordnung eingehalten werden.</p> <p>Beurteilen Sie die Auswirkungen der Störung auf das System.</p> <p>Beurteilen Sie unter Berücksichtigung Ihrer Lösungen, ob die Antriebswelle den gegebenen Belastungen standhält.</p>
			Bewerten/ Stellung nehmen	Eine eigene Position nach ausgewiesenen Kriterien vertreten.		<p>Zur Fertigung eines Bauteils werden unterschiedliche Verfahren vorgeschlagen. Bewerten Sie diese Verfahren hinsichtlich der Fertigungsqualität und Nachhaltigkeit.</p> <p>Bewerten Sie die verschiedenen Umformverfahren hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit.</p> <p>Die allgemeinen technischen Daten eines digitalen Multimeters entnehmen Sie der Bedienungsanleitung. Nehmen Sie Stellung zur Bedeutung der „Allgemeinen technischen Daten“ für den Messenden.</p>
			Dimensionieren	Eine technische Einrichtung nach dem Verfahren der jeweiligen Technikwissenschaft entsprechend der gestellten Anforderung bestimmen.		<p>Dimensionieren Sie die Anzahl und Größe der Verschraubungen.</p> <p>Dimensionieren Sie den Bauteilanschluss zwischen Deckenbalken und Außenwand.</p> <p>Dimensionieren Sie einen elektrischen Filter so, dass alle Frequenzen unterhalb 20 Hz nicht übertragen werden.</p>
			Dokumentieren	Entscheidende Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen.		<p>Dokumentieren Sie Ihren Lösungsweg.</p> <p>Dokumentieren Sie alle Ergebnisse des Experiments.</p> <p>Dokumentieren Sie den Ablauf des Prozesses unter Nutzung digitaler Medien.</p>

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Entwickeln/ Entwerfen	Lösungen für komplexe Probleme erarbeiten.		<p>Entwickeln Sie eine Schaltung für die Steuerung einer Biegeanlage.</p> <p>Entwerfen Sie einen geeigneten Aufbau der Holzrahmenwand.</p> <p>Entwerfen Sie ein fünfgängiges Stirnrad-Getriebe mit den vorgegebenen Übersetzungsverhältnissen.</p>
			Erläutern/ Erklären	Einen technischen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen.		<p>Erläutern Sie die Notwendigkeit eines Anlaufverfahrens.</p> <p>Erläutern Sie die Funktion eines Motors.</p> <p>Erläutern Sie am Beispiel einer Drehmaschine den Aufbau und die Funktionsweise des Oberschlittens.</p> <p>Erklären Sie das Phänomen der Wasserdampfdiffusion an Außenwandbauteilen.</p> <p>Erklären Sie die Funktion kapazitiver Erscheinungen.</p> <p>Erklären Sie die Funktionsweise der Schaltung.</p> <p>Erklären Sie das Umformverhalten eines Federstahls.</p>
			Erörtern		Einen Sachverhalt unter verschiedenen Aspekten methodisch abwägen und diskutieren.	<p>Erörtern Sie den Einsatz einer Baugruppe (eines Bauteils oder von Baustoffen) unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit.</p> <p>Erörtern Sie auf der Basis Ihrer Berechnungen die Beanspruchbarkeit und den Einsatz der Antriebswelle.</p>
			Freischneiden		Ein Bauteil oder ein System von seiner Umgebung lösen.	<p>Schneiden Sie das Bauteil frei und kennzeichnen Sie alle angreifenden Kräfte und Momente.</p> <p>Schneiden Sie das Gelenk des Balkensystems frei.</p> <p>Schneiden Sie den Biegeträger frei.</p>

AFB			Operator	Definitionen EPA-Technik	Erweiterung für Ingenieurwissenschaften	Beispiele
I	II	III				
			Interpretieren		Fachspezifische Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen.	<p>Interpretieren Sie das Spannungs-Dehnungs-Diagramm des verwendeten Baustahls.</p> <p>Interpretieren Sie die Isothermaufnahme des Gebäudes.</p> <p>Interpretieren Sie den Strom-Spannungs-Verlauf eines Bauteils oder eines Bauelements.</p>
			Konstruieren	Form und Bau eines technischen Objektes durch Ausarbeitung des Entwurfs, durch technische Berechnungen, Überlegungen maßgeblich gestalten.		<p>Konstruieren Sie ein Verbindungsstück zum Abfangen der Kräfte.</p> <p>Konstruieren Sie eine Abziehvorrichtung, um ein Wälzlager von einem Wellenende abzuziehen.</p> <p>Konstruieren Sie maßstäbliche Zeigerdiagramme der Spannungen, Ströme und Leistungen.</p>
			Überprüfen/ Nachweisen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik nachvollziehbar bestätigen und eventuelle Widersprüche aufdecken.		<p>Weisen Sie nach, dass die ausgewählte Leitung alle Vorgaben nach gültiger Norm erfüllt.</p> <p>Weisen Sie nach, ob die vorgesehene Abmessung der Firstpfette ausreichend dimensioniert ist.</p> <p>Weisen Sie nach, dass der verwendete Widerstand unterdimensioniert ist.</p> <p>Überprüfen Sie Ihr technisches System hinsichtlich Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Nachhaltigkeit.</p> <p>Überprüfen Sie, ob die auf die Scheibenfeder wirkende Scherkraft F bei einem Drehmoment von $M = 180 \text{ Nm}$ zulässig ist.</p>
			Übertragen	Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen.		<p>Übertragen Sie den gegebenen Lösungsansatz auf das vorliegende Problem.</p> <p>Übertragen Sie die Inhalte des Weg-Schritt-Diagramms in einen Prozessablauf.</p>

6.4 Abiturprüfungen



SACHSEN - ANHALT

Kultusministerium

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2017

Fachgymnasium Technik

Schwerpunkt: Ingenieurwissenschaften

Erhöhtes Anforderungsniveau

Variante A

Einlesezeit: 30 Minuten

Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Aufgabenkomplex I

Parkhausetagen aus Beton

Aufgabenkomplex II

Blechtafelherstellung

Aufgabenkomplex III

Anzeige von freien Parkplätzen

Für ein vorhandenes Messegelände wird ein Parkhaus benötigt. Die Bauphase wurde eingeleitet.



Abb.1: Baustelle eines Parkhauses
Quelle: www.google.de Bilder

Aufgabenkomplex I Parkhausetagen aus Beton

Aufgabe 1.1 Kräfteverlauf einer Betondecke

Zur Überprüfung der Sicherheit der einzelnen Parkhausetagen wird exemplarisch ein Lastfall mit einem Kleintransporter angenommen. Die einzelnen Angaben sind der folgenden Skizze zu entnehmen.

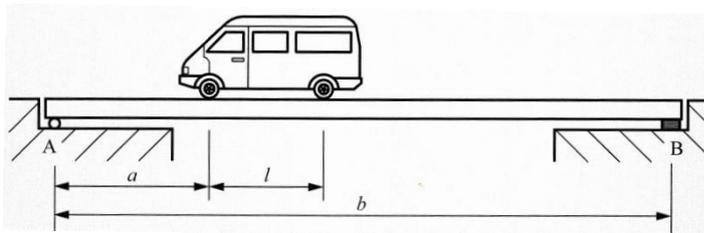


Abb. 2: Transporter auf Geschosdecke
Quelle: Richard, Sander: „Technische Mechanik, Statik.“, 2013, Springer Vieweg, S. 110

Abmessungen: $b = 20m$ $l = 3,5m$ $a = 5m$

Gewichtsangaben: Eigenlast der Betondecke $q = 25 \frac{kN}{m}$
Masse Transporter $m = 4,6t$

- 1.1.1 Stellen Sie den Lageplan der Kräfte für diesen Lastfall dar. Der Transporter soll als Punktlast angenommen werden.
- 1.1.2 Nennen Sie die Gleichgewichtsbedingungen und erläutern Sie diese am obigen Beispiel.
- 1.1.3 Ermitteln Sie die Auflagerkräfte in den Lagern A und B.
- 1.1.4 Für die weiteren statischen Betrachtungen soll der ungünstigste Lastfall für die Eigenlast (Streckenlast) und den Kleintransporter angenommen werden. Stellen Sie für diesen Fall den Lageplan der angreifenden Kräfte dar und entwickeln Sie den Querkraft- und Momentenverlauf.

