

## **Qualitätsstandards durch zentrale Abschlussprüfungen – Zentralabitur im Fach Bautechnik am Beruflichen Gymnasium in Nordrhein-Westfalen**

---

### **1 Einleitung**

Warum dem Thema Zentralabitur einen eigenen Beitrag widmen und das bei einer solch kleinen Lerngruppe gegenüber den Auszubildendenzahlen im Baugewerbe? Betrachtet man die Zahlen der beiden Lerngruppen über die letzten Jahre, kann man feststellen, dass vollzeitschulische Lerngruppen zunehmen, während die Ausbildungszahlen gesunken sind. Gleichzeitig stellt die TOSCA Studie von 2004 für das Land Baden-Württemberg fest, dass in den beruflichen Gymnasien der Anteil an sozial benachteiligten Schülerinnen und Schülern aus bildungsfernen Schichten signifikant höher ist als an allgemeinbildenden Gymnasien und mittlerweile jeder dritte Abiturient in Baden-Württemberg sein Abitur am Beruflichen Gymnasium erworben hat (vgl. KÖLLER u.a. 2004, 198f.). Nach statistischer Auswertung der Anmeldezahlen zu den weiterführenden Schulen in Nordrhein-Westfalen ließ sich erstmals ein Trend feststellen, bei dem Eltern bewusst Gymnasien gemieden haben und ihre Kinder an Realschulen und Gesamtschulen angemeldet haben, um so ihren Kindern den Leistungsdruck des „Turboabiturs“ zu ersparen (vgl. LANDESELTERNRAT 2008). Aus diesen Faktoren wird erkennbar, dass die Beruflichen Gymnasien in Zukunft eine stärkere gesellschaftliche Bedeutung erlangen werden und mit größerem Zulauf zu rechnen ist.

Zentrale Abschlussprüfungen sind für die Lehrkräfte an berufsbildenden Schule nichts Außergewöhnliches und auch nicht Neues. Schon seit Jahrzehnten ist das Prüfungsverfahren im Ausbildungsbereich der Industrie- und Handelskammern zentral organisiert und in vielen Handwerkskammern ähnlich strukturiert. Für Lehrerinnen und Lehrer in den Bildungsgängen, die zur Allgemeinen Hochschulreife führen, stellte und stellt sich immer noch ein differenziertes Bild dar. In einigen Bundesländern mit der Tradition von eigenständigen Berufs-, Fach- oder Technikgymnasien gab es schon seit längerem zentrale Abschlussprüfungen. In Nordrhein-Westfalen machte sich das Schulministerium erst im 21. Jahrhundert auf den Weg zum Zentralabitur. Nachdem das Verfahren für die Gesamtschulen und Gymnasien eingeleitet und für das Jahr 2007 der erste Durchgang festgeschrieben war, geriet das Berufsbildende Schulsystem unter Zugzwang und so wurde für 2008 ein teilzentrales Verfahren beschritten, bei dem zunächst nur die profilbildenden Fächer – d. h. die berufsorientierten Leistungskursfächer und damit auch das Fach Bautechnik – zentral geprüft wurden. Dazu war es allerdings auch erforderlich, neue Lehrpläne zu entwickeln. Die Notwendigkeit ergab sich auch aus der Situation, dass bereits 1997 das Berufskolleggesetz erlassen wurde und damit der Modellversuch „Kollegschule“ für beendet erklärt wurde. Nach einer Übergangszeit von fünf Jahren sollten nun alle Rechtsgrundlagen und Vorschriften angepasst werden. Dies bedeutete, dass auch die Richtlinien und Lehrpläne, die es bisher beispielsweise für das Fach Bautechnik in

zweifacher Ausfertigung für zwei berufsbildende Schulsysteme gab, neu erstellt werden mussten. Zeitgleich waren die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen“ für das Fach Technik in Überarbeitung, und auch die Einführung von G8 (Verkürzung der Schulzeit des Gymnasiums auf acht Schuljahre im Jahr 2005) - dem „Turboabitur“ in Nordrhein-Westfalen - waren Beweggründe zu diesem Zeitpunkt zu handeln.

## **2 Ordnungskriterien zur Entwicklung der zentralen Prüfungen zur Allgemeinen Hochschulreife**

Als 2004 die Steuergruppe im Ministerium für Schule und Weiterbildung (damals noch für Schule, Jugend und Kinder) ihre Arbeit aufnahm, stand sie vor der großen Aufgabe, den Bestand von 28 Bildungsgängen mit annähernd genauso vielen Leistungskursen und individuellen Stundentafeln sowie mehr als 70 – zum Teil mehr als fünfzehn Jahre alte – Lehrpläne aus zwei parallelen Systemen zu sichten und auf ihre Zukunftstauglichkeit zu überprüfen.

Während auf Bundesebene Kommissionen mit der Überarbeitung der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ ihre Aktivitäten aufnahmen – die EPA für das Fach Technik wurde von der KMK am 16.11.2006 beschlossen und für gültig erklärt –, begann auf Landesebene in Nordrhein-Westfalen die eigentliche inhaltliche Arbeit mit der Entscheidung, Bildungspläne zu schreiben für die *„Bildungsgänge, des Berufskollegs, die ... zur allgemeinen Hochschulreife ... führen“* (gemäß der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für das Berufskolleg). Diese Bildungspläne setzen sich zusammen aus den **„Pädagogischen Leitideen“**, die für alle Bildungsgänge gelten, der **„Didaktischen Organisation im Bildungsgang“** der entsprechenden Fachbereiche, aufgeteilt nach den Fachbereichen, Erziehung und Soziales, Kunst und Gestaltung, Technik und Wirtschaft und Verwaltung. Im dritten Teil der Bildungspläne befinden sich die **Fachlehrpläne, z. B. Bautechnik**; zukünftig aber auch alle Fachlehrpläne für die weiteren Fächer des Bildungsgangs, z. B. Mathematik, Englisch, Deutsch, Physik, Gesellschaftslehre/Geschichte, etc.

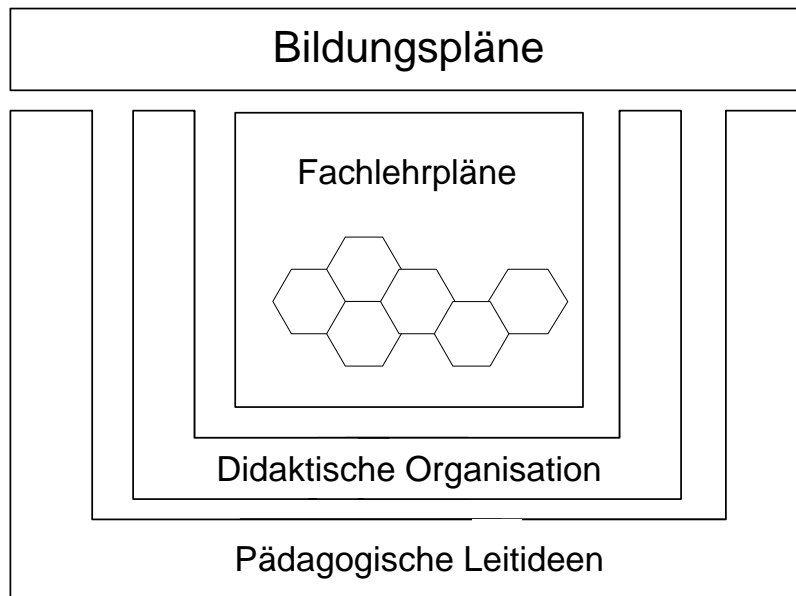


Abb. 1: Konstruktionsmerkmal der Bildungspläne (ALLENDORFF 2006)

Die Bildungspläne sind Strukturmerkmale, die auf methodisch-didaktische Weise auf den Unterricht wirken. Für das Prüfungsverfahren werden jedoch weitere Elemente benötigt. Denn die Erstellung der Prüfungsvorschläge wird nicht an ein externes Institut vergeben, das für alle Bildungsgänge die Prüfungsaufgaben entwickelt. Vielmehr werden die Lehrkräfte in den Berufskollegs in die Aufgabenerstellung mit eingebunden, sodass eine Nähe zur Unterrichtspraxis gewährleistet werden kann. Im Wechsel werden Schulen über die Schulaufsicht aufgefordert, Aufgabenvorschläge zu erstellen und einer Aufgabenauswahlkommission vorzulegen. Für die Erstellung der Aufgabenvorschläge stellt das Ministerium Vorgaben zur Verfügung, nach denen die Lehrkräfte Ihre Vorschläge entwickeln – oder besser gesagt „konstruieren“ – sollen.

