



# Vorgaben für die Abiturprüfung 2021

in dem Schulversuch

Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften

Profil bildendes Leistungskursfach

## Ingenieurwissenschaften

Fachbereich Technik



## 1 Gültigkeitsbereich

Die Vorgaben für die Abiturprüfung im Profil bildenden Leistungskursfach Ingenieurwissenschaften gelten für den Schulversuch Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften. Der Schulversuch ist dem Fachbereich Technik zugeordnet.

## 2 Vorgaben für die schriftliche Abiturprüfung

Grundlage für die Vorgaben der zentral gestellten schriftlichen Aufgaben der Abiturprüfung in allen Fächern der (mindestens) dreijährigen AHR-Bildungsgänge des Beruflichen Gymnasiums (APO-BK, Anlage D1 – D28) sind grundsätzlich die verbindlichen Vorgaben des Bildungsplans Teil I, Pädagogische Leitideen (Stand: Juli 2014), zur Erprobung und des Bildungsplans Teil II, Didaktische Organisation der Bildungsgänge im Fachbereich Technik (Stand: Juni 2006), zur Erprobung (RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen v. 30.06.2006), die im Beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften schulversuchsspezifisch ergänzt werden.

Für das Profil bildende Leistungskursfach Ingenieurwissenschaften gelten für das Abitur im Jahr 2021 insbesondere die curricularen Skizzen mit dem Stand 22.06.2015, die vor dem Eintritt in die Jahrgangsstufe 12 gültig sind bzw. waren.

Durch die Vorgaben werden inhaltliche Schwerpunkte festgelegt. Diese inhaltlichen Schwerpunkte sind Konkretisierungen der in den curricularen Skizzen (Stand: 22.06.2015) beschriebenen Fachinhalte, deren Behandlung im Unterricht als Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung vorausgesetzt wird. Durch diese Schwerpunktsetzungen soll sichergestellt werden, dass alle Schülerinnen und Schüler, die im Jahr 2021 das Abitur im Schulversuch ablegen, über die Voraussetzungen zur Bearbeitung der zentral gestellten Aufgabe verfügen.

Die folgenden fachspezifischen Schwerpunktsetzungen gelten für das Jahr 2021. Sie stellen keine dauerhaften Festlegungen dar.



### 3 Verbindliche Unterrichtsinhalte im Fach Ingenieurwissenschaften im Fachbereich Technik für das Abitur 2021

#### 3.1 Inhaltliche Schwerpunkte

Gemäß Rd.Erl. d. Ministeriums für Schule und Bildung v. 30.06.2020 – 312.6.04.05-29042 (BASS 13-33 Nr. 8.1) wird dem pandemiebedingten Distanzlernen Rechnung getragen. Daraus resultiert eine **Fokussierung auf die mit \* gekennzeichneten inhaltlichen Schwerpunkte** für die schriftliche Abiturprüfung für das Abitur 2021.

In der Qualifikationsphase (Jahrgangsstufen 12 und 13) werden die Arbeitsweisen und Strukturen im Fach Ingenieurwissenschaften anhand von ausgewählten Projekten erarbeitet und exemplarisch verdeutlicht.

Die Ausgangssituation wird auf Basis einer Projektaufgabe beschrieben. Bei den Aufgabenstellungen kann es sich um Entwurfs, Konstruktions- und/oder Analyseaufgaben handeln. Die in der Qualifikationsphase erworbenen Kompetenzen befähigen die Schülerinnen und Schüler komplexe Problemstellungen selbstständig zu bearbeiten, zu bewerten und alternative Lösungsmöglichkeiten kreativ zu entwickeln. Voraussetzung zur Lösung der Aufgaben ist der Umgang mit Grafiken, Skizzen, Zeichnungen, Datenblättern, Typenschildern und Tabellen. Die zeichnerischen Darstellungen von Lösungen sollen in Form von Skizzen erfolgen.

Die inhaltlichen Schwerpunkte werden im Folgenden nach den Halbjahren gegliedert dargestellt.