Aufgabe 1.2 Betonherstellung für eine Parkhauseinfahrt

Die Parkhausein- und Ausfahrten sollen, wie in der Abbildung 3 dargestellt, ausgeführt werden. Die Herstellung der Fahrbahnen für die Ein- und Ausfahrt soll aus Beton erfolgen. Die Ein- und Ausfahrten befinden sich zum Teil im Freien.



Abb. 3: Parkhaus Ein- und Ausfahrt

Quelle: <http://flickrhivemind.net/Parkhaus>

- 1.2.1 Beton ist ein Stoffgemisch, welches zum Teil aus Zement besteht. Nennen Sie die Bestandteile des Zementes und beschreiben Sie kurz dessen technologische Herstellung.
- 1.2.2 Für den zu verarbeitenden Beton wurde ein CEM II/B – 32,5 N – HS festgelegt. Erläutern Sie die Abkürzung des Zementes. Bewerten Sie unter Angabe von Kriterien die Wahl dieses Zementes.

Aufgabenkomplex II Blechtafelherstellung

Aufgabe 2.1 Herstellen von Blechtafeln durch Scherschneiden

Im Parkhaus werden 800 Parkplätze zur Verfügung gestellt. Jeder Parkplatz muss eine Nummerierung bekommen. Die Nummerierungen sollen auf Blechschildern aus S235JR in einer Größe von 300 x 100 x 1 erfolgen. Die Blechschilder werden in Parkrichtung für den Fahrer gut sichtbar angebaut.

Für die Herstellung der Blechschilder steht ein Scherschneidwerkzeug zur Verfügung. Die Blechstreifen mit je 1mm Dicke stehen Ihnen in folgender Breite zur Verfügung: 10 cm,

30 cm und 45,5 cm. Die Herstellung der Blechschilder soll preiswert, ressourcen- und umweltgerecht werden.

2.1.1 Entwickeln Sie für jede Streifenbreite eine Lösung zum Herstellen der Blechtafeln mit Hilfe eines Scherschneidwerkzeuges.

Fertigen Sie eine Skizze der Blechstreifen mit der Lage der Schnittteile an.
Benennen Sie die notwendigen Scherschneidverfahren und die Anzahl der Schneidstempel.

Bestimmen Sie die Länge der Schnittstreifen entsprechend Ihrer Anordnung.
Berechnen Sie jeweils den Abfall in %.

2.1.2 Beurteilen Sie nach dem Aufwand - Nutzen - Prinzip die beste Lösungsvariante.

2.1.3 Bestimmen Sie die Schneidkraft für die Herstellung eines Schnittteils für einen 30mm breiten Schnittstreifen.

2.1.4 Berechnen Sie die Masse aller Blechschilder.

Aufgabe 2.2 Werkstoffkunde

Alle Schneidelemente in einem Scherschneidwerkzeug müssen wärmebehandelt werden. Sie sollen einen Härtewert von 62 HRC erhalten. Sowohl der Schneidstempel als auch die Schneidplatte sind aus X210CrW12.

2.2.1 Erläutern Sie die Stahlbezeichnung.

2.2.2 Beschreiben Sie das Wärmebehandlungsverfahren mit der Angabe der Härtetemperatur und dem Abkühlmittel und Anlasstemperatur.

2.2.3 Stellen Sie die Durchführung des angewendeten Härteprüfverfahrens zur Überprüfung des Härtewertes dar.

2.2.4 Analysieren Sie die Gefügeumwandlung beim Härten.

Aufgabe 3 Fügeverfahren



Alle metallischen Stütz- und Tragelemente müssen verbunden bzw. gefügt werden.

Abb. 4: Parketage

Quelle: <https://www.parkinglist.de/image?file=Innen-1-Parkhaus-Am-Hauptbahnhof-Nuernberg-2133.jpg>

- 2.3.1 Benennen Sie je zwei kraft-, form- und stoffschlüssige Verbindungs- bzw. Fügeverfahren.

- 2.3.2 Vergleichen Sie das Verschrauben und Schweißen hinsichtlich Verbindungsarten, Verfahrensvielfalt, Werkzeuge und Hilfsmittel, Aufwand und Nutzen, Dauerhaftigkeit, Belastungsarten und deren Auswirkungen.

- 2.3.3 Der Projektant hat für die Deckenträger eine Tragkraft von 65 kN auf 1m Länge berechnet. Die Doppel T- Träger sind 10m lang. Für die Verschraubungen sind Sechskantschrauben ISO 4014 - M16 x 100 - 8.8 vorgesehen. Dimensionieren Sie die Anzahl der Schrauben je Träger ohne dass sich die Schrauben plastisch verformen.

Aufgabenkomplex III Anzeige von freien Parkplätzen

Für das Management der Messgesellschaft stehen sieben Parkplätze in dem Parkhaus zur Verfügung. Die Anzahl der freien Parkplätze soll ermittelt werden.

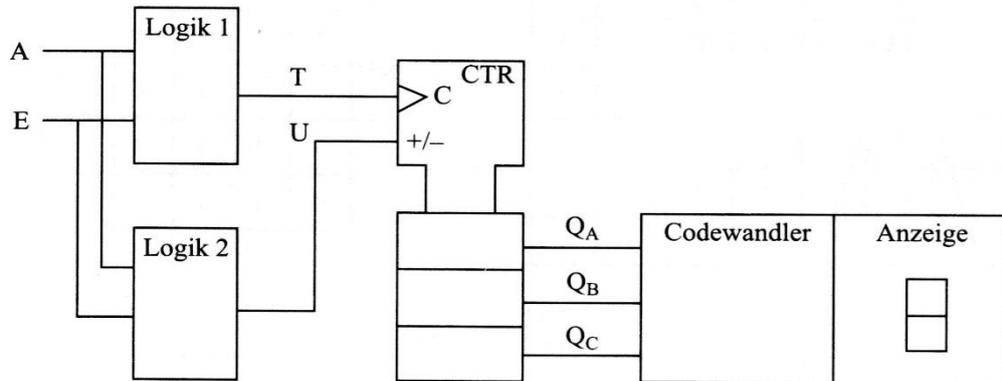


Abb.5: Schaltung

Es gilt: A= 1: Auto fährt aus
E= 1: Auto fährt ein

Aufgabe 3.1 Logik 1

Die Logik 1 wird mit folgender Funktion beschrieben:
 $T = (\text{A negiert UND E}) \text{ ODER } (\text{A UND E negiert})$.

3.1.1 Entwerfen Sie die dazugehörige Funktionstabelle.

3.1.2 Zeichnen Sie die Schaltung.

3.1.3 Nennen Sie den logischen Grundbaustein.

3.1.4 Zu Realisierung der Logik 1 stehen nur NAND- Gatter zur Verfügung.
Bestimmen Sie die erforderliche Anzahl der NAND- Gatter. Begründen Sie ihre Antwort.

3.1.5 Untersuchen Sie, ob man die Logik 1 auch mit einem ODER- Baustein realisieren kann.

Aufgabe 3. 2 Zähler

Der Zähler ist als umschaltbarer Vorwärts- Rückwärts- Synchronzähler mit JK- Flipflops ausgeführt und soll die Anzahl der freien Parkplätze ermitteln. Das notwendige Umschaltsignal U wird von der Logik 2 erzeugt.