In den **Konstruktionsmerkmalen** werden beispielsweise Vorgaben zur Aufgabenstellung für das Fach Bautechnik formuliert: „... als Entwurfsaufgabe, Konstruktionsaufgabe oder aus dem Bereich der Schadensanalyse ...“ Die Aufgabe soll „eine komplexe Ausgangssituation als Ausgangspunkt von Problemanalysen und von konkreten, begründeten Lösungsvorschlägen“ enthalten. Dabei sollten sich „die Ausgangssituationen ... auf planerische oder konstruktive Probleme beziehen“ oder „an prozessorientierten Betrachtungen ausrichten“. Damit will die Aufgabenauswahlkommission sicherstellen, dass „die Aufgabenstellungen ... auf eine Integration fachwissenschaftlicher Inhalte in ganzheitliche Strukturen bautechnischen Handelns abzielen“ (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006f, 1-4). Diese Vorgaben sind Konstanten. Sie verändern sich in der nächsten Zeit genauso wenig wie die Fachlehrpläne.

Darüber hinaus werden jährlich neue **Vorgaben für die Abiturprüfung** im Fach Bautechnik durch die Verbindlichkeit von Themen und Inhalten festgelegt, die die Varianz der Aufgabenstellung ausmachen. Dies wird natürlich auch Einfluss haben auf die Schwerpunktsetzung im

Unterricht, wenn die Lehrkraft weiß, dass im Jahr 2008 die drei Themen „*Prüfen und Bewerten eines Bauvorentwurfes, Bemessung eines Sparrens im Pfettendach, Planung einer zweischaligen Außenwandkonstruktion*“ im Zentralabitur gefordert werden (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006e, 3).

Flankiert wurde dieses Verfahren mit der Durchführung einer **Probeklausur** in der Jahrgangsstufe 12 in 2007, mit **Beispielaufgaben** einschließlich Erläuterungen zur Bewertung sowie durch ein internes Verfahren zur **Evaluation der Probeklausuren**. Letztere Ergebnisse stehen den Mitgliedern der Aufgabenauswahlkommission zur Verfügung zur ständigen Verbesserung der Qualität der Prüfungsaufgaben.

### **3 Bildung im Medium des bautechnischen Berufsfeldes im Fokus der Studierfähigkeit**

*“Das Berufskolleg vermittelt den Schülerinnen und Schülern eine umfassende berufliche, gesellschaftliche und personale Handlungskompetenz und bereitet sie auf ein lebensbegleitendes Lernen vor. Es qualifiziert die Schülerinnen und Schüler, an zunehmend international geprägten Entwicklungen in Gesellschaft und Wirtschaft teilzunehmen und diese aktiv mitzugestalten“* (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2007).

Die Zielstellung der Bildungsgänge wird durch die Leitbegriffe Handlungskompetenz, Wissenschaftspropädeutik und studien- und berufsbezogene Qualifikationen gekennzeichnet (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006a).

Diese Leitziele stellen die Autoren den „Pädagogischen Leitideen“ der neuen Bildungspläne voran. Sie machen darin deutlich, dass auch für das Berufliche Gymnasium in Nordrhein-Westfalen – wie vermutlich auch für viele gymnasiale Oberstufen im berufsbildenden System der anderen Bundesländer – die **umfassende berufliche Handlungskompetenz** Leitgedanke ist und bleibt. Daneben werden aus dem bisher bestehenden Konzept der Bildungsgänge, die zur Allgemeinen Hochschulreife führen, die Leitbegriffe Wissenschaftspropädeutik und studien- und berufsbezogene Qualifikationen übernommen (vgl. ebd., 7).

Daraus ergibt sich folgendes didaktisches Konzept mit fünf grundlegenden didaktischen Gestaltungsmerkmalen:

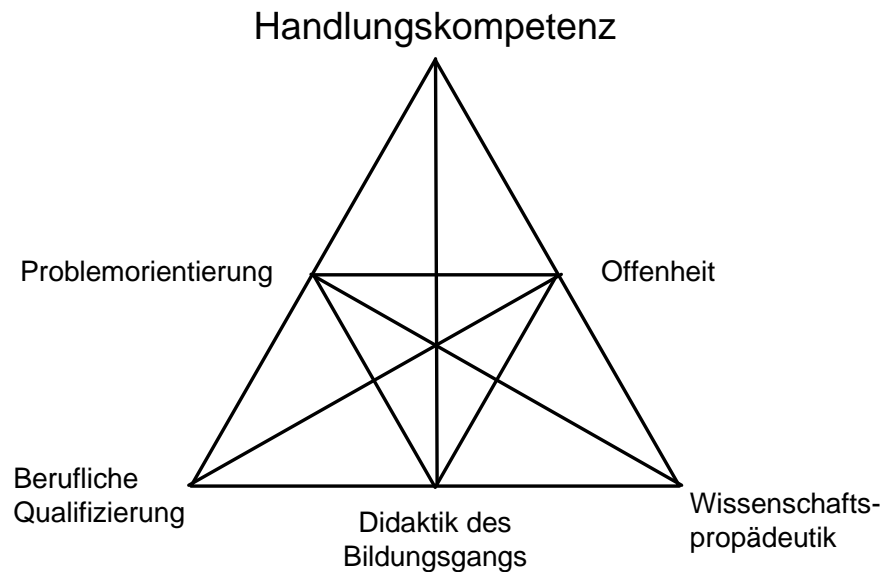


Abb. 2: Zielstellung und didaktische Merkmale der Bildungsgänge (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006a, 8)

Im Fach Bautechnik ist nun im Sinne der **Problemorientierung** als zentrales didaktisches Merkmal eine spezifische Unterrichtsstrategie zu entwickeln, die Problemlösekompetenz als integralen Bestandteil des Leitziels Handlungskompetenz aufnimmt und einen besonderen kognitiven Leistungsbereich ausweist. Dies kann durch projektorientiertes bzw. -bezogenes Vorgehen mit Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben oder mit Beispielen aus dem Bereich der Schadensanalyse erfolgen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwar von einem hohen Maß an kognitiver Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in diesen Klassen ausgegangen werden kann, dennoch aufgrund des mangelnden Praxisbezugs analytische Schritte nach Entwurf und Konstruktion erwartet werden können.

*„Problemorientierung im Unterricht zielt auf die Entwicklung von Problemlösekompetenz“* (ebd.). Mit der Problemlösekompetenz in der Bautechnik sollen Schülerinnen und Schüler ihre Bereitschaft und Fähigkeit in problemhaltigen Situationen, für deren Bewältigung keine Routinen verfügbar sind, zielorientiert zu denken und zu handeln, einüben. Hier gibt es innerhalb der Bautechnik besonders geeignete Beispiele im Themenfeld „Bauen im Bestand“ sowie in der Bauphysik. Dort kann Problemlösekompetenz analytische wie kreative Fähigkeiten fördern.

Mit dem didaktischen Merkmal der **Offenheit** schaffen die Bildungspläne Raum um regionale Aspekte, aktuelle Bauvorhaben, Stadtentwicklung in den Unterricht mit aufzunehmen und damit für die Komplexität aus allen Lebensbereichen zu öffnen. Entwicklungen und Situationen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft, die durch Bauplanung und Realisation von Bauvorhaben entstehen, können an Themen wie Flächenverbrauch, nachhaltige Energieeffizienz bearbeitet werden. Sie führen zu einer Bereicherung des Unterrichts und werden zu einer wichtigen Voraussetzung für eine zeitgemäße aktive Kompetenzentwicklung für Schülerinnen und Schüler.

Alle Fächer die zu einer Allgemeinen Hochschulreife führen, haben die Aufgabe **wissenschaftspropädeutisch** zu wirken. *„Im wissenschaftspropädeutischen Unterricht setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit wissenschaftlichen Verfahren und Erkenntnisweisen auseinander“* (ebd.). Dazu gehören *„Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, wissenschaftliche Methoden (hermeneutische und empirische, deduktive und induktive Verfahren; Hypothesenbildung; Verifizierung; Beobachtung; Vergleich; Interpretation etc.), Methodenkritik (Möglichkeiten und Grenzen fachwissenschaftlicher Methoden) sowie Überprüfen und Infragestellen fachwissenschaftlicher Ergebnisse“* (ebd.). Dieser Anspruch für den Leistungskurs Bautechnik ist nicht neu, stellt aber einen Perspektivwechsel gegenüber den Bildungsgängen der Dualen Ausbildung dar, weil dort die Handlungskompetenz in konkreten Arbeits- und Geschäftsprozessen gefordert wird.

Jedoch fordert das Konzept trotzdem dazu auf, den Unterricht, die Problemstellungen auf konkrete berufliche Handlungen zu beziehen. Bautechnik soll weiterhin **berufsqualifizierend** bleiben und nicht zur Anwendung von „fischertechnik“ degradiert werden. Die Autoren stellen klar: *„Bildung entsteht so im Aufbau berufsrelevanten Wissens und Könnens, das ein reflektiertes Verständnis von Zusammenhängen beruflicher Praxis, Technik, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Kultur und individuellen Handlungsmöglichkeiten einschließt“* (ebd.).

Die **Bildungsgangdidaktik** fordert ein hohes Maß an Interdisziplinarität. Bautechnik ist das Leitfach. Es soll den anderen Fächern Orientierung geben für die Ausgestaltung ihrer eigenen Themen und Lerninhalte. So orientiert sich das didaktische Handeln der Lehrkräfte am subjektiven Bildungsgang und steuert so Kompetenzentwicklung und Identitätsbildung der Schülerinnen und Schüler. Wer mit sechzehn Jahren den Wunsch verspürt Bauingenieur oder Architekt zu werden, der sollte dies im Bildungsgang mit dem Leistungskurs Bautechnik schon einüben können. Die Vision ist dabei: Der Leistungskurs Bautechnik ist der Königsweg zum Studium des Bauingenieurwesens oder der Architektur!

Das Fach Bautechnik stellt damit sicher, dass organisatorisch ein fachlich differenzierter Handlungszusammenhang geschaffen wird

- durch Phasen des Bildungsgangs, die sich an den Entwicklungsständen der Schülerinnen und Schüler orientieren,
- durch lernbereichsübergreifende und fächerintegrierende Projekte und
- durch eine auf die Lern- und Entwicklungsperspektiven der Schülerinnen und Schüler ausgerichtete Koordination der Lehrplanungen zwischen den im Bildungsgang unterrichtenden Lehrkräften.

Dies wird in der didaktisch-methodischen Jahresplanung vereinbart und fixiert.

Bildung findet somit statt im Medium des Berufs. Bautechnik kann nicht nur berufs-, sondern auch studienqualifizierend sein!

## 4 Technikdidaktische Ansätze zur Strukturierung des Faches Bautechnik

Wie bereits oben erwähnt, kommt dem Fach Bautechnik im Bildungsgang mit der didaktisch-methodischen Jahresplanung die Aufgabe zu, einen fachlich differenzierten Handlungszusammenhang zu schaffen. Zur Umsetzung der pädagogischen Leitideen erhalten die Lehrkräfte einen Leitfaden zur **didaktischen Organisation** (Teil II der Bildungspläne). Die Aufgabe der „didaktischen Organisation“ ist es, „die Konzeption der pädagogischen Leitideen für den jeweiligen Bildungsgang didaktisch zu konkretisieren und durch eine darauf bezogene Bildungsgangarbeit die Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse zu unterstützen“ (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006b, 9). Es wird eine didaktische Struktur der Bildungsgänge entwickelt, die den Gegenstandsbereich der Bildungsgänge definiert, die geforderte Kompetenzentwicklung und die prognostizierten beruflichen Prozesse beschreibt.

Das besondere an dieser Konzeption für die technischen Bildungsgänge ist nicht die Beschreibung der Kompetenzentwicklungen. Diese sind kongruent zu den bisher existierenden, weichen vermutlich nur in den Anforderungsbereichen bzw. Niveaustufen ab. Aber mit dem Teil II der Bildungspläne wird ein gemeinsamer Domänenbegriff „Technik“ eingeführt und für alle technischen Bildungsgänge – von der Chemietechnik über die Bautechnik bis zur Datenverarbeitungstechnik – ein gemeinsamer Technikbegriff sowie ein gemeinsamer technikdidaktischer Ansatz für gültig erklärt. Dies hat es so bisher noch nicht – zumindest in Nordrhein-Westfalen – gegeben.

Mit der Beschreibung des Gegenstandsbereichs der Bildungsgänge wird hier ein Domänenbegriff Technik definiert:

*„Berufliche Praxis als Gegenstandsbereich der technischen Bildungsgänge ist die in der Berufsarbeit aktualisierte Wechselbeziehung zwischen Mensch, Technik, Organisation (Wirtschaft) und Kultur unter den Rahmenbedingungen von Natur und Gesellschaft“ (ebd., 10).*

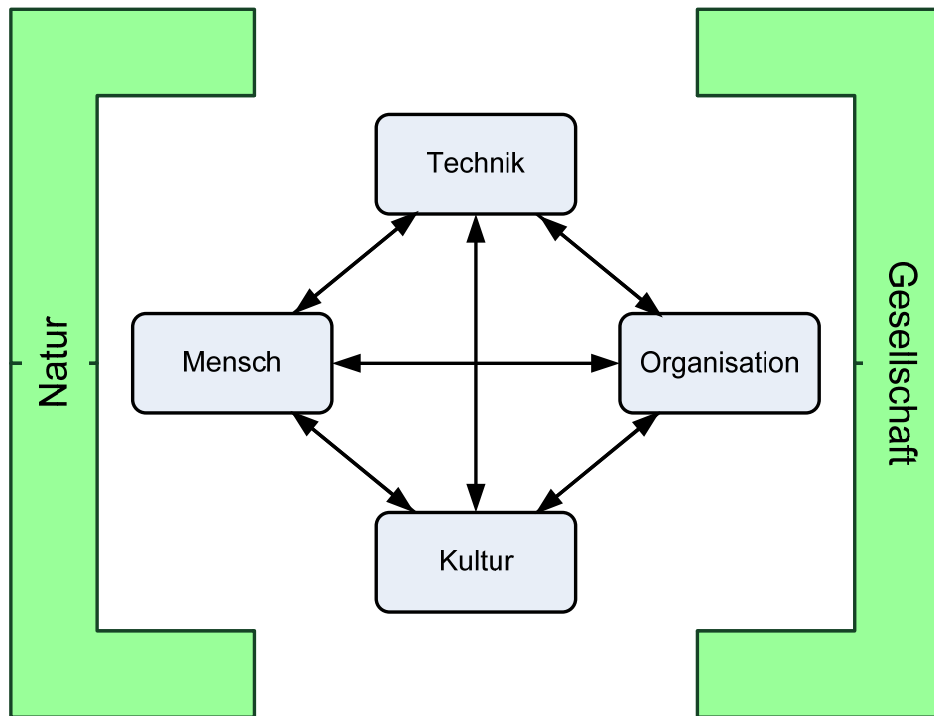


Abb. 3: Gegenstandsbereich / Domäne der technischen Bildungsgänge (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006b, 9)

Technik stellt in der Berufswelt des arbeitenden Menschen, mit den wirtschaftlichen Strukturen der Organisation sowie der Kultur der Arbeit eine Einheit dar. Technik ist also nur als Mittel und als Ergebnis menschlicher Arbeit zu verstehen.

Der Technikbegriff, dem dieses Verständnis zugrunde liegt, beruht auf der VDI - Richtlinie 3780: Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen. Dort heißt es: Technik im diesem Sinne „umfasst

- die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde auch Artefakte oder Sachsysteme genannt;
- die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen;
- die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden" (VDI 1991)





Abb. 4: Technikdefinition: Technik = Sache (Realtechnik) + sachbezogenes Handeln (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006b, 17)

Damit soll der Ganzheitlichkeitsanspruch deutlich werden, dass Technik die technischen Sachsysteme (Realtechnik) genauso umfasst wie deren Entstehung und Verwendung. Gleichzeitig ist die Herkunft und Nähe zum technikdidaktischen Ansatz der Systemtheorie ROPOHLS zu erkennen.

In den Mittelpunkt des technikdidaktischen Ansatzes rücken soziotechnische Systeme. „*Den Kern der soziotechnischen Systeme bilden die technischen Sachsysteme der Domäne des jeweiligen Bildungsgangs. Entsprechend dem Verständnis von beruflich technologischer Bildung sind über die Sachsysteme hinaus deren Entstehung und Verwendung im Bildungsgang zu thematisieren. Soziotechnische Systeme der ‚Technikentstehung‘ umfassen die Handlungsphasen Zielsetzung, Planung, Entwicklung und Herstellung; Soziotechnische Systeme der ‚Technikverwendung‘ umfassen die Handlungsphasen Verteilung, Nutzung und Beseitigung*“ (ebd., 19).

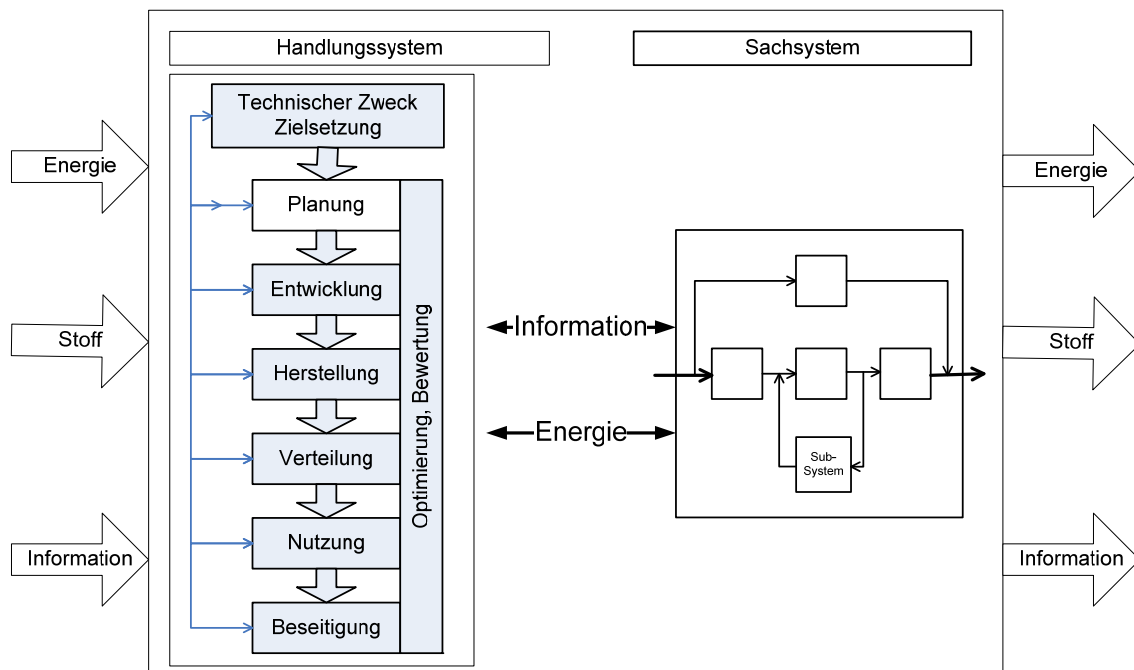


Abb. 5: Schema eines soziotechnischen Systems (a.a.O., 18, nach ROPOHL 1979)

Hier sind die Lehrkräfte der Bautechnik gefordert, soziotechnische Systeme zu definieren, die diesem Ansatz gerecht werden. Mit zunehmender Vernetzung von Bauplanung, Bauausführung, Baubetrieb und Objektbewirtschaftung während des gesamten Lebenszyklus auf der einen Seite und Nachhaltigkeit durch Energieeffizienz und Fragen der Umweltverträglichkeit und Folgenabschätzungen auf der anderen Seite, werden auch für die Bautechnik systemtheoretische Betrachtungsweisen, in denen menschliche Handlungssysteme mit technischen Sachsysteme mit Stoff-, Energie- bzw. Informationsströmen zu einer integrativen Einheit werden, nachvollziehbar und anwendbar. Deutlich wird daran ein niveauvoller Wissenschaftsbezug, der bisweilen politische, gesellschaftliche und philosophische Züge trägt (vgl. MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006b, 18).

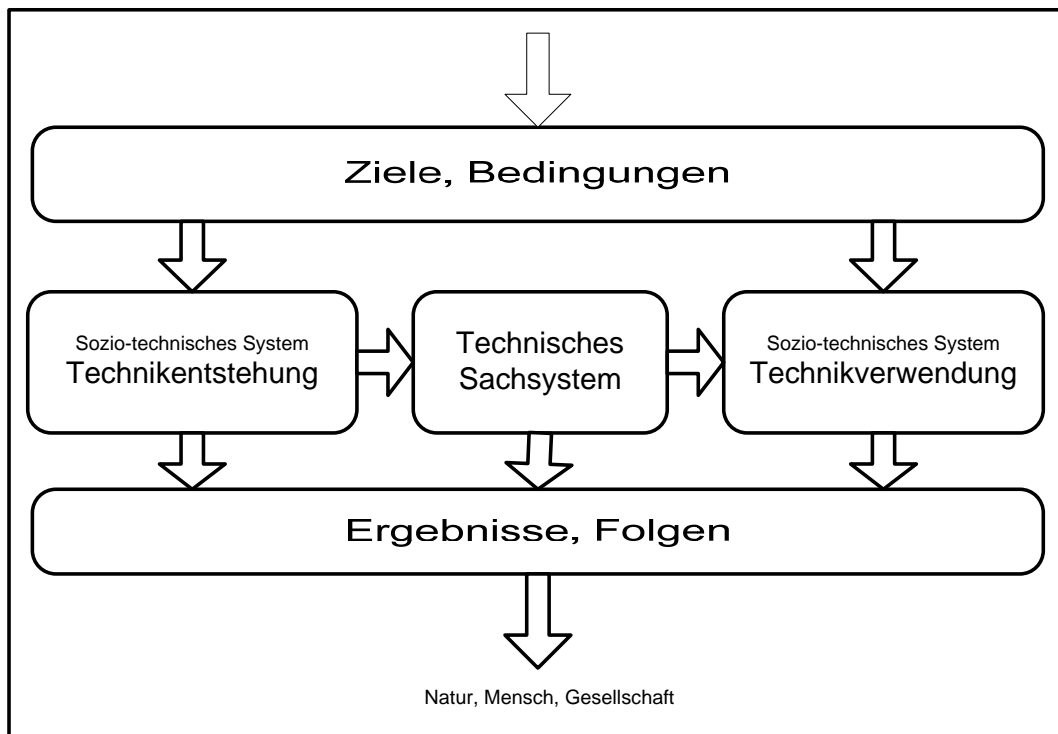


Abb. 6: Soziotechnische Systeme (Überblick) (ROPOHL 1999, 44)

Die Lehrplankommission hat dies für das Leistungskursfach Bautechnik bereits weitgehend konkretisiert: „*Der Gegenstandsbereich der Bautechnik orientiert sich am Lebenszyklus von Bauwerken. Dazu gehören die Teilaspekte Planung, Entwurf, Bauausführung, Bauunterhaltung und Bewirtschaftung, Denkmalpflege sowie Recycling. Dabei bilden rechtliche, statische, bauphysikalische sowie ökologische und ökonomische Erfordernisse die Grundlage. Das Bauen im Bestand sowie ökologische Gesichtspunkte gewinnen zunehmend an Bedeutung*“ (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 2006c, 7). Dabei hat die Lehrplankommission die Berücksichtigung des Spannungsfeldes Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft mit in den Blick genommen sowie das berufliche Handeln in gesellschaftlicher und ökologischer Verantwortung festgeschrieben. Ebenso fordert sie die Lehrerinnen und Lehrer auf, berufliche Anforderungen unter Berücksichtigung bautechnischer Aufgaben in einen komplexen Zusammenhang zu stellen. „*An konkreten Bauwerken werden Bauteile unter bauphysikalischen, konstruktiven, ökologischen und ökonomischen Aspekten analysiert, konstruiert, dimensioniert und bewertet. Dabei gewinnt der Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit besondere Bedeutung.*“ (ebd., 7).

Die Kompetenzentwicklung in *technischen* Bildungsgängen steht als Leitziel im Mittelpunkt der Bildungsgangarbeit. Das Ziel der Kompetenzentwicklung bildet die Schlüsselperspektive für die Bildungsgangarbeit. Sie wird an dieser Stelle konkretisiert für die technischen Bildungsgänge und gibt Anstöße, sie auf das Fach Bautechnik zu präzisieren. Der Fachlehrplan selbst formuliert aufgrund dieser Vorgaben keine Kompetenzen, sondern grenzt Themen und Inhalte ein, an denen die Kompetenzentwicklung erfolgen soll.

<b>Übersicht über die Kursthemen im Fach Bautechnik</b>	
<b>Kurshalbjahr</b>	<b>Kursthemen</b>
<b>11.1</b>	<b>Baukörper in Mauerwerk – Gestaltungs- und Planungsprozess</b>
<b>11.2</b>	<b>Tragkonstruktionen aus Holz – Entwurf und Planungsprozess</b>
<b>12.1</b>	<b>Statisch bestimmte Tragkonstruktionen im Stahlbetonbau</b>
<b>12.2</b>	<b>Bauphysikalische Anforderungen an Gebäudeteile</b>
<b>13.1</b>	<b>Planungskonzept und rechnerische Nachweise für ein Wohnbauprojekt</b>
<b>13.2</b>	<b>Konstruktionsdetails und Bauantrag für ein Wohnbauprojekt</b>

Abb. 7: Themen und Inhalte der Kurshalbjahre (a.a.O., 9)

## **5 Konkretisierung an Beispielen**

Der Fachlehrplan gibt für die alltägliche Unterrichtspraxis Themen und Inhalte vor. In einem einführenden Beispiel werden Anregungen gegeben, wie die Inhalte in das Konzept sozio-technischer Sachsysteme und der Kompetenzentwicklung eingeordnet werden können:

## Beispiel aus 12.2

<b>Kursthema: Bauphysikalische Anforderungen an Gebäudeteile</b>	
Zum Beispiel: Ein- und zweischalige Außenwandkonstruktionen (Dachkonstruktionen, ...) analysieren und ihren Aufbau hinsichtlich der bauphysikalischen Anforderungen bestimmen und bewerten	
<b>Tabelle 1: Themen</b> – Inhalte	<b>Tabelle 2: Hinweise</b> (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)
<b>Tabelle 3: Nachweis für ein behagliches Raumklima</b> – Wärmetechnische Berechnungen an unterschiedlichen Außenbauteilen – Optimierung unterschiedlicher Konstruktionen – Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte	Bauteilverfahren Anwendung branchentypischer Software Gebäudepass Bewertung von Dämmstoffen
<b>Tabelle 4: Qualitative Beurteilung von Wärmebrücken</b> – Anschlüsse und Bauteildurchführungen – Geometrische Wärmebrücken	
<b>Tabelle 5: Bewertung von Bauteilen hinsichtlich des Feuchteschutzes</b> – Konstruktive Aspekte – Tauwasserbildung an den Oberflächen und im Innern von Bauteilen – Nachweis von Tauwasserausfall mit Jahresbilanz	Bauschadensbilder Detaildarstellung der Konstruktion Heiz- und Lüftungsverhalten Glaser-Verfahren Blower-Door-Verfahren
<b>Tabelle 6: Bewertung der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle</b>	
<b>Tabelle 7: Planung konstruktiver Maßnahmen zur Luft- und Trittschalldämmung</b>	Schallnebenwege und Schallbrücken, Fugenproblematik, Entkopplung

Abb. 8: Übersicht Kurshalbjahr 12.2 (ebd., 14)

Für die Prüfungssituation steht eine Beispielaufgabe zur Verfügung, die den Lehrkräften Orientierung bieten soll, zur Erstellung eigener Aufgabenstellungen:

## Fach Bautechnik – Informationen für die Hand der Lehrerin/des Lehrers Profil bildender Leistungskurs

### Konstruktionsmerkmale der Aufgabe 2: Entwurfsaufgabe

#### Beschreibung der Ausgangssituation:

Das Ehepaar Sohlbach hat im Umland der Stadt Schwerin ein Grundstück mit einem eingeschossigen Flachdachbau erworben. Dieses fensterlose, ehemalige Lagergebäude soll zu einem Ferienhaus umgebaut werden (Vorgaben: siehe Anlage, Lageplan, Bestandszeichnungen, Nutzungs-, Baubeschreibung und Hinweise). Für die Planung dieses Vorhabens ergeben sich folgende Aufgabenstellungen:

#### Nutzungsbeschreibung:

- Das Ehepaar möchte das Gebäude im Sommer und Winter als Ferienhaus nutzen.
- Die Heizungsanlage wird auf dem Dachboden unter der neu entstehenden Satteldachkonstruktion untergebracht. Dieser Dachboden ist über eine Bodeneinschubtreppe erreichbar.
- Das Bad soll mindestens ein WC, ein Waschbecken und eine Dusche erhalten.
- Die Küchenzeile soll mit Spüle, Herd, Backofen und Kühlschrank ausgestattet werden.
- Das Schlafzimmer soll räumlich von den anderen Räumen abgeschlossen sein.
- Das Wohn- und Esszimmer soll einen Esstisch und gepolsterte Sitzmöbel für jeweils mindestens vier Personen erhalten. Ein Sitzmöbel soll für eventuelle Kurzbesuche der erwachsenen Tochter des Ehepaares als Schlafcouch genutzt werden können.

#### Baubeschreibung:

Bauort: Schwerin  
Lage über NN: 20m

#### Vorhanden:

Außenwand: Kalksandsteine DIN V 106 – KS 12 - 1,4 - 3DF / MGII

Attika: Die vorhandene Dachaufkantung aus Stahlbeton dient für den Dachausbau als Drempele und kann alle Kräfte aus dem entstehenden Dachtragwerk aufnehmen.

#### Geplant:

Außenwand: zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung

Pfettendach mit einfach stehendem Stuhl:

- Dachneigung 35°, Sparren 6/20 cm, Achsabstand  $a = 75$  cm,
- winkliges Aufholz 16 cm, Nadelvollholz C 24
- Fußpfette 12/12 cm, sie liegt mittig auf, Verankerung mit dem Stahlbetondrempele durch Injektionsanker M16
- Firstpfette 12/26 cm, die aufzumauernden Giebelwände und eine mittig anzuordnende Stütze bilden die Auflager für die Firstpfette.

Dachaufbau: belüftete Dachkonstruktion

Falzziegel mit  $g_k = 0,55$  kN / m<sup>2</sup>

Nadelholz mit  $g_k = 6,0$  kN / m<sup>3</sup>

20 cm Dämmung mit  $g_k = 1,0$  kN / m<sup>3</sup>

1,25 cm Gipskartonplatten mit  $g_k = 9,0$  kN / m<sup>3</sup>

Notwendige Unterkonstruktionen sind in diesen Werten schon berücksichtigt worden.

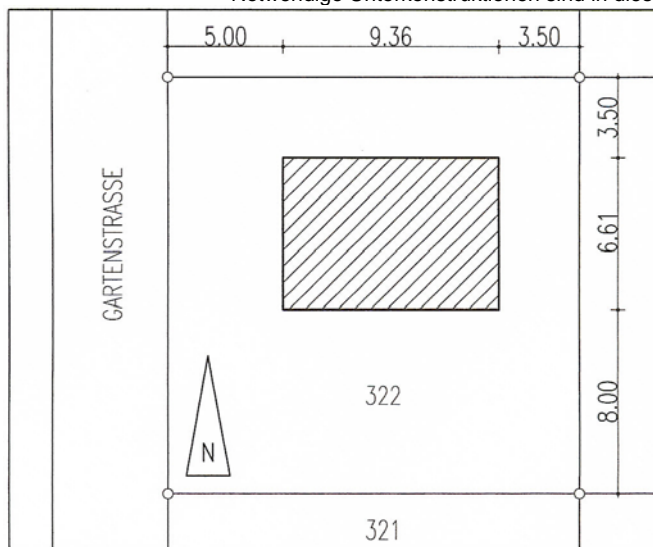
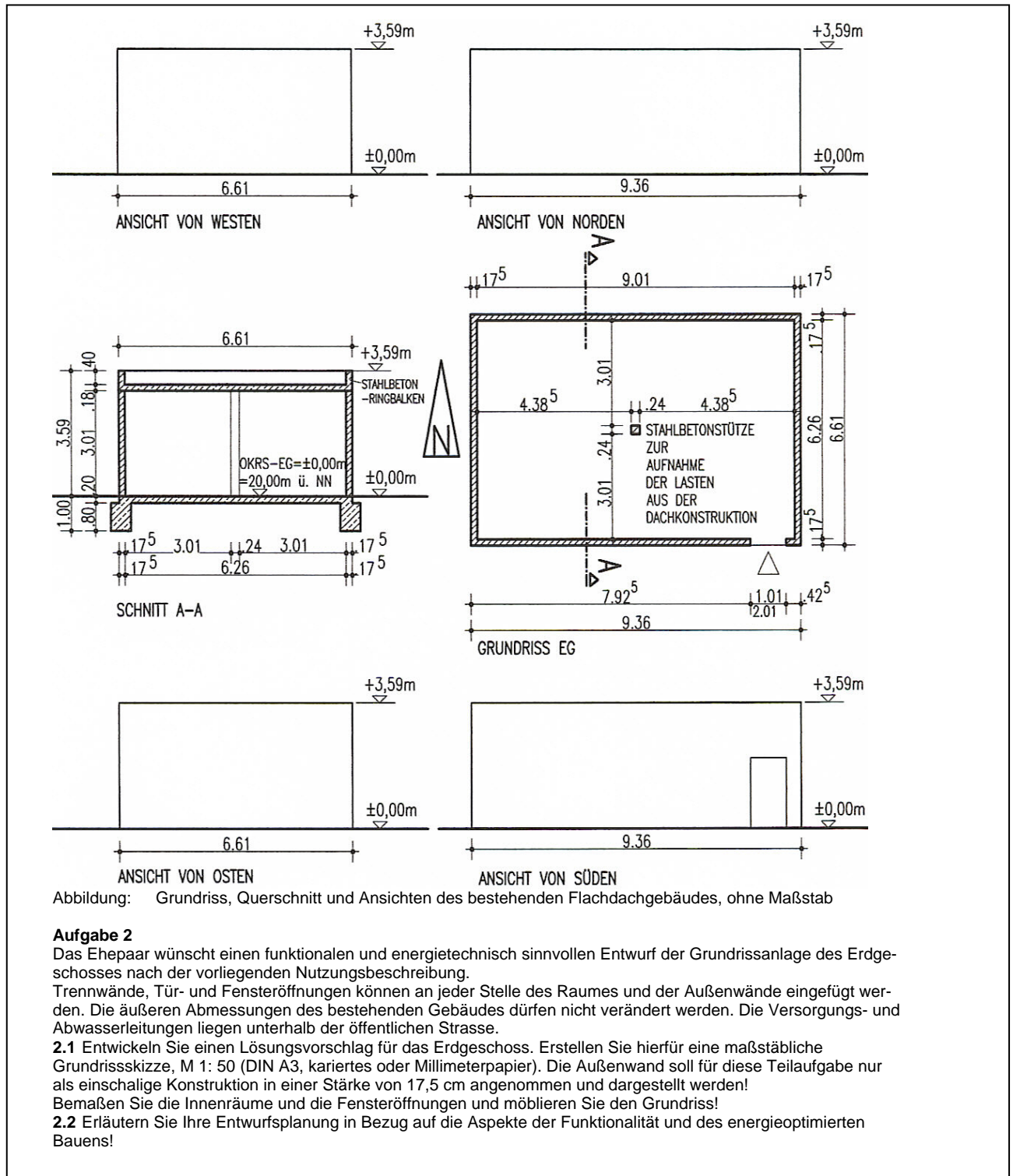


Abbildung: Lageplan des Grundstückes mit Flachdachgebäude, ohne Maßstab



Neben der Aufgabenstellung werden den Lehrkräften Hinweise zur Materialgrundlage (hier: Lageplan, Grundriss, Schnitt, Ansichten, Nutzungsbeschreibung und Baubeschreibung), Bezüge zum Fachlehrplan (hier: Raumkonzept, Funktionsabläufe, energieoptimiertes Bauen, Bemessung eines Sparrens im Pfettendach, Planung einer zweischaligen Außenwandkonstruktion) und zugelassene Hilfsmittel (hier: nicht programmierbarer wissenschaftlicher

## 6 Kriteriengeleitete Erfassung der Leistungen

Für die Aufgabe sind kriteriengeleitete Beurteilungen gefordert. Teilleistungen werden operationalisiert und mit Punkten in Anforderungsbereichen festgeschrieben. Dieses Verfahren traf in Implementationsveranstaltungen auf ein geteiltes Echo. Gerade Lehrerinnen und Lehrer, die Verfechter komplexer Aufgabenstellungen waren, erwiesen sich als Kritiker der kriteriengeleiteten Beurteilungen. Dennoch überwog die Ansicht, dass zur Herstellung einer Vergleichbarkeit und Sicherung von Qualitätsstandards eine stärkere Differenzierung der Beurteilung notwendig ist. Zum o. g. Beispiel folgt die Vorgabe zur Beurteilung der Schülerleistungen, die mit jeder zentral gestellten Aufgabe den Lehrkräften zur Verfügung gestellt wird.

Aufgaben	Teilaufgaben	Anforderung	Anforderungsbereiche und Punkte		
			I	II	III
		<b>Aufgabenstellung und erwartete Lösung</b>			
2	2.1	<p><b>Entwickeln Sie einen Lösungsvorschlag für das Erdgeschoss. Erstellen Sie hierfür eine maßstäbliche Grundrisskizze, M 1: 50 (DIN A3, kariertes oder Millimeterpapier). Die Außenwand soll für diese Teilaufgabe nur als einschalige Konstruktion in einer Stärke von 17,5 cm angenommen und dargestellt werden. Bemaßen Sie die Innenräume und die Fensteröffnungen und möblieren Sie den Grundriss.</b></p> <p>Alle Räume müssen die für die geforderten Einrichtungsgegenstände erforderlichen Stellflächen und ausreichend dimensionierte Bewegungsflächen aufweisen. Die Skizze muss einen Nordpfeil enthalten. Folgende weitere Bedingungen sollten durch den Entwurf erfüllt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine über die vorhandenen Gebäudegrenzen hinaus gehenden Anbauten</li> <li>- Sinnvolle Einbindung der vorhandenen, Lasten abtragenden Stütze in der Gebäudemitte</li> <li>- Eingang im Westen</li> <li>- Unterbringung der Hausanschlüsse und Verteiler nach Westen hin</li> <li>- Ausrichtung des Wohn- und Esszimmers nach Süden</li> <li>- Ausrichtung des Bades und der Küche nach Nordwesten</li> <li>- Ausrichtung des Schlafraumes nach Nordosten</li> <li>- Garderobe im Eingangsbereich</li> <li>- Räumlich abgeschlossener Schlafraum mit Doppelbett und Schrank</li> <li>- Bad mit WC, Dusche und Waschbecken</li> <li>- Küchenzeile mit Spüle, Herd, Backofen und Kühlschrank</li> <li>- Wohn- und Esszimmer mit Esstisch mit Stühlen und Polstermöbelgruppe für jeweils vier Personen incl. Schlafcouch</li> <li>- Kein innen liegendes Bad</li> <li>- Ausreichende natürliche Belichtung der Räume mit Fensterflächen, die in etwa einem Achtel der Grundrissfläche des jeweiligen Raumes entspricht</li> <li>- Kleine Fensteröffnungen nach Norden</li> <li>- Große Glasflächen nach Süden</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>3</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>3</p>



Aufgaben	Teilaufgaben	Anforderung	Anforderungsbereiche und Punkte		
			I	II	III
		<b>Aufgabenstellung und erwartete Lösung</b>			
	2.2	<p><b>Erläutern Sie Ihre Entwurfsplanung in Bezug auf die Aspekte der Funktionalität und des energieoptimierten Bauens.</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erläutern begründet die Funktionalität ihrer Entwurfsplanung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eingang im Westen → kurze Erschließungswege von der Straße und einem möglichen Stellplatz aus</li> <li>- Unterbringung der Hausanschlüsse und Verteiler nach Westen hin → kürzere Versorgungsleitungen</li> <li>- Ausrichtung des Wohn- und Esszimmers nach Süden → optimale Belichtung des täglichen Aufenthaltsraumes, sinnvolle Orientierung zu einer möglichen Südterrasse</li> <li>- Ausrichtung des Bades und der Küche nach Nordwesten → Räume werden über Tag seltener genutzt als das Wohn- und Esszimmer, kürzere Leitungswege für die Entwässerung</li> <li>- Ausrichtung des Schlafraumes nach Nordosten → dem Straßenlärm abgewandte Gebäudeseite, geringere Aufheizung des Raumes</li> <li>- Garderobe im Eingangsbereich → Aufbewahrung von Mänteln und Jacken</li> </ul> <p>Die Schülerinnen und Schüler nennen begründet Aspekte zum energieoptimierten Bauen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein innen liegendes Bad → keine mechanische Lüftung und tagsüber keine künstliche Beleuchtung notwendig</li> <li>- Ausreichende natürliche Belichtung der Räume mit Fensterflächen, die in etwa ein Achtel der Grundrissfläche des jeweiligen Raumes betragen → Bei Sonnenlicht wird keine künstliche Beleuchtung notwendig</li> <li>- Kleine Fensteröffnungen nach Norden → geringere Transmissionswärmeverluste, die im Norden nicht durch solare Wärmegewinne kompensiert werden können, oder nur durch sehr aufwendige Fensterkonstruktionen vermieden werden können</li> <li>- Große Glasflächen nach Süden → solare Wärmegewinne</li> </ul>	3	3	
			3	4	

Abb. 9: Darstellung der erwarteten Schülerleistungen (ebd., S. 13)

Diese kriterielle Erfassung ermöglicht eine abgestufte Beurteilung. Sie erfasst die erwarteten Lösungen und ermöglicht Lehrerinnen und Lehrern zu gleichen Beurteilungen zu kommen ohne die Aufgabe selber konzipiert zu haben. Deutlich zu erkennen ist die kleinschrittige Bepunktung. Auf den ersten Eindruck mag die kleinschrittige Bepunktung einer komplexen Aufgabenstellung unangemessen erscheinen. Bei der Evaluation der Probeklausuren hat sich gezeigt, dass gerade die Aufgabenstellungen, die dieser kleinschrittigen Bepunktung folgten, relativ ähnlich Ergebnisse in der Beurteilung ergaben, große Punktespektren hingegen eine große Streuung zur Folge hatten.

Darüber hinaus ist ein weiterer Lösungsbereich definiert worden: der Darstellungsbereich. Hier werden Punkte für die Ausarbeitung festgeschrieben, die sonst immer unter „weichen“ Punkten vergeben wurden.

	<b>6.1.1.1.1 Die Schülerin / der Schüler</b>	6.1.1.1.1.1
<b>1.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellt eine lesbare Systemskizze, deren Beschriftungen und Maßketten sinnvoll angeordnet sind und die in ihrer Genauigkeit und Sauberkeit den Maßstäben einer Skizze entspricht,</li> <li>- legt den Rechengang sauber, vollständig und nachvollziehbar dar,</li> <li>- nennt die den Rechnungen zugrunde gelegten Formeln,</li> <li>- gibt Zwischenergebnisse an.</li> </ul>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- legt den Rechengang sauber, vollständig und nachvollziehbar dar,</li> <li>- nennt die den Rechnungen zugrunde gelegten Formeln,</li> <li>- gibt Zwischenergebnisse an.</li> </ul>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellt eine maßstäbliche Skizze des Wandquerschnitts mit normgerechter Schraffur und Bemaßung,</li> <li>- legt den Rechengang sauber, vollständig und nachvollziehbar dar,</li> <li>- nennt die den Rechnungen zugrunde gelegten Formeln,</li> <li>- gibt Zwischenergebnisse an.</li> </ul>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellt eine maßstäbliche Skizze des Wandquerschnitts mit normgerechter Schraffur und Bemaßung,</li> <li>- legt den Rechengang sauber, vollständig und nachvollziehbar dar,</li> <li>- nennt die den Rechnungen zugrunde gelegten Formeln,</li> <li>- gibt Zwischenergebnisse an.</li> </ul>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibt in ganzen Sätzen und in sachlogischem Zusammenhang die bauphysikalischen Auswirkungen.</li> </ul>	<b>2</b>
<b>3.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibt in ganzen Sätzen und in sachlogischem Zusammenhang Analyse und Schadensursachen.</li> </ul>	<b>2</b>
<b>3.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibt in ganzen Sätzen und in sachlogischem Zusammenhang Maßnahmen und formuliert eigenständige Beurteilung.</li> </ul>	<b>2</b>
<b>3.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibt in ganzen Sätzen und in sachlogischem Zusammenhang Erläuterungen zu Abdichtungsmaßnahmen.</li> </ul>	<b>2</b>
<b>3.4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erstellt eine maßstäbliche Skizze der Abdichtungsmaßnahmen mit normgerechter Schraffur und Bemaßung</li> </ul>	<b>2</b>
	<b>6.2 Summe Darstellungsleistung</b>	<b>25</b>

Abb. 10: Darstellungsleistungen zu einer Abiturklausur im Fach Bautechnik

Letztlich kann zusammenfassend gesagt werden, dass die kriteriengeleitete Erfassung der Schülerleistungen bei zentralen Prüfungen ein steuerndes Kriterium für die Sicherung von Qualitätsstandards darstellt.

## **7 Konsequenzen für die Fachdidaktik Bautechnik bzw. für die Lehrerausbildung in der Bautechnik**

Auch für die berufliche Bildung ist mit zentralen Abschlussprüfungen in vollzeitschulischen Bildungsgängen in Zukunft verstärkt zu rechnen, besonders mit Blick als Alternative zum klassischen Bildungsweg der Gymnasien.

Desweiteren wird in Nordrhein-Westfalen und auch auf KMK-Ebene über (teil-)zentrale Abschlussprüfungen des mittleren Bildungsabschlusses im berufsbildenden System diskutiert.

Deshalb werden zentralen Abschlussprüfungen auch für die Fachdidaktik Bautechnik bzw. für die Lehrerausbildung in der Bautechnik nicht ohne Auswirkungen bleiben:

- Zentrale vollzeitschulische Abschlussprüfungen grenzen die Themenvielfalt und Inhalte ein. Im vorliegenden Fachlehrplan wurde das Thema Tiefbau vollständig ausgeblendet. Ein Leistungskurs, der dem Berufsfeld Holztechnik entspringt ist nicht vorgesehen.
- Auf die Bedeutungszunahme vollzeitschulischer Bildungsgänge muss durch geeignete Konzepte reagiert werden. Dies gilt besonders unter der internationalen Perspektive des Europäischen Qualifikationsrahmens und der Standards: EQF – NQF - ECVET
- Studienqualifizierende Bildungsgänge, die wissenschaftspropädeutisches Lernen in den Blick nehmen, müssen neben dem Lernfeldkonzept verstärkt im Rahmen der Lehrerausbildung in der ersten und zweiten Phase Berücksichtigung finden.
- Modelle zur Verbindung von allgemeinbildenden und beruflichen Abschlüssen können durch Forschung innovativ mitgestaltet werden.
- Die Auseinandersetzung mit dem technikdidaktischen Ansatz der Systemtheorie ist im Rahmen der Fortentwicklung einer zukunftsorientierten Fachdidaktik zu überprüfen und ggf. weiterzuentwickeln.
- Zentrale schulische Abschlussprüfungen und deren Ordnungskriterien sollten bundesweit wissenschaftlich und kritisch begleitet werden.

## **8 Schlussbemerkungen**

Zusammengefasst können folgende Aussagen und Forderungen diskutiert werden: Zentrale Abschlussprüfungen können durch ihre Konstruktion Qualitätsstandards von beruflicher Bildung sicherstellen. Durch die Einbindung der Lehrkräfte bei der Erstellung der Aufgaben kann das Konzept zentraler Prüfungen für die Allgemeine Hochschulreife ein hohes Maß an Akzeptanz erzielen. Die Eingrenzung von Fachthemen ist durchaus kritisch zu betrachten. Lernen und Lehren mit einem hohen Grad an Wissenschaftsbezug muss konzeptionell in die Lehrerausbildung integriert werden, um angehende Lehrerinnen und Lehrer auf wachsende

Schülerzahlen und Lerngruppen in studienqualifizierenden vollzeitschulischen Bildungsgängen vorzubereiten. Die Fachdidaktik sollte Chancen wahren, Standards beruflicher Bildung berufsfeldbezogen mitzuentwickeln.

## **Literatur**

KULTUSMINISTERKONFERENZ (2006): Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung. Technik. Beschluss vom 01.12.1989 in der Fassung vom 16.11.2006.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2006a): Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen. Teil I: Pädagogische Leitideen. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2006b): Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen. Teil II: Didaktische Organisation der Bildungsgänge im Fachbereich „Technik“. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2006c): Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen. Teil III: Fachlehrplan Bautechnik. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2006d): Beispiel-Abiturprüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs Profil bildender Leistungskurs (2. Leistungskurs). Fach Bautechnik. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2006e): Vorgaben für die Abiturprüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs Anlagen D 1 – D 28 im Jahr 2008. Vorgaben für das Fach Bautechnik. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2006f): Vorgaben für die Konstruktion von Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Bautechnik. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2007): Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK). In: Bereinigte Amtliche Sammlung der Schulvorschriften des Landes Nordrhein-Westfalen. BASS 2007/2008. 22. Ausgabe. Düsseldorf/Frechen 2007, S. 13/75 – 13/156.

ALLENDORFF, O. (2006): Präsentation zur Implementation der neuen Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen im Fachbereich „Technik“. Unveröffentlichtes Manuskript. Köln.

BADER, R./ JENEWEIN, K. (Hrsg.) (2000): Didaktik der Technik zwischen Generalisierung und Spezialisierung. Frankfurt am Main.

BANSE, G./ GRUNWALD, A./ KÖNIG, W./ ROPOHL, G. (Hrsg.) (2006): Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin.

BONZ, B./ OTT, B. (Hrsg.) (2003): Allgemeine Technikdidaktik - Theorieansätze und Praxisbezüge. Baltmannsweiler.

KÖLLER, O./ WATERMANN, R./ TRAUTWEIN, U./ Lüdtke, O. (Hrsg.) (2004): Wege zur Hochschulreife in Baden-Württemberg. TOSCA – Eine Untersuchung an allgemein bildenden und beruflichen Gymnasien. Opladen.

LANDESELTERNRAT DER GESAMTSCHULEN IN NRW E.V. (2008): Gesamtschulen im Aufwind. Zusatzinformationen zur Pressemitteilung am 08.02.2008.

ROPOHL, G. (2004): Arbeits- und Techniklehre. Philosophische Beiträge zur technologischen Bildung. Berlin.

ROPOHL, G. (1999): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 2. Auflage München/Wien.

ROPOHL, G. (1998): Wie die Technik zur Vernunft kommt. Beiträge zum Paradigmenwechsel in den Technikwissenschaften. Amsterdam.

VDI (1991): Richtlinie 3780: Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen. Berlin.