##### 12.1

- Erläuterung der Aufgaben und Eigenschaften des Baustoffs Beton und der Einzelbestandteile: Zement, Gesteinskörnung und Zugabewasser\*
- Auswertung von Sieblinienversuchen anhand der Regelsieblinien\*
- Erläuterung des Einflusses des w/z-Wertes auf die Betoneigenschaften\*
- Ableitung der erforderlichen Mindestdruckfestigkeit, des maximalen w/z-Wertes sowie des minimalen Zementgehaltes aus den Expositionsklassen\*
- Ermittlung des Bedarfs der einzelnen Bestandteile des Betons anhand der Stoffraumrechnung unter Berücksichtigung der Körnungsziffer, der Zementklassen, des w/z-Wertes sowie der Konsistenzklassen, der Druckfestigkeitsklassen des Betons inklusive des Vorhaltemaßes sowie der Eigenfeuchte der Gesteinskörnung\*



- Bestimmung der elektrischen Größen Spannung, Strom, Widerstand und Leistung im Wechselstromkreis (rechnerisch und zeichnerisch)\*
- Beurteilung der Phasenverschiebung von Spannung und Strom, Wirkwiderstand und Blindwiderstand sowie Wirk- und Blindleistung mit Hilfe des Zeigerdiagramms im Wechselstromkreis, z.B. Wechselstrommotor
- Analyse der Fertigungsverfahren und Erstellung von Arbeitsplänen für Rund-, Plan-, Gewinde-, Außen- und Innendrehen
- Auswahl der Form, Größe und Schneidrichtung von Wendeschneidplatten beim Drehen\*
- Ermittlung der Schnittdaten (für die Herstellung eines Drehteils, Schnittgeschwindigkeit, Drehzahl, Vorschub und Schnitttiefe)\*
- Auswahl von geeigneten Werkstoffen für die Fertigung von Drehteilen

## 12.2

- Ableitung der Kriterien eines gesunden Wohnklimas und Bestimmung bauphysikalischer Anforderungen an Gebäudeaußenwände
- Erläuterung der Aufgaben der einzelnen Schichten verschiedener Außenwandkonstruktionen
- Nachweise der Einhaltung des Wärmedurchlasswiderstandes  $R$  sowie des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  der Außenwandkonstruktionen\*
- Optimierung unterschiedlicher Konstruktionen der Gebäudehülle\*
- Erstellung von Querschnittsskizzen der Schichtenfolge von Bauteilen der Gebäudeaußenhülle
- Berechnung der Strang- und Leitergrößen (Außenleiter, symmetrische Last) in Stern- und Dreieckschaltung
- Beurteilung der Phasenverschiebung von Wirk- und Blindleistung mit Hilfe des Zeigerdiagramms im Drehstromsystem\*
- Dimensionierung der Leitungen und Schutzeinrichtungen anhand der Bemessungsstromstärken\*
- Auswahl eines geeigneten Asynchronmotors anhand von Kennlinien, Typenschildern und Motordatenblättern und den daraus zu ermittelnden Daten (Bemessungsstrom, Bemessungsdrehzahl, Bemessungsleistung, Bemessungsdrehmoment, Wirkungsgrad, Leistungsfaktor, Bemessungsspannung, Bemessungsfrequenz, Anlaufstrom, Anlaufmoment, mechanische Leistung)\*
- Analyse einfacher Stromlaufpläne von Last- und Steuerstromkreisen in aufgelöster Darstellung\*



- Dimensionierung von Wellen nach DIN 743 und Passfedern nach DIN 6892 Methode C als Bauteile der Antriebstechnik\*
- Auswahl von geeigneten Werkstoffen für Wellen und Passfedern als Bauteile der Antriebstechnik
- Entwicklung von Kräftesystemen zur Ermittlung von Wälzlagerbelastungen\*

### 13.1

- Beschreibung der Bedeutung des Feuchteschutzes für die Erhaltung der Bausubstanz und des menschlichen Wohlbefindens
- Ermittlung von Temperaturverläufen, Schichtgrenztemperaturen und Wasserdampfsättigungsdrücken in Außenwandkonstruktionen\*
- Planung und Vergleich verschiedener Schichtenfolgen von Außenwandaufbauten unter Berücksichtigung der Wärmeleitfähigkeit und Wasserdampfdiffusionsfähigkeit von Materialien\*
- Bestimmung der Lage des möglichen Taupunktes in Außenwandaufbauten durch Erstellung des Glaser-Diagramms\*
- Berechnung der anfallenden Tauwassermenge in der Tauperiode und der Verdunstungsmenge in der Verdunstungsperiode\*
- Interpretation und Bewertung der Ergebnisse (Folgen nicht vollständig verdunstender Tauwassermengen) und Ableitung der notwendigen Änderungen (Material, Schichtstärken, Schichtenfolge)\*
- Analyse, Bewertung und Optimierung von Außenwandkonstruktionen unter bauphysikalischen Aspekten\*
- Analyse einer vorgegebenen elektrotechnischen Anlage, die an das Energieversorgungsnetz angeschlossen werden soll
- Dimensionierung der Leitungen anhand der Bemessungsstromstärken und äußerer Einflussfaktoren wie Temperatur, Verlegart, gehäufte Leitungsverlegung usw. sowie der Vorgaben der Energieversorger\*
- Analysieren des Zusammenwirkens kapazitiver und induktiver Verbraucher, z. B. Einzelkompensation\*
- Dimensionieren der Schutzeinrichtungen (RCD, Nennabschaltstrom und Auslösecharakteristik eines LS-Automat) für den Anschluss elektrischer Maschinen anhand der Gesamtanlagen- und Motordaten, der technischen Anschlussbedingungen der Energieversorger (TAB) sowie der DIN VDE 0100\*
- Betrachtung des Einflusses der Schleifenimpedanz\*
- Analyse des Kraftflusses in einem geradzahnten Stirnradgetriebe über die schematische Darstellung des Kraftverlaufes



