



# SACHSEN - ANHALT

Ministerium für Bildung

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2024

**Berufliches Gymnasium Technik**

**Schwerpunkt: Ingenieurwissenschaften**

**Erhöhtes Anforderungsniveau**

**Variante A**

Bearbeitungszeit (einschließlich Auswahlzeit): 330 Minuten

---

### **Aufgabenkomplex 1**

Statische Betrachtungen am Fachwerk

### **Aufgabenkomplex 2**

LED- und BLITZ-Lauflichtanlage

### **Aufgabenkomplex 3**

Stahlbaukonstruktion

Hiermit bestätige ich meine Auswahlentscheidung:

---

Datum und Unterschrift des Prüflings

Brücken verbinden - führen über Flüsse, Straßen, Täler oder andere Hindernisse. Deutschlandweit existieren laut einer Studie rund 130.000 Brücken. Davon sind ca. 1.600 altersbedingt sanierungsbedürftig.

Fachwerkbrücken aus Stahl oder Holz gehören zu den häufigsten Konstruktionen des 19. und 20. Jahrhunderts.

Eine solche historische Brücke (Abbildung 1) soll den gestiegenen Sicherheitsansprüchen angepasst und für die vorhandene Verkehrssituation nach dem neusten Stand der Technik saniert werden. Dazu sind umfangreiche statische Überprüfungen der vorhandenen belasteten Bauelemente notwendig, die gegebenenfalls in ihrer Dimensionierung angepasst oder ausgetauscht werden müssen. Während der Sanierung wird der Verkehr einseitig durch eine Ampelregelung mit zusätzlicher LED- und BLITZ-Lauflichtanlage für die Verkehrsführung aufrechterhalten.

Abbildung 1: historische Stahlfachwerkbrücke  
Quelle: <https://www.flickr.com/photos/buridansesel/27649844602>; Michael Bliefert; CC BY-NC-SA 2.0

## Aufgabenkomplex 1

### Ausgangssituation:

Im Zuge der Vorplanungen ist es notwendig, das statische System der Brücke zu analysieren und zu beschreiben. Die Umbaumaßnahmen beinhalten verschiedene Anbauten, wie zusätzliche Beleuchtung sowie Verkehrsleitsysteme sowohl auf als auch unter der Brücke. Diese Anbauten werden vereinfacht als einwirkende Lasten betrachtet. Die verschiedenen Belastungssituationen sind rechnerisch zu überprüfen.

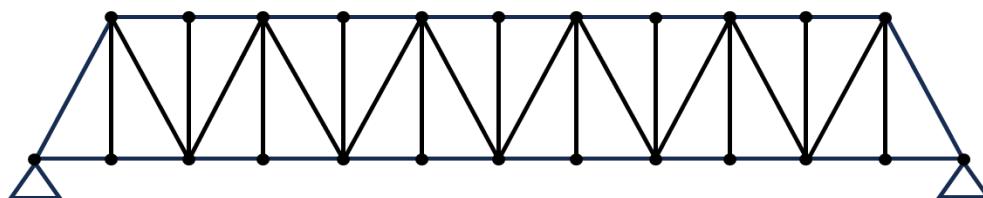


Abbildung 2: vereinfachtes statisches System

**1.1** Beschreiben Sie mögliche auftretende Lastarten am Bauwerk und strukturieren Sie diese nach ihrer geometrischen und temporären Wirkungsweise. **11 Punkte**

Beurteilen Sie anschließend die in Abbildung 2 dargestellten Auflager der Brücke.

**1.2** Erläutern Sie den Begriff „ideales Fachwerk“. **9 Punkte**

Nennen Sie die Art des hier verwendeten Brückenfachwerks und die Fachbegriffe der Bestandteile. Kennzeichnen Sie alle Stäbe und Knoten fachgerecht in Anhang 1.

**1.3** Weisen Sie die statische Bestimmtheit für das vorliegende Fachwerk nach und geben Sie die Definition des Begriffs „Nullstab“ an. **10 Punkte**

Stellen Sie für nachfolgende Berechnungen das Belastungsbeispiel in Anhang 1 frei und kennzeichnen Sie fachgerecht alle Nullstäbe.

Bewerten Sie die Anordnung und Verwendung vorhandener Nullstäbe in dieser Konstruktion.

**1.4** Vereinfacht soll die Brücke als „Träger auf zwei Stützen“ mit der Eigenlast des Tragwerks und des künftigen Fahrbahnbelags als Linienlast betrachtet werden (Abbildung 3). **10 Punkte**

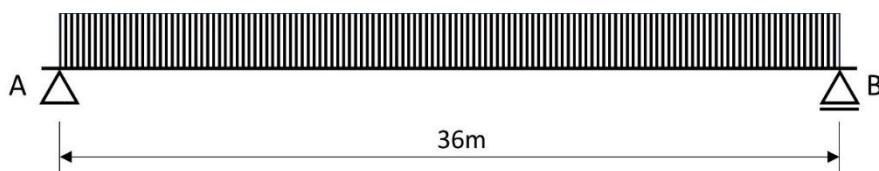
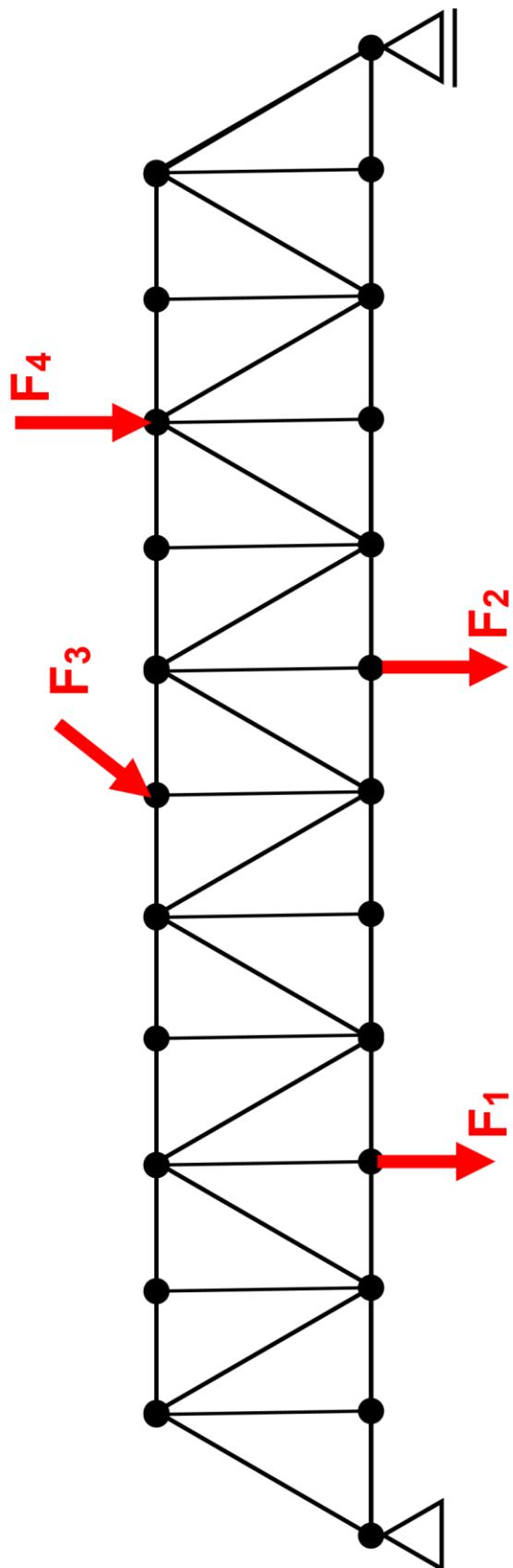


Abbildung 3: Brücke vereinfacht als Träger auf zwei Stützen mit Streckenlast

Entwickeln Sie für diese Lastannahme den Verlauf der drei Schnittgrößendiagramme und kennzeichnen Sie die Wendepunkte, wenn die Linienlast  $q = 30 \text{ kN/m}$  beträgt.

Name: \_\_\_\_\_

**Anhang 1: Statisches System**



## Aufgabenkomplex 2 LED- und BLITZ- Lauflichtanlage

### Ausgangssituation:

Die sanierungsbedürftige Brücke befindet sich auf einer wichtigen Verbindungsstraße zwischen zwei Ortschaften. Damit die verkehrstechnische Anbindung aufrechterhalten bleibt, wird der Straßenverkehr während der Sanierungsmaßnahme einspurig im Einbahnwechselverkehr über die Brücke geführt. Den Verkehr koordiniert eine transportable Lichtsignalanlage (Ampel) mit Leitungen- bzw. Funkverbindungen und Radarmeldern. Den Fahrbahnverlauf für die Fahrtrichtungen auf jeder Brückenseite markieren zwei Lauflichtanlagen mit je acht Signalleuchten.

Abbildung 4: Fahrbahnverlauf mit Lauflichtanlage  
Quelle: [https://www.pz-news.de/cms\\_media/module\\_img/5779/2889541\\_1\\_ardetail\\_5ebd897af05a9.jpg](https://www.pz-news.de/cms_media/module_img/5779/2889541_1_ardetail_5ebd897af05a9.jpg)

Abbildung 5: LED- und BLITZ- Lauflichtanlage mit acht Signalleuchten  
Quelle: [https://www.traffic-safety-services.com/files/tss/content/produkte/2021/S121\\_WORKZONE\\_DE\\_LED\\_Blitz\\_Lichtlaufanlage\\_Kaska.de.pdf](https://www.traffic-safety-services.com/files/tss/content/produkte/2021/S121_WORKZONE_DE_LED_Blitz_Lichtlaufanlage_Kaska.de.pdf)

Die LED- und BLITZ-Lauflichtanlage wird durch eine Bedieneinheit an der ersten LED-Blitz-Leuchte gesteuert. Die darin enthaltene Steuerung der Lauflichtanlage wird mit einem Dual Asynchron-Vorwärtszähler und einem Binärdecoder realisiert (Abbildung 6).

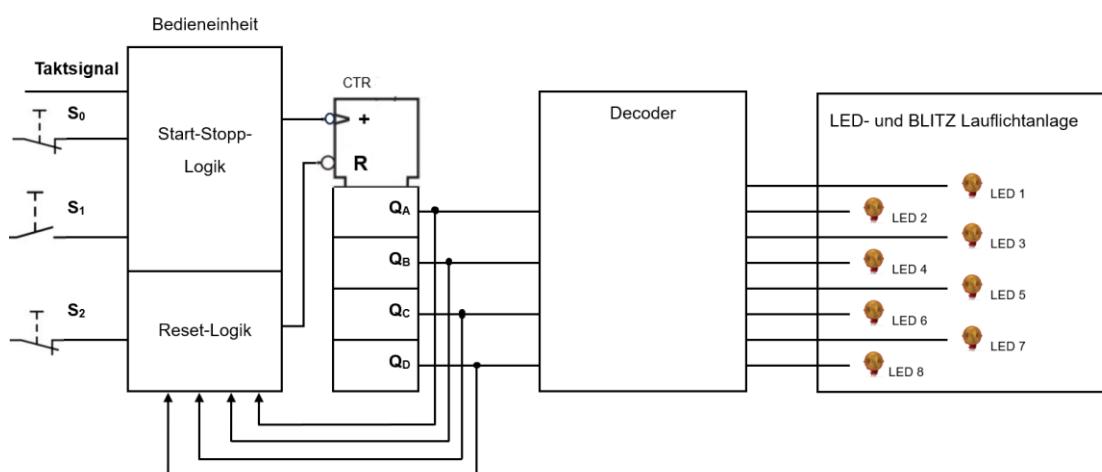


Abbildung 6: Blockschaltbild der Bedieneinheit

Die Blinkdauer der LED-Leuchten kann über ein digitales Auswahlmenü eingestellt werden. Der Zähler wird mit Hilfe der Taster  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ , den Ausgängen des Zählers und einem

Seite 5 von Fehler! Unbekanntes Schalterargument.

Taktgenerator angesteuert. Die Schaltung enthält eine Start-Stopp-Logik und eine Reset-Logik. In der Grundeinstellung sind alle Signalleuchten der Lauflichtanlage aus. Der Taster  $S_1$  startet die Lauflichtanlage. Mit dem Taktignal und dem gespeicherten Signal von Taster  $S_1$  werden die Signalleuchten der Lauflichtanlage im Intervall von 0,5 Sekunden nacheinander durch den Dual-Asynchron-Vorwärtzähler mit Decoder eingeschaltet, bis alle acht Leuchten an sind. Anschließend gehen alle Leuchten aus und der Ablauf beginnt erneut. Durch Betätigen des Tasters  $S_0$  wird die Lauflichtanlage gestoppt. Ein erneutes Betätigen des Taster  $S_1$  führt zum Fortsetzen der Lauflichtanlage. Der Zähler wird durch die Ausgänge  $Q_A$  bis  $Q_D$  oder manuell über den Taster  $S_2$  zurückgesetzt. Die Ausgänge des Zählers dienen als Eingänge des Binärdecoders. Dieser steuert die einzelnen Signallauflichter entsprechend dem jeweiligen Zählerstand an.

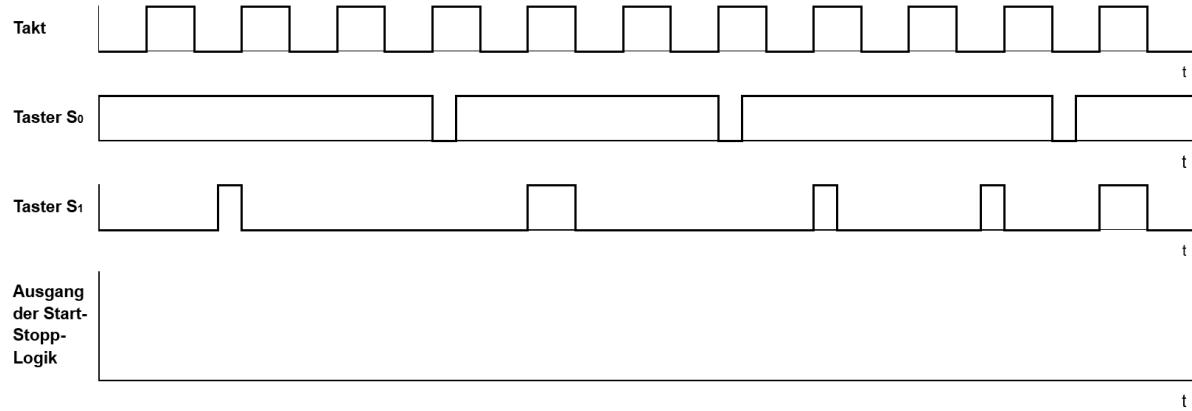
**2.1** Zeichnen Sie die Schaltung der Start-Stopp-Logik für den Zähleingang des Zählers und ergänzen Sie das Signal-Zeit-Diagramm im Anhang 2. **4 Punkte**

**2.2** Berechnen Sie die notwendige Taktfrequenz des Eingangssignals für die Einstellung der Intervallzeit im Auswahlmenü. Entwickeln Sie die vollständige Schaltung des Asynchron-Vorwärtzählers und die vollständige Steuerlogik (Start-Stopp-Logik und Reset-Logik) für die Ansteuerung des Zählers ohne Decoder. Überprüfen Sie die Funktionsweise Ihrer Schaltung, indem Sie das Signal-Zeit-Diagramm für den Taktimpuls und die Ausgänge des Dual-Asynchron-Vorwärtzählers bei eingeschalteter Anlage für zehn Taktimpulse dokumentieren. **14 Punkte**

**2.3** Entwickeln Sie die vollständige Funktionstabelle des Binärdecoders für die Ansteuerung der 8 Signalleuchten und geben Sie für jede Signalleuchte die minimierte Funktionsgleichung an. Zeichnen Sie die minimierte Schaltung des Binärdecoders. **22 Punkte**

Name: \_\_\_\_\_

**Anhang 2: Signal-Zeit-Diagramm der Start-Stopp-Schaltung für die Steuerlogik**



### Aufgabenkomplex 3      **Stahlbaukonstruktion**

#### Ausgangssituation:

Die dargestellte Fachwerkbrücke (Abbildung 1) besteht unter anderem aus Trägern und Stützen, welche warmgenietet wurden. Vorhandene Geländer und Absturzsicherungen wurden außerdem verschweißt oder verschraubt.

Durch Korrosion und wechselnde Belastungen wurden im Laufe der Zeit einige Nietverbindungen an Knotenblechen und Trägeranschlüssen sowie Schweiß- und Schraubenverbindungen an Geländern und Handläufen beschädigt und müssen repariert werden.

Die beschädigten Niete sollen durch Sechskant-Passschrauben nach DIN EN ISO 14399-8 - M16 x 120 - 10.9 - HVP, für eine hochfeste, vorgespannte Verbindung, ersetzt werden. Ein Vorteil dieser Passverbindung ist, dass die Schrauben bei dynamischen Belastungen nur noch auf Zug und nicht mehr auf Abscherung beansprucht werden.

Dazu sind folgende Arbeitsgänge notwendig:

- Aufbohren der Niete,
- Entfernen des Nietkopfes mit einem Meißel und einem Vorschlaghammer oder durch Trennschleifen mit einem Winkelschleifer,
- Austreiben des Restnietes mittels Dornen und Hammer,
- Aufreiben der alten Bohrungen auf das notwendige Maß,
- Herstellen der Schraubenverbindung mit einem Drehmomentschlüssel.

**3.1** Bei der Planung und Reparatur von Stahlbaukonstruktionen sind **13 Punkte** umfangreiche Kenntnisse über Fertigungsverfahren und ihre Anwendung notwendig.

3.1.1 Ordnen Sie die Fertigungsverfahren, welche in der Ausgangssituation angegeben sind, im Anhang 3 fachlich korrekt zu.

3.1.2 Im Verlauf der Reparaturarbeiten ist es notwendig, weitere Einzelteile wie Bolzen, Profilstangen, Handlaufendstücke oder Originalhinweisschilder zu ersetzen, welche aufgrund nicht genormter Maße durch Fräsen oder Drehen gefertigt werden müssen.

Wählen Sie eines der beiden genannten Fertigungsverfahren aus und analysieren Sie dieses ausführlich. Nehmen Sie Bezug auf die allgemeine Form der zu fertigenden Werkstücke, zu verwendende Werkzeuge und die Art der Spanabnahme, die auszuführenden Arbeitsbewegungen sowie spezielle Verfahren und ihre Anwendung.

**3.2** **12 Punkte**

3.2.1 Dimensionieren Sie die Anzahl der notwendigen Sechskant-Passschrauben, wenn diese mit einer Gesamtquerkraft von 250 kN auf Zug beansprucht werden.

Für die Berechnung ist eine 2-fache Sicherheit zu berücksichtigen.

3.2.2 Die Passschrauben (Schaftschrauben) werden vor dem Fügen mit Molybdändisulfit ( $\text{MoS}_2$ ) geschmiert. Bei der Montage werden diese laut Tabellenbuch mit einer Vorspannkraft von  $F_V = 124,4 \text{ kN}$  vorgespannt (Abbildung 7).

Ermitteln Sie, mit welchem Anziehdrehmoment die Passschraubenverbindungen angezogen werden müssen und weisen Sie rechnerisch nach, dass die gewählte Vorspannkraft die Mindeststreckgrenze der Passschraube nicht überschreitet.