Es gilt: U= 1 Vorwärts zählen
U= 0 Rückwärts zählen

3.2.1 Entwerfen Sie die Funktionstabelle für den Synchronzähler.

3.2.2 Bestimmen Sie die minimierten Schaltfunktionen für die J- und K- Eingänge der Flipflops.

3.2.3 Zeichnen Sie die Schaltung.

Aufgabe 3.3 Codewandler und Anzeige

Die Signale des Zählers werden über einen Codewandler einer Sieben- Segment- Anzeige zugeführt.

3.3.1 Entwerfen Sie die Funktionstabelle für den Codewandler.

3.3.2 Bestimmen Sie die minimierte Funktionsgleichung für das Segment f, entsprechend der vorgegebenen Anzeigen.

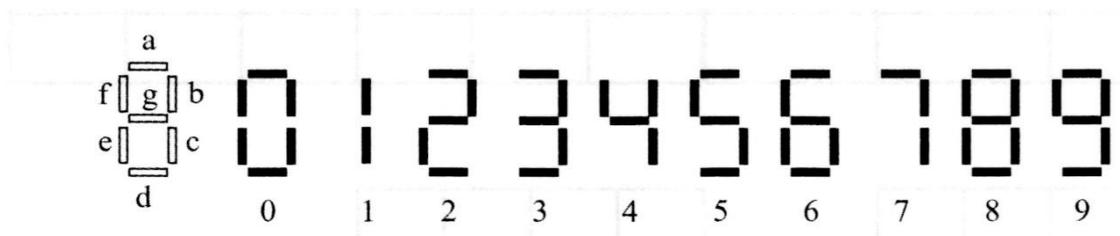


Abb. 6: Vorgabe der Segmente und der Ziffern 0 bis 9

3.3.3 Entwerfen Sie für das Segment f die Logikschaltung ausschließlich in NAND- Technik.

6.5 Bachelor- und Masterarbeiten

Begleitend zu den Arbeiten des Innovationsprojekts wurden in den Hochschulen – insbesondere im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung durch die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – verschiedene Untersuchungen im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten vergeben. Diese werden im Folgenden dokumentiert.

- Förtsch, Katrin: Das individuelle Fachinteresse im wissenschaftspropädeutischen Bildungsgang - Vergleichende Analyse des individuellen Fachinteresses an Bau-, Elektro- und Metalltechnik im Fachgymnasium Technik/Ingenieurwissenschaften. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität (Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jenewein, Dipl.-Gwl. Alexander Unger)
- Grabs, Paulus: Situiertes Lernen im wissenschaftspropädeutischen Unterricht des beruflichen Gymnasiums Ingenieurwissenschaften – Entwicklung einer Lernstation mit experimentellen Aufgabenstellungen im Bereich Photovoltaik in Verbindung mit einer virtuellen Lernumgebung. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität (Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jenewein, Dipl.-Gwl. Alexander Unger)
- Kopitz, Thomas: Entwicklungsaufgaben als Instrument der Kompetenzentwicklung im wissenschaftspropädeutischen Bildungsgang – Gestaltung einer Lernsequenz für die Einführungsphase des beruflichen Gymnasiums Ingenieurwissenschaften. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität (Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jenewein, Dipl.-Gwl. Alexander Unger)
- Müller, Lars: Situiertes Lernen am beruflichen Gymnasium – Konzeption einer Unterrichtssequenz zur Herstellung dreidimensionaler Schaltungsträger als Projektarbeit im Profilfach Ingenieurwissenschaften. Bachelorarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität (Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jenewein, Stefan Brämer MA)
- Schatta, Lars: Situiertes Lernen im wissenschaftspropädeutischen Bildungsgang Ingenieurwissenschaften – Entwicklung einer situierten Lernaufgabe für den kompetenzorientierten Unterricht im beruflichen Gymnasium. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität (Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jenewein, Dipl.-Gwl. Alexander Unger)
- Tölle, Christian: Einfluss der Organisationsform des Unterrichts auf die Interdisziplinarität im Beruflichen Gymnasium Ingenieurwissenschaften. Masterarbeit, Paderborn: Universität (Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Karin Temmen, Prof. Dr.-Ing. Gunter Kullmer)
- Witte, Christian: Elektromobilität – Konzeption und Ausgestaltung einer situierten Lernaufgabe unter Nutzung einer Virtual Reality-Lernumgebung für das berufliche Gymnasium Ingenieurwissenschaften. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität (Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jenewein, Michael Robra M.Sc.)

6.6 Konferenzbeiträge und Publikationen

Konferenzbeiträge (Auszug):

Konferenz „Digitalisierung – Fachkräftesicherung – Lehrerbildung: Antworten der Gewerblich-technischen Wissenschaften und ihrer Didaktiken“, Magdeburg, 04.-05. Oktober 2018

Jenewein, Klaus; Klemme, Martina; Unger, Alexander: Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften - Erfahrungen mit der Implementation eines neuen Bildungsgangs und mit dem Konzept des situierten Lernens

Winkler, Florian: Struktur und Entwicklung des ingenieurwissenschaftlichen Selbstkonzepts als fachspezifische Determinante beruflicher Orientierungsprozesse bei Schüler/-innen des Beruflichen Gymnasiums für Ingenieurwissenschaften

Fachtagung Elektro- und Metalltechnik, Berlin, 03.-03. März 2018:

Jenewein, Klaus: Berufliche Bildung und Studierfähigkeit – Durchlässigkeit zwischen beruflicher Bildung und Hochschulbildung als Chance für das berufliche Bildungssystem

Nacht der Wissenschaft, Magdeburg, 20.05.2017:

Jenewein, Klaus; Klemme, Martina: Berufliche Bildung und Studierfähigkeit: Konzeption, Neuausrichtung und erste Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchung für das Berufliche Gymnasium für Ingenieurwissenschaften

Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung, Köln, 13. - 14. März 2017:

Jenewein, Klaus: Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften und sein Potential für die berufliche Fachrichtung Bautechnik

Fachtagung Elektro-, Information-, Metall und Fahrzeugtechnik, Köln, 13 - 14. März 2017:

Jenewein, Klaus; Winkler, Florian: Berufliche Bildung und Abitur: Die Entwicklung beruflicher Orientierung und fachlichen Interesses im beruflichem Gymnasium für Ingenieurwissenschaften

Berufliches Gymnasium Technik/Ingenieurwissenschaften – Länderübergreifende Fachtagung, Magdeburg, 29. - 30. Juni 2016

Jenewein, Klaus; Unger, Alexander: Ergebnisse und Erfahrungen aus dem länderübergreifenden Modellversuch „Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften“ – Zwischenresümee der wissenschaftlichen Begleitung

Fachtagung der technischen Bildung in Baden-Württemberg, 2015

Jenewein, Klaus: „Ingenieurwissenschaften“ als profilbildendes Fach im beruflichen Gymnasium – Problemhintergrund, Konzeption, Kurssystem.

Publikationsliste (Auszug):

Jenewein, Klaus; Klemme, Martina (2019): Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – Konzeption und Erfahrungen mit der Implementierung eines neuen Bildungsgangs. In: Bünning, F.; Frenz,

M.; Jenewein, K.; Windelband, L.: Übergänge aus der Perspektive der Berufsbildung – Akademisierung und Durchlässigkeit als Herausforderungen für gewerblich-technische Wissenschaften. Bielefeld: WBV

Jenewein, Klaus (2019): Berufliche Bildung und Studierfähigkeit – Durchlässigkeit zwischen beruflicher Bildung und Hochschulbildung als Chance für das berufliche Bildungssystem. In: Vollmer, Thomas et al. (Hrsg.): Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung. Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit. Bielefeld: WBV, S. 269-284.

Winkler, Florian (2019): Struktur und Ausprägung des ingenieurwissenschaftlichen Selbstkonzepts als fachspezifische Determinante beruflicher Orientierungsprozesse bei Schüler:innen des Beruflichen Gymnasiums. In: Bünning, F.; Frenz, M.; Jenewein, K.; Windelband, L.: Übergänge aus der Perspektive der Berufsbildung – Akademisierung und Durchlässigkeit als Herausforderungen für gewerblich-technische Wissenschaften. Bielefeld: WBV

Jenewein, Klaus (2018): Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften und sein Potential für die berufliche Fachrichtung Bautechnik. In: Trends beruflicher Arbeit - Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Heterogenität: Ergebnisse der Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung 2017 - Norderstedt: PubliQation – Academic Publishing, S. 209-225.

Jenewein, Klaus (2017): Berufliche Bildung und Studierfähigkeit – zur Durchlässigkeit der beruflichen Bildung in das Hochschulsystem. In: Lernen & Lehren: Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik, Fahrzeugtechnik. Wolfenbüttel: Heckner, Bd.32.2017, 127, S. 92-101.

Jenewein, Klaus; Domjahn, Jürgen; Unger, Alexander (2017): Situiertes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – eine Handreichung für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis. BBP-Arbeitsbericht Nr. 91, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut 1 – Berufs- und Betriebspädagogik.

Klemme, Martina; Jenewein, Klaus; Unger, Alexander (2017): Innovationsprojekt „Ingenieurwissenschaften“ an Beruflichen Gymnasien im Land Sachsen-Anhalt. Zwischenbericht 2013-2016.

Jenewein, Klaus (2016): Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und curriculare Umsetzung am Beispiel der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt. BBP-Arbeitsbericht Nr. 90, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut 1 – Berufs- und Betriebspädagogik.

Jenewein, Klaus (2016): Ingenieurwissenschaften als Profilfach im Beruflichen Gymnasium – Ausgangslage, Handlungsansatz und Entwicklungsstand. In: Dokumentation der länderübergreifenden Fachtagung „Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften“ am 03. und 04.11.2015. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung

Jenewein, Klaus (2015): Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und Lehrplanentwurf für einen gymnasialen Bildungsgang an berufsbildenden Schulen in Sachsen-Anhalt. BBP-Arbeitsbericht Nr. 80, 3. Auflage, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut 1 – Berufs- und Betriebspädagogik.

Jenewein, Klaus (2015): Berufliches Gymnasium. In: Lexikon Berufsbildung: ein Nachschlagewerk für die nicht-akademischen und akademischen Bereiche. Bielefeld: Bertelsmann, S. 148-149.

Jenewein, Klaus (2015): „Ingenieurwissenschaften“ als profilbildendes Fach im beruflichen Gymnasium – Problemhintergrund, Konzeption, Kurssystem. In: Technik im Spannungsfeld der Allgemeinen und Beruflichen Bildung: erste Fachtagung der Technischen Bildung in Baden Württemberg. Hamburg: Kovac, S. 31-56 (Didaktik in Forschung und Praxis; 77).

Jenewein, Klaus (2014): Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und Lehrplanentwurf für einen gymnasialen Bildungsgang an berufsbildenden Schulen in Sachsen-Anhalt. BBP-Arbeitsbericht Nr. 80, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut 1 – Berufs- und Betriebspädagogik.

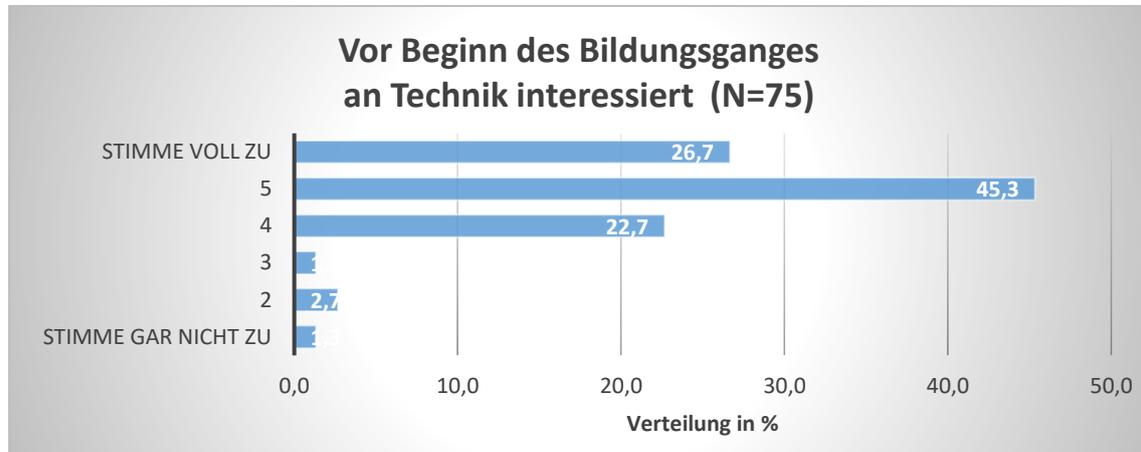
Jenewein, Klaus; Klemme, Martina (2014): Berufliches Gymnasium „Ingenieurwissenschaften“. In: Die berufsbildende Schule. Berlin: dbb Verlag, Bd.66.2014, 10, S. 339-344.

Jenewein, Klaus; Klemme, Martina (2014): Berufliches Gymnasium neu denken – „Ingenieurwissenschaften“ als wissenschaftspropädeutischer Bildungsgang. In: Die berufsbildende Schule. Berlin: dbb Verlag, Bd.66.2014, p, S. 300-306.

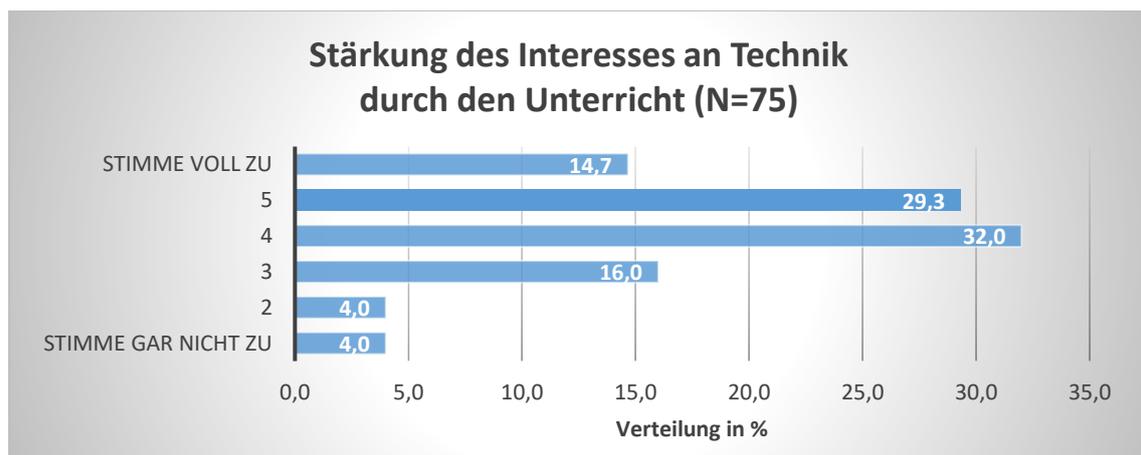
6.7 Auswertung der Schülerinnen- und Schülerbefragung (Fragebogen A)

1. Interesse an Technik / am technischen Bildungsgang

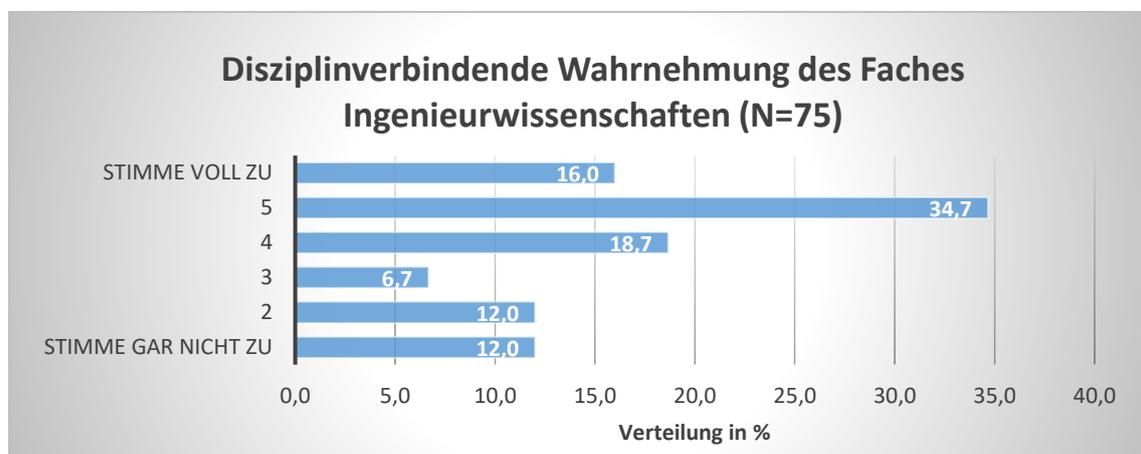
1.1. Ich war bereits vor Beginn des Bildungsganges am Thema „Technik“ interessiert.



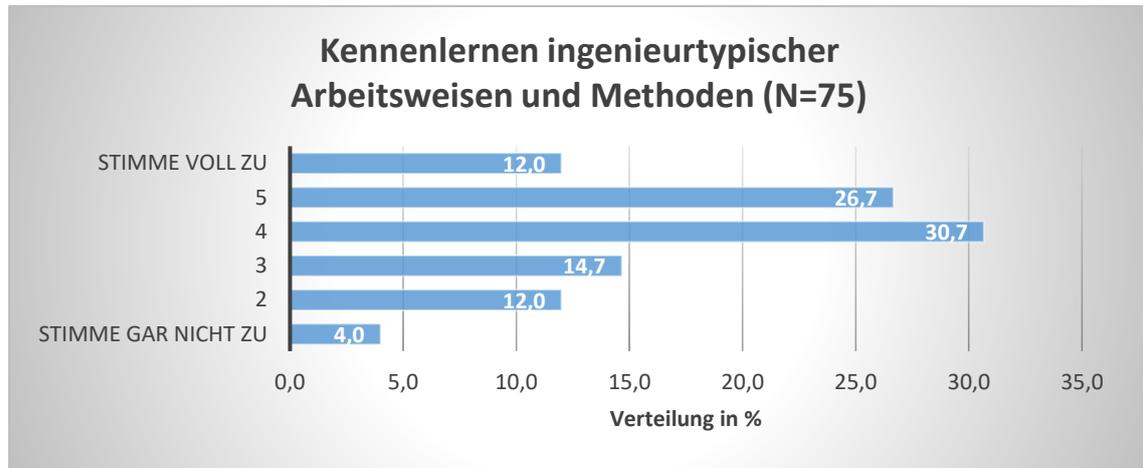
1.2. Mein Interesse für das Thema „Technik“ wird durch den Unterricht im Fachgymnasium gestärkt.



1.3. Ich nehme die Ingenieurwissenschaften als ein die Disziplinen Bau-, Elektro- und Informations- sowie Maschinenbautechnik verbindendes Fach wahr.

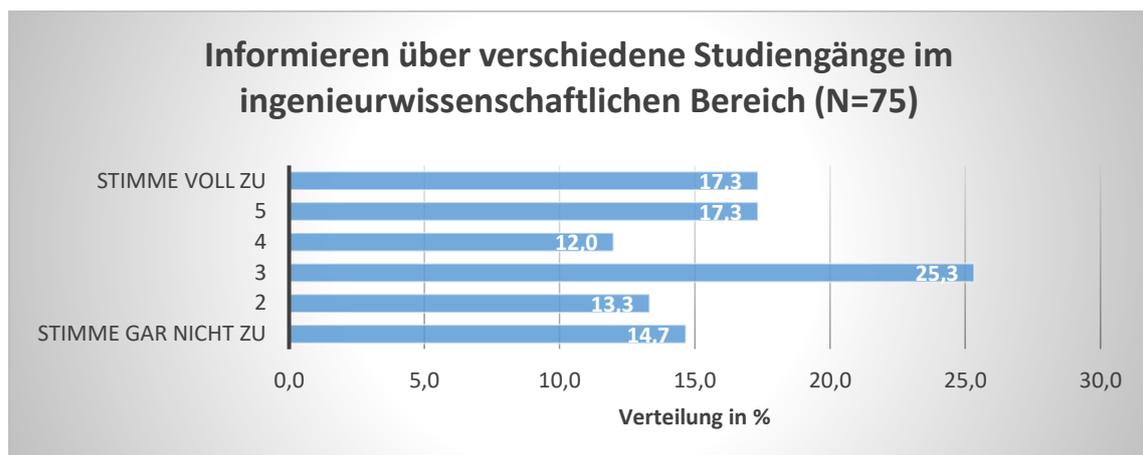


1.4. Ich habe ingenieurtypische Arbeitsweisen und Methoden kennengelernt und angewendet.

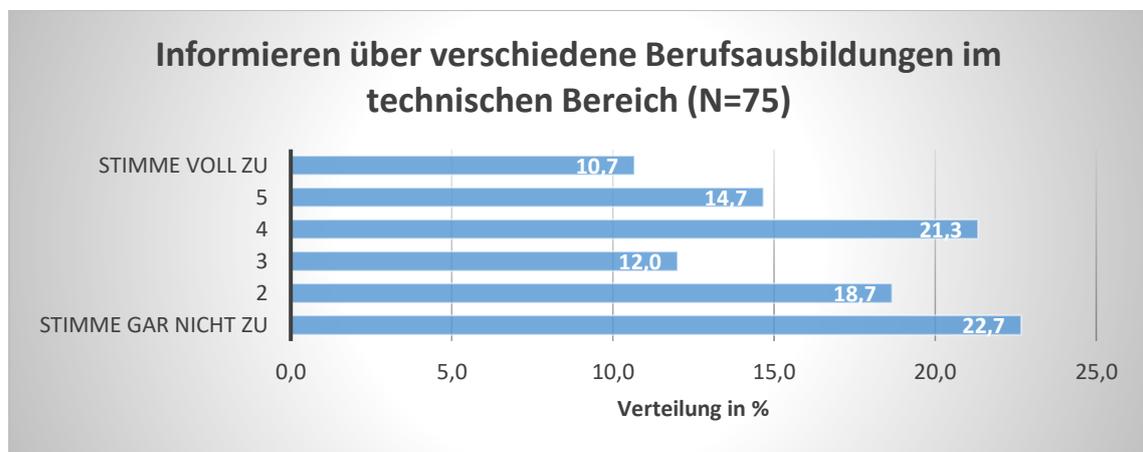


2. Zukunftsorientierung

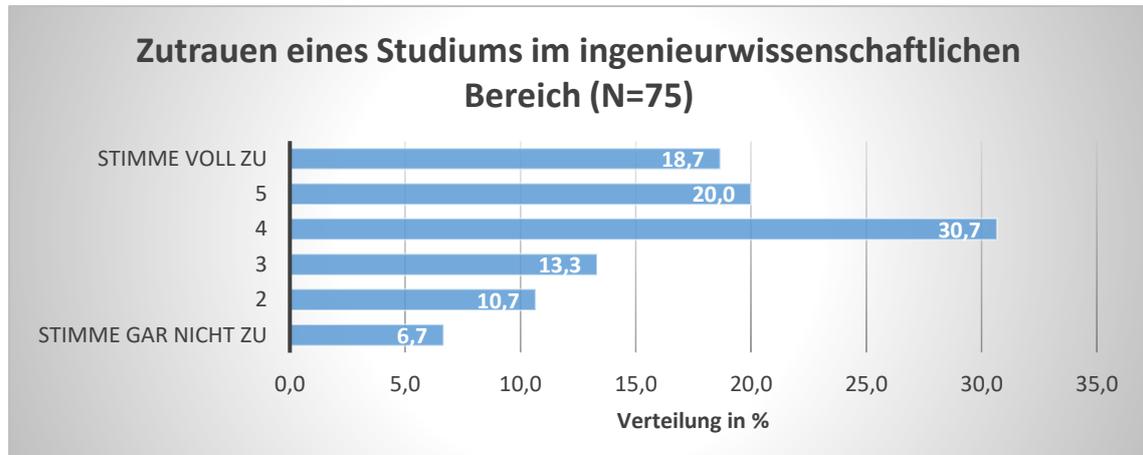
2.1. Ich habe mich über verschiedene Studiengänge im ingenieurwissenschaftlichen Bereich informiert.



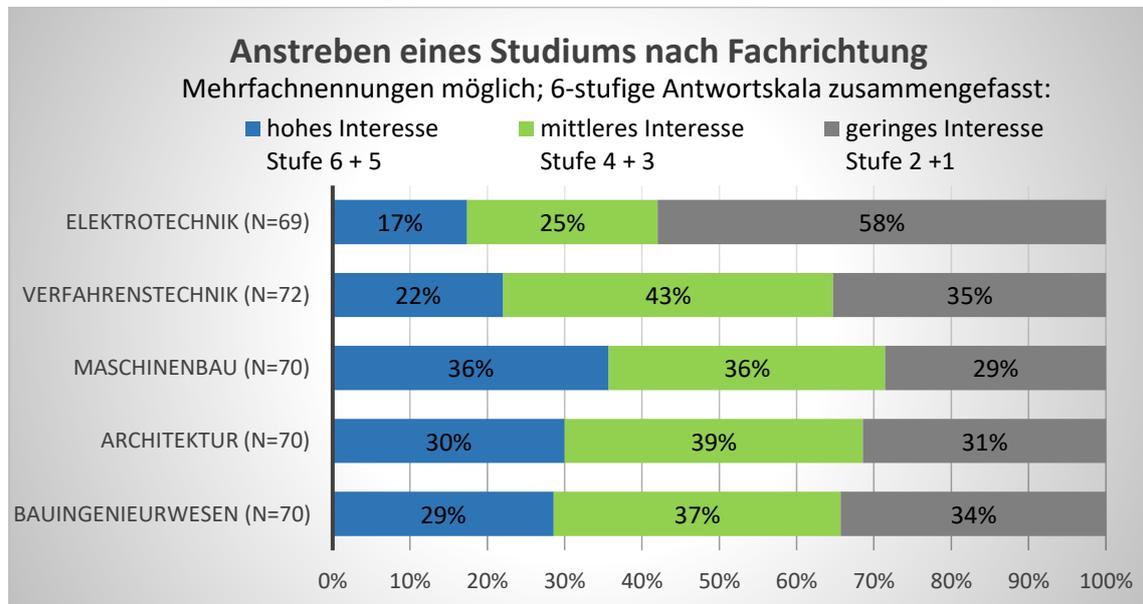
2.2. Ich habe mich über verschiedene Berufsausbildungen im technischen Bereich informiert.



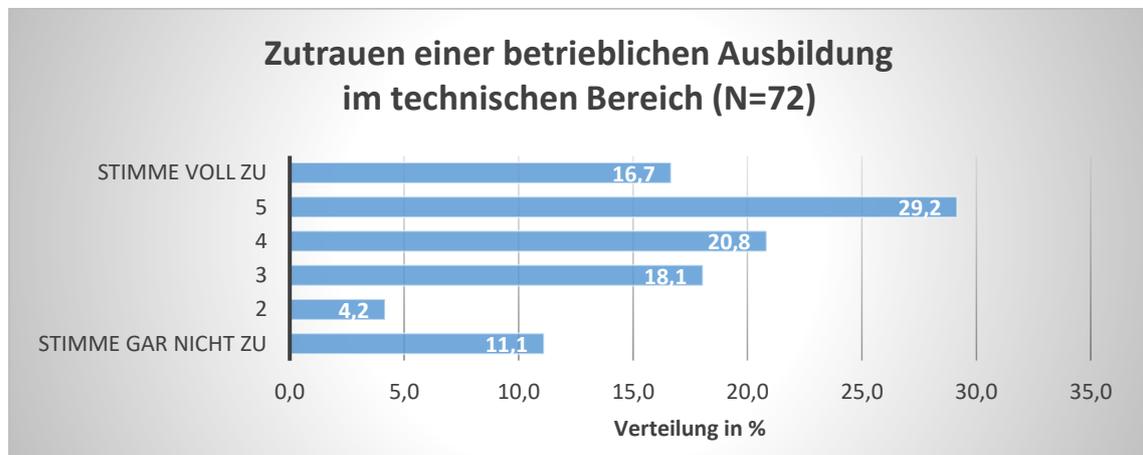
2.3. Ich traue mir ein Studium im ingenieurwissenschaftlichen Bereich zu.



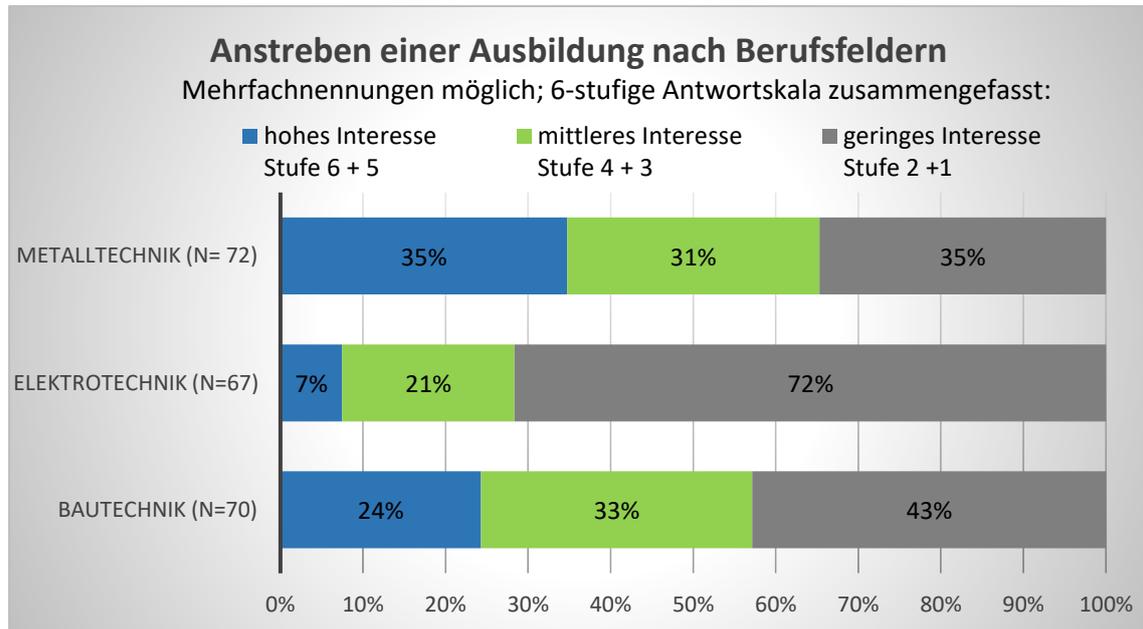
2.4. In welcher der folgenden Fachrichtungen streben Sie ggf. ein Studium an?



2.5. Ich traue mir eine betriebliche Ausbildung im technischen Bereich zu.

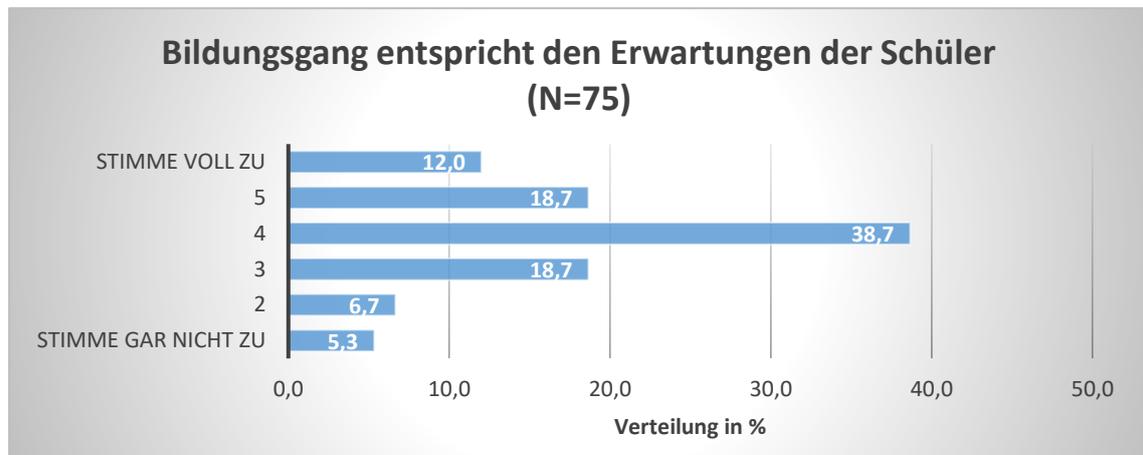


2.6. In welchem der folgenden Berufsfelder streben Sie ggf. eine betriebliche Ausbildung an?

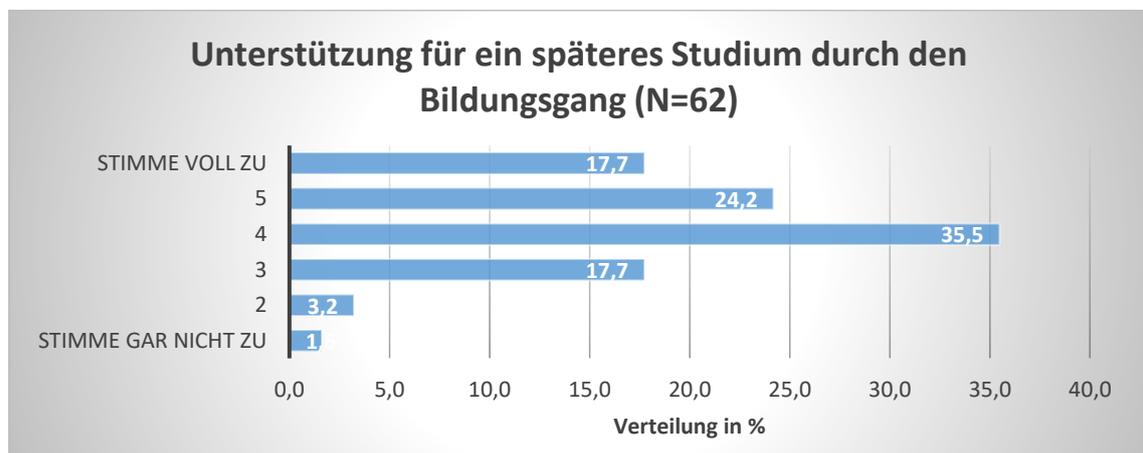


3. Fazit am Bildungsgang

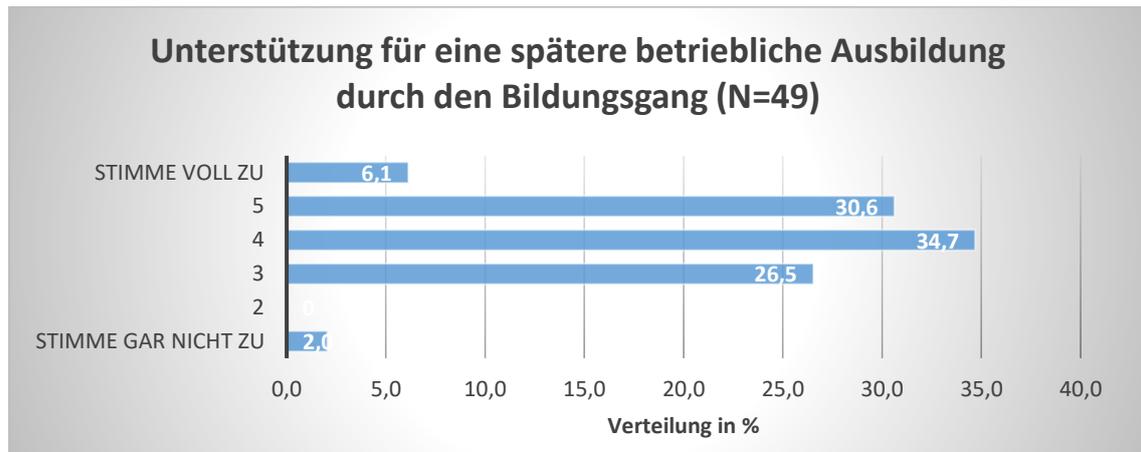
3.1. Der Bildungsgang mit seinen Unterrichtsinhalten entspricht meinen Erwartungen.



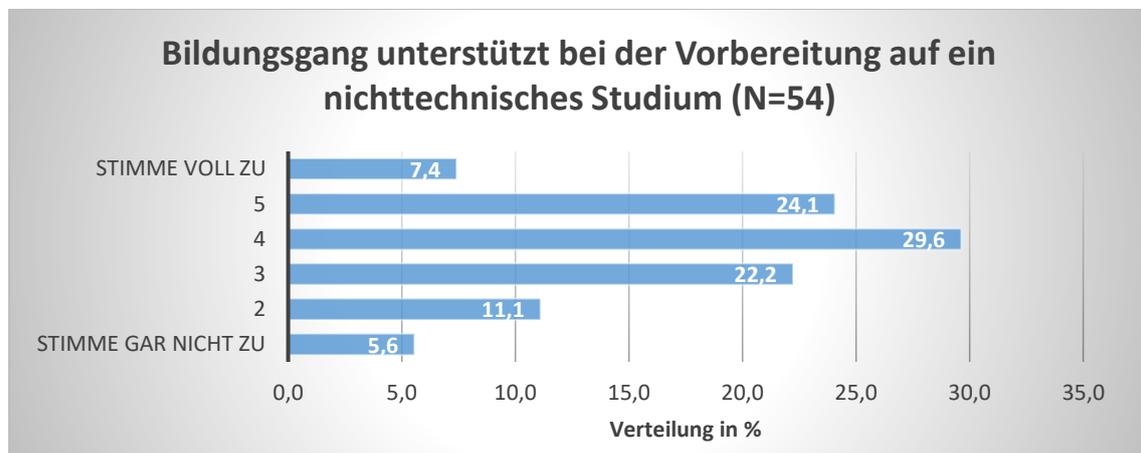
3.2. Der Bildungsgang unterstützt mich bei der Vorbereitung auf mein präferiertes Studium.



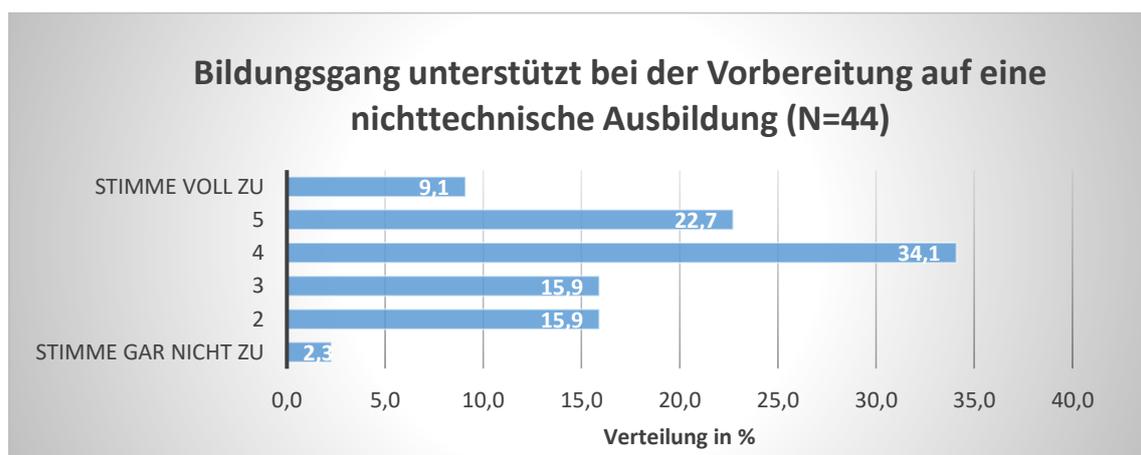
3.3. Der Bildungsgang unterstützt mich bei der Vorbereitung auf meine präferierte betriebliche Ausbildung.



3.4. Der Bildungsgang unterstützt mich bei der Vorbereitung auf ein nichttechnisches Studium.



3.5. Der Bildungsgang unterstützt mich bei der Vorbereitung auf eine nichttechnische Ausbildung.



Die Reihe Arbeitsberichte „Berufs- und Betriebspädagogik“

(ehemals: Arbeitsberichte des Instituts für Berufs- und Betriebspädagogik)

ISSN 1437-8493

2019

Heft 93
Jenewein, K.
Klemme, M.
Unger, A.
Innovationsprojekt „Ingenieurwissenschaften“ an Beruflichen Gymnasien im Land Sachsen-Anhalt – Abschlussbericht

Heft 92
Bergmann, D.
Spittel, M.
Scheitern einer Existenzgründung als Chance. Anregungen für den Wirtschaftslehreunterricht in Sachsen-Anhalt

2017

Heft 91
Jenewein, K.
Domjahn, J.
Unger, A.
Situierendes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften. Eine Handreichung für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis

2016

Heft 90
Jenewein, K.
Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und curriculare Umsetzung am Beispiel der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt

Heft 89
Bünning, F.
Pohl, M.
Lehramtsstudierende mit dem Unterrichtsfach Technik im Fokus – Zentrale Ergebnisse einer Längsschnitt-Untersuchung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Heft 88
Jahn, R.W.
Brünner, K.
Schunk, F.
„Neue“ Rollen des beruflichen Bildungspersonals und deren Wahrnehmung durch die pädagogischen Akteure – Eine interpretative Analyse dominanter Rollenbilder von Berufsschullehrern und Ausbildern

Heft 87
Götzl, M.
Jahn, R.W.
Spittel, M.
Zweidimensionale Typisierung des Forschungs- und Praxisinteresses von Studierenden – Ein Modell und erste empirische Befunde

Heft 86
Bünning, F.
Lehmann, J.
Einfluss von außerschulischen Lernorten auf die Gestaltung von technisch geprägten Karrierewegen – Eine empirische Analyse der Effekte des Engagements im Schüler-Institut Technik und angewandte Informatik (SITI) e. V. auf die Berufswahl

2015

Heft 85
Jenewein, K.
Duales Studium Berufsbildung – Erfahrungen mit der Kooperation zwischen der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Siemens AG

2014

Heft 84
Nepom' yashcha, Y. Geschlechterdifferenzierung in technischen Berufen unter dem Aspekt wachsender Heterogenität – Eine Untersuchung in der betrieblichen Berufsausbildung

Heft 83
Weidemeier, Ch. Handlungsansätze zur Prävention und Intervention von Ausbildungsabbrüchen unter dem Aspekt wachsender Heterogenität

Heft 82
König, M. Kooperatives Lernen in der betrieblichen Berufsausbildung

2013

Heft 81
Baumann, F.A.
Jenewein, K.
Müller, A. Green Jobs and Climate Change. The Saxony-Anhalt Region – Renewable Energies in the Perspectives of the Economy and Vocational Education and Training

Heft 80
Jenewein, K. Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und Lehrplanentwurf für einen gymnasialen Bildungsgang an berufsbildenden Schulen in Sachsen-Anhalt

2011

Heft 79
Schulz, A.
Martsch, M. Blended Learning - Die neue Rolle des Ausbilders

Heft 78
Jenewein, K.
Stolte, H. TVET Teachers and Trainers - Concepts in Academic Education and Research

2010

Heft 77
Martsch, M.
Wienert, O.
Liefold, S.
Jenewein, K. Perzeption in virtueller Realität als Aggregat von Visualisierung und Interaktion

Heft 76
Wittig, A. Professionalisierung von Projektleitern. Eine qualitative Untersuchung von Projektleitern

Heft 75
Salzer, S.
Möhring-Lotsch, N.
Müller, A. Einsatz neuer Medien in der betrieblichen Ausbildung - Didaktisches & webdidaktisches Konzept des Forschungsvorhabens „effekt“

Heft 74
Jenewein, K.
Schenk, M. Virtuelle Realität in der technischen Aus- und Weiterbildung - Gegenstandsbestimmung und Umsetzungsbeispiele

2009

- Heft 73**
Schlasze, V. Demografischer Wandel - Alternde Belegschaften und fehlende Nachwuchskräfte in kleinen und mittleren Unternehmen?
- Heft 72**
Peters, S.
Werwick, K. Führungskräfte und neue Anforderungen an den Führungsnachwuchs – am Beispiel von Arbeitssicherheit
- Heft 71**
Teichert, N. Der Bedarf an Personalentwicklung/-führung als wissenschaftliche Qualifizierung durch Unternehmen der Region
- Heft 70**
Peters, S. Projektorganisation – neue Herausforderungen im Kontext von Projektmanagement und Professionsentwicklungen
- Heft 69**
Geese, M.
Möhring-Lotsch, N.
Salzer, S. Analyse des Forschungsstandes zum Einsatz neuer Medien in der Aus- und Weiterbildung - Projekt „effekt - Verknüpfende Vermittlung von Fach- und Medienkompetenzen“ -
- Heft 68**
Schmicker, S.
Genge, F.
Lüder, K. Arbeitgeber-Attraktivität aus Sicht von Studierenden – Ergebnisse einer Studie zur Ermittlung von Attraktivitätsfaktoren für die Arbeitgeberwahl aus sich von Studierenden der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH)
- Heft 67**
Jenewein, K.
Hundt, D. Wahrnehmung und Lernen in virtueller Realität – Psychologische Korrelate und exemplarisches Forschungsdesign
- Heft 66**
Peters, S. Fach- und Führungsnachwuchsentwicklung in Wirtschaft und Hochschulbildung infolge von Tertiarisierung und demografischem Wandel
- Heft 65**
Möhring, J.
Gleisner, E.
Peters, S. Nachwuchs auf Nachwuchsstellen? Befragung von Diplomanden, Praktikanten und wissenschaftlichen Hilfskräften als potentieller Nachwuchs eines regionalen Forschungs- und Entwicklungsdienstleisters

2008

- Heft 64**
Peters, S. Professionalisierung und Projektmanagement
- Heft 63**
Rauner, F. Bildungsforschung in der Wissensgesellschaft: Grundlagen, Widersprüche und Perspektiven. Zur Berufsform der Arbeit als Dreh- und Angelpunkt beruflicher Bildung und der Berufsbildungsforschung.

Arbeitsberichte aus früheren Jahrgängen sind bereits vergriffen. Anfragen zu einzelnen Arbeitsberichten richten Sie bitte an die im Impressum angegebene Anschrift bzw. E-Mail.