- Dimensionierung eines Stirnradgetriebes (Übersetzungsverhältnis, Modul, Wirkdurchmesser, Drehfrequenz, Leistung, Wirkungsgrad, Drehmoment)\*
- Festlegung der Zahnradgeometrie von Stirnrädern (Teilkreisdurchmesser, Modul, Zähnezahl, Achsabstand, Teilung)\*
- Auswahl und Darstellung von Allgemeintoleranzen, Passungsmaßen und Oberflächenangaben

### 13.2

- Analyse, Bewertung und Optimierung eines durch Wärmebrücken verursachten Tauwasserschadens
- Bestimmung der Kriterien für die Auswahl und den Anschluss eines elektrischen Antriebs aus Lastdaten\*
- Analyse der Lageranordnung von Wälzlagern als Los- und Festlager
- Vergleich der verschiedenen Formen von Wälzkörpern bei Wälzlagern und deren Einsatzbereiche
- Entwicklung eines räumlichen Kräftesystems und Berechnung der daraus resultierenden äquivalenten Lagerbelastung für Wälzlager
- Berechnung der nominellen Lebensdauer von Wälzlagern in Umdrehungen und Betriebsstunden\*
- Auswahl von Wälzlagerarten hinsichtlich konstruktiver und anwendungsbezogener Anforderungen aus den Baureihen 2, 6, 7 und 8 aus Herstellerkatalogen oder Tabellenbüchern\*

### **3.2 Medien/Materialien**

- Technische Darstellungen
  - Skizzen,
  - Lagepläne, Grundrisse, Ansichten, Schnitte, schematische Darstellungen, Details
  - Zusammenbauzeichnungen, Explosions-, Einzelteilzeichnungen, konstruktive Zeichnungen
  - Schaltpläne
  - Montage-, Demontagepläne
- Datenblätter, Baubeschreibungen, Stücklisten
- Fotografien, z. B. von Bauschäden (nur schwarzweiß und in Kopie gut erkennbar)
- Kennlinien, Diagramme, Tabellen, Herstellerkataloge
- Formelsammlung



### 3.3 Formale Hinweise

Zu der erforderlichen Darstellungsleistung gehört eine kurze Beschreibung der einzelnen Rechenschritte und der grafischen Lösungsansätze mit entsprechender Fachsprache.

Rechenergebnisse sind sinnvoll, den Erfordernissen entsprechend, zu runden.

Zwischen- und Endergebnisse mit Einheiten sind hervorzuheben.

Technische Darstellungen sind normgerecht und übersichtlich anzufertigen.

### 3.4 Hinweise zu den Aufgabenstellungen

Die Aufgaben in den zentral gestellten Prüfungen werden mit Hilfe von Operatoren formuliert.

In der folgenden Tabelle werden die Operatoren definiert, durch Beispiele dokumentiert und den Anforderungsbereichen (AFB I, II und III) zugeordnet. Die konkrete Zuordnung erfolgt immer im Kontext der Aufgabenstellung, wobei eine eindeutige Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Spätestens in der Qualifikationsphase sollen die Operatoren in den Klausuren und schriftlichen Übungen verwendet werden, um die Schülerinnen und Schüler auf die Abiturprüfung vorzubereiten.

Operator	AFB	Definition	Beispiel
beschreiben	I	Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten verständlich wiedergeben	Beschreiben Sie den Verlauf der Sieblinie.
kennzeichnen	I	Elemente ohne weitere Erläuterung kennzeichnen	Kennzeichnen Sie die markanten Punkte der Kennlinie.
nennen	I	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen	Nennen Sie drei Anlassverfahren.



Operator	AFB	Definition	Beispiel
berechnen, bestimmen	I, II	Ergebnisse von einem bekannten Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen, Tabellen oder grafische Lösungsmethoden erzielen	Berechnen Sie den Teilkreisdurchmesser.
darstellen	I, II	Sachverhalte, Zusammenhänge oder Methoden fachsprachlich bzw. mit grafischen Mitteln wiedergeben	Stellen Sie eine typische Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie eines Drehstrom- asynchronmotors dar.
erläutern, erklären	I, II	einen technischen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen	Erläutern Sie die Notwendigkeit eines Anlassverfahrens.
erstellen	I, II	Sachverhalte oder Werte in vorgegebener Form angeben	Erstellen Sie einen Arbeitsplan zur Herstellung eines Wellenabsatzes.
vergleichen	I, II	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	Vergleichen Sie die beiden Kennlinien.
zeigen	I, II	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Regeln und Berechnungen bestätigen	Zeigen Sie, dass der geforderte Wärmedurchgangskoeffizient $U$ eingehalten wird.
auswählen	II	eine Entscheidung für eine von mehreren technischen Lösungen fällen und begründen	Wählen Sie einen geeigneten Lagertypen aus.





<b>Operator</b>	<b>AFB</b>	<b>Definition</b>	<b>Beispiel</b>
auswerten	II	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen	Werten Sie die Messergebnisse des Siebversuches anhand der Regelsiebblinien aus.
begründen	II	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursache und Wirkung zurückführen	Begründen Sie die Notwendigkeit einer Dampfbremse.
skizzieren	II	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren, diese grafisch übersichtlich und fachsprachlich darstellen	Skizzieren Sie den Wandaufbau.
analysieren, untersuchen	II, III	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten und Schlussfolgerungen ableiten.	Analysieren Sie das Schadensbild.
beurteilen, bewerten	II, III	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	Beurteilen Sie, ob ein Stern-Dreieck-Anlassverfahren für das dargestellte Lastverhalten sinnvoll ist.



<b>Operator</b>	<b>AFB</b>	<b>Definition</b>	<b>Beispiel</b>
dimensionieren	II, III	systematische und nachvollziehbare Vorgehensweise bei der Auslegung und Bestimmung von Konstruktionen, Bauteilen und Betriebsmitteln	Dimensionieren Sie die Zuleitung und den Leitungsschutzschalter für die Versorgung des Antriebsmotors.
ermitteln	II, III	einen Zusammenhang herstellen, eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren	Ermitteln Sie die Auflagerkräfte.
erörtern	II, III	einen Sachverhalt unter mehreren Aspekten argumentativ darlegen	Erörtern Sie die Einsatzmöglichkeiten der Wendeschneidplatten unter wirtschaftlichen und technologischen Gesichtspunkten.
interpretieren, deuten	II, III	fachspezifische Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen	Deuten Sie das Glaser-Diagramm.
optimieren	II, III	einen gegebenen technischen Sachverhalt oder eine gegebene technische Einrichtung so verändern, dass die geforderten Kriterien unter einem bestimmten Aspekt erfüllt werden	Optimieren Sie den Wandaufbau unter bau-physikalischen Aspekten.



Operator	AFB	Definition	Beispiel
planen	II, III	den Ablauf eines technischen Verfahrens entsprechend der gestellten Anforderung festlegen	Planen Sie die notwendigen Fertigungsschritte, Werkzeuge und Schnittdaten.
überprüfen, nachweisen	II, III	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik nachvollziehbar bestätigen und eventuelle Widersprüche aufdecken	Überprüfen Sie, ob die Passfeder ausreichend dimensioniert wurde.
entwickeln	III	zu einem vorgegebenen Problem eine Lösung durch systematische und kreative Arbeit finden	Entwickeln Sie eine geeignete Sanierungsmaßnahme.

## 4 Bearbeitungszeit für die schriftliche Abiturprüfung

Es gelten die Vorgaben der APO-BK, § 17 (2) Anlage D.

Die Bearbeitungszeit beträgt 270 Minuten.

## 5 Hilfsmittel

- Graphikfähiger Taschenrechner (GTR) oder Computeralgebrasystem (CAS)
- Zeichengeräte
- alle notwendigen Tabellen und Richtwerte werden im Anhang der Abiturklausur angegeben

## 6 Hinweise zur Aufgabenauswahl durch die Lehrkraft/ den Prüfling

Eine Aufgabenauswahl durch die Schule oder durch die Schülerinnen und Schüler ist nicht vorgesehen.