

# **Examen-concours de recrutement du personnel enseignant de l'enseignement secondaire**

Epreuves de classement – Modalités

Spécialité : Ingénieur en mécanique



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Éducation nationale,  
de l'Enfance et de la Jeunesse

*Service ES/EST*

## Concours de recrutement du personnel enseignant de l'enseignement post- primaire

Fonction: Professeur-ingénieur

Spécialité: Mécanique **A1**

# ***Programme***

---

### Relevé des épreuves

- Epreuve écrite A
  - Pondération : coefficient 1
  - Durée : 3 heures
  - Matière examinée: calcul professionnel et/ou dessin technique
- Epreuve écrite B
  - Pondération : coefficient 1
  - Durée : 3 heures
  - Matière examinée: mécanique générale
- Epreuve écrite ou pratique orale C
  - Pondération : coefficient 1
  - Durée :
    - en cas d'épreuve écrite : 3 heures
    - en cas d'épreuve pratique orale : 30 min
  - Matière examinée: technologie
- Epreuve écrite ou pratique orale D
  - Pondération : coefficient 1
  - Durée :
    - en cas d'épreuve écrite : 3 heures
    - en cas d'épreuve pratique orale : 30 min
  - Matière examinée: asservissement (hydraulique/pneumatique)
- Epreuve pratique orale E
  - Pondération : coefficient 2
  - Durée : 20 min
  - Sujet de l'épreuve : le sujet est en relation avec les principes fondamentaux de la mécanique et peut comprendre la mise en œuvre d'un dispositif expérimental

**Pour l'épreuve A** le candidat peut uniquement consulter les manuels de référence suivants :

- **Hoischen, Fritz: Technisches Zeichnen** - Grundlagen, Normen, Beispiele, Darstellende Geometrie. 35. Auflage 2016, Cornelsen Verlag, ISBN 978-3-06-151040-4 (bzw. aktuelle Ausgabe)
- **Tabellenbuch Metall** – mit Formelsammlung. 47. Auflage 2017, Europa-Lehrmittel, ISBN 978-3-8085-1727-7 (bzw. aktuelle Ausgabe)
- **Metalltechnik Tabellenbuch** 5. Auflage 2016, Westermann, ISBN 978-3-14-235025-7 (bzw. aktuelle Ausgabe)

**Pour l'épreuve B** le candidat peut uniquement consulter le manuel de référence suivant :

- **Tabellenbuch Metall** – mit Formelsammlung. 47. Auflage 2017, Europa-Lehrmittel, ISBN 978-3-8085-1727-7 (bzw. aktuelle Ausgabe)

**L'épreuve C et D** a lieu à livres fermés en cas d'épreuve écrite!

**Pour l'épreuve E** le candidat peut consulter tous les manuels repris au point 4 Relevé des manuels de référence.

### **Programme détaillé pour les épreuves A, B et D**

La matière à préparer pour les épreuves A, B et D se rapporte aux programmes des classes suivantes de l'enseignement général et de la formation professionnelle:

#### **Régime technique, division technique générale, section ingénierie**

- Classe de 4GIG : Technologie (TECNO)
- Classe de 3GIG : Technologie (TECNO)
- Classe de 2GIG : Mécanique (MECAN) et technologie (TECNO)
- Classe de 1GIG : Mécanique (MECAN) et technologie (TECNO)

#### **Régime de la formation de technicien, division mécanique, section mécanique générale**

- Classe de 4TPMG : DESIN 1 et 2, CAMEC 1 et 2
- Classe de 3TPMG : DESIN 3 et 4, CAMEC 3 et 4, ASSER 1 et 2
- Classe de 2TPMG : DESIN 5, COMTE 1, CAMEC 5 et 6, ASSER 3 et 4
- Classe de 1TPMG : COMTE 2 et 3, CAMEC 7 et 8

#### **Régime professionnel, division de l'apprentissage artisanal et industriel, professions de la mécanique, section des mécaniciens d'usinage**

- Classe de DP1MG : CAMAT 1 et 2
- Classe de DP2MF : CAMAT 3 et 4
- Classe de DP3MF : CAMAT 5 et 6

#### **Régime professionnel, division de l'apprentissage industriel, professions de la mécanique, section des mécaniciens industriels et de maintenance**

- Classe de DP2MM : CAMAT 3 et 4,
- Classe de DP3MM : CAMAT 5 et 6, DESIN 5

Les programmes actuellement en vigueur peuvent être consultés sur le site internet du MENJE : [www.men.lu](http://www.men.lu)

## **Programme détaillé pour l'épreuve C**

La matière à préparer pour l'épreuve C, technologie, se rapporte aux programmes des métiers de la mécanique des sections énumérées ci-dessous de l'enseignement secondaire général, régime professionnel :

- Section des mécaniciens d'usinage
- Section des mécaniciens industriels et de maintenance
- Section des mécaniciens d'autos et de motos
- Section des installateurs de chauffage, de ventilation et de climatisation

### **Teil 1, Fachkunde Metall**

#### **Fachkunde Metall**

58. Auflage, 2017 (bzw. aktuelle Ausgabe)

Europa-Lehrmittel

ISBN 978-3-8085-1290-6

### **Fertigungstechnik**

#### **Löten**

- Grundlagen des Lötens
- Lötverfahren
- Lote
- Flussmittel

#### **Schweißen**

- Einteilung der Schweißverfahren
- Gestaltung der Schweißstelle
- Lichtbogenschweißen
- Schutzgasschweißen
- Gasschmelzschweißen
- Prüfen von Schweißverbindungen

### **Werkstofftechnik**

#### **Übersicht der Werk- und Hilfsstoffe**

- Physikalische Eigenschaften der Werkstoffe
- Mechanisch-technologische Eigenschaften
- Chemisch-technologische Eigenschaften

#### **Innerer Aufbau der Metalle**

- Innerer Aufbau, Eigenschaften
- Kristallgittertypen der Metalle
- Baufehler im Kristall
- Entstehung des Metallgefüges
- Gefüge Arten und Werkstoffeigenschaften
- Gefüge reiner Metalle und Gefüge von Legierungen

#### **Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe**

- Gewinnung von Roheisen
- Herstellung von Stahl

Frühen

Nachbehandlungsverfahren für Stähle

Vergießen der Stähle Weiterverarbeitung  
der Stähle

## Das Bezeichnungssystem für Stähle

Kurznamen von Stählen nach Verwendungszweck und Eigenschaften  
Kurznamen von Stählen nach der chemischen Zusammensetzung  
Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse

Bezeichnung von Stählen mit Werkstoffnummern

- Einteilung der Stähle nach Zusammensetzung und Güteklassen
- Stahlsorten und ihre Verwendung
  - Baustähle
  - Werkzeugstähle
  - Handelsformen der Stähle
- Legierungs- und Begleitelemente der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe
- Das Bezeichnungssystem für Gusswerkstoffe
  - Kurznamen der Gusseisenwerkstoffe nach EN 1560
  - Werkstoffnummern der Gusseisenwerkstoffe nach EN 1560
- Eisen- Gusswerkstoffarten
  - Gusseisen mit Lamellengrafit (EN-GJL)
  - Gusseisen mit Kugelgraphit (EN-GJS)
  - Temperguss (EN-GJMW und EN-GJMB)
  - Stahlguss
- Kohlenstoffgehalt der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe im Vergleich

## Sinterwerkstoffe

- Herstellen von Sinter-Formteilen
- Eigenschaften und Verwendung
- Herstellung pulvermetallurgischer Werkstoffe

## Keramische Werkstoffe

### Wärmebehandlung der Stähle

- Gefüge Arten der Eisenwerkstoffe
- Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm
- Gefüge und Kristallgitter bei Erwärmung
- Glühen
- Härten
- Vergüten
- Härten der Randzone

### Werkstoffprüfung

- Prüfen der Verarbeitungseigenschaften
- Prüfen mechanischer Eigenschaften
- Zugversuch
- Druckversuch
- Scherversuch
- Kerbschlagbiegeversuch
- Härteprüfung
- Dauerfestigkeitsprüfung
- Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- Metallografische Untersuchungen

### Korrosion und Korrosionsschutz

- Ursachen der Korrosion
- Korrosionsarten und ihr Erscheinungsbild
- Korrosionsschutz-Maßnahmen

### Kunststoffe

- Eigenschaften und Verwendung
- Chemische Zusammensetzung und Herstellung

## Technologische Einteilung und innere Struktur

- Thermoplaste
- Duroplaste
- Elastomere
- Prüfung der Kunststoff-Kennwerte
- Kennwerte wichtiger Kunststoffe

### Verbundwerkstoffe

- Innerer Aufbau
- Faserverstärkte Kunststoffe
- Teilchenverstärkte Kunststoffe
- Schicht und Strukturverbunde

## **Maschinen- und Gerätetechnik**

- Funktionseinheiten zum Verbinden
  - Gewinde
  - Schraubenverbindungen
  - Stiftverbindungen
  - Nietverbindungen
  - Welle-Nabe-Verbindungen
- Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen
  - Reibung und Schmierstoffe
  - Lager
    - Gleitlager
    - Wälzlager
  - Dichtungen Federn
- Funktionseinheiten zur Energieübertragung
  - Wellen und Achsen
  - Kupplungen
    - Nicht schaltbare Kupplungen
    - Schaltbare Kupplungen Kupplungen
    - für Sonderzwecke
  - Riementriebe
  - Kettentriebe
  - Zahnradtriebe

## **Teil 2, Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik**

### **Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik**

31. neubearbeitete Auflage, 2019 (bzw. aktuelle Ausgabe)

Verlag Europa-Lehrmittel

ISBN 978-3-8085-2325-4

### **Aufbau und Wirkungsweise des Viertaktmotors**

- Ottomotor
  - Arbeitsweise des Ottomotors Merkmale
  - des Ottomotors Verbrennungsablauf
  - Ottomotor
- Dieselmotor
  - Merkmale des Dieselmotors
  - Arbeitsweise des Dieselmotors

## Verbrennungsablauf Dieselmotor

- Merkmale 4-Takt-Motoren
- Arbeitsdiagramm (p-V-Diagramm)

## Steuerdiagramm

- Zylinder nummerierung, Zündfolge
- Motorkennlinie
- Hubverhältnis, Hubraumleistung, Leistungsgewicht

## **Motormechanik**

- Kurbelgehäuse, Zylinder, Zylinderkopf
  - Zylinderkurbelgehäuse Zylinderkopf
  - Zylinderkopfdichtung
  - Motoraufhängung
  - Zylinderkopfschrauben
- Kurbeltrieb
  - Kolben
    - Kolben für Benzinmotoren
    - Kolben für Dieselmotoren
    - Laufflächenbeschichtung bei Kolben von Otto- und Dieselmotoren
    - Ölkühlung am Kolben
  - Kolbenringe
  - Pleuelstange
  - Kurbelwelle
  - Ausgleichwellen
- Schwungrad
- Zweimassenschwungrad
- Motorschmiersysteme
  - Druckumlaufschmierung Bauteile der Motorschmierung
  - Sensoren und Aktoren des Motorschmiersystems
- Motorkühlsysteme
  - Kühlungsarten Luftkühlung
  - Flüssigkeitskühlung
  - Elektronisches Managementsystem
  - Bauteile des Managementsystem
- Motorsteuerung
  - Aufbau der Motorsteuerung
  - Mehrventiltechnik
  - Bauteile der Motorsteuerung

## **Motormanagement Ottomotor**

- Grundlagen der Gemischbildung
  - Vollständige Verbrennung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches
  - Gemischzusammensetzung
  - Leistungsregelung
  - Anpassung des Gemisches an die Betriebszustände
- Grundlagen der Benzineinspritzung
  - Aufgaben von Einspritzanlagen
  - Arten der Benzineinspritzung
  - Grundsätzliche Wirkungsweise
  - Öffnung der Einspritzventile
- Zündanlagen
  - Erzeugung des Zündfunken
  - Normaloszillogramm Zündspulen

## Schaltung des Primärstromes

Anpassung des Zündzeitpunktes Anpassung des Primärstromes Erkennung von Zündaussetzern  
Mehrfachzündung

Zündkerzen

### **Schadstoffminderung**

- Schadstoffminderung beim Ottomotor  
Abgaszusammensetzung Verfahren  
zur Schadstoffminderung

### **Motormanagement Dieselmotor**

- Gemischbildung bei Dieselmotoren  
Verbrennungsablauf beim Dieselmotor  
Vollständige/Unvollständige Verbrennung  
Zündverzug beim Dieselmotor  
Vor-, Haupt- und Nacheinspritzung
- Maßnahmen zur Verbesserung der Gemischbildung  
Einlasskanalsteuerung  
Starthilfsanlagen
- Schadstoffminderung bei Dieselmotoren  
Abgaszusammensetzung Verfahren  
zur Schadstoffminderung  
Abgasrückführung  
Oxidationskatalysator  
Dieselpartikelfilter  
NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator  
SCR-Katalysator

### **Otto-Zweitaktmotor, Kreiskolbenmotor**

- Zweitaktmotor  
Aufbau  
Arbeitsweise  
Steuerungsarten  
Bauliche Besonderheiten Einsatz  
von Zweitaktmotoren
- Kreiskolbenmotor  
Aufbau  
Wirkungsweise

### **Alternative Antriebskonzepte**

- Alternative Energieträger
- Teil- und Vollelektrische Antriebe
- Funktion von Teil- und Vollelektrischen Antrieben
- Teilelektrische Antriebe (ohne Betriebsarten)
- Vollelektrische Antriebe
- Antriebe mit Brennstoffzellen  
Aufbau des Antriebs mit Brennstoffzellen Aufbau  
und Funktionsprinzip der Brennstoffzelle  
Betriebsmittelversorgung  
Ursachen für Leistungsreduzierungen
- Energiespeicherung
- Erdgasantrieb

## **Teil 3, Installations- und Heizungstechnik**

### **Installations-und Heizungstechnik**

#### **Sanitär-Heizung-Klima**

Herbert Zierhut

5. Auflage, 2014 (bzw. aktuelle Ausgabe)

Bildungsverlag EINS

ISBN 978-3-8242-7417-8

### **Grundlagen der Installationstechnik**

- Physikalische Einheiten
- Masse und Gewichtskraft
- Druck
- Strömung in Flüssigkeiten und Gasen
- Temperatur
- Wärme
- Schall
- Elektrotechnik

### **Rohrleitungen in Hausinstallationen**

- Korrosion in Hausinstallationen
  - Elektrochemische Korrosion
  - Korrosionsvoraussetzungen
  - Korrosionsarten
  - Vermeiden von Korrosionsschäden

### **Trinkwasser Installationen**

- Trinkwasser
  - Steinbildung durch Härte des Wassers Gase im Wasser
  - Der pH-Wert

### **Brennstoffe und Verbrennung**

- Verbrennung und Abgase
  - Verbrennungsvorgänge
  - Abgase Abgasmessungen
  - Wirkungsgrade

### **Gasinstallationen**

- Gasgeräte
  - Einteilung der Gasgeräte
  - Gasbrenner
  - Ausrüstung von Gasbrennern und Gasgeräten Einstellung von Gasgeräten
  - Gasgeräte zum Kochen und Backen
  - Gas-Raumheizer
  - Gas-Durchlaufwasserheizer
  - Gas-Vorratswasserheizer

### **Heizungssysteme**

- Pumpen-Warmwasserheizungen
  - Wasser als Wärmeträger

- Heizungsumwälzpumpen
- Inbetriebnahme von Pumpen-Warmwasserheizungen
- Kraft-Wärme Kopplung und Fernheizung
  - Blockheizkraftwerk
  - Fernheizungen
  - Wärmeaustauscher
- Wärmepumpen-Heizungen Funktion einer Wärmepumpe
  - Wärmequellen und Leistungszahl
- Solarheizungen
  - Solaranlagen mit Heizungsunterstützung Solare
  - Schwimmbadbeheizung

### **Klimatechnik**

- Grundlagen der Klimatechnik
  - Luft als Wärmeträger
  - Luftfeuchte
  - Wärmehaushalt der Menschen
- Lüftung von Nichtwohngebäuden
  - Grundlagen bei RTL-Anlagen
  - Lüftungsanlagen Klimatechnik
- Lüftung von Wohnungen Freie Lüftungssysteme
  - Zentrale Wohnungslüftungen mit Ventilatoren Dezentrale Wohnungslüftungen

## **2. RELEVÉ DES MANUELS DE RÉFÉRENCE**

Les manuels de référence à consulter pour préparer le programme du concours de recrutement sont les manuels obligatoires des élèves. La liste des manuels peut être consultée sur le site internet du MENJE [www.men.lu](http://www.men.lu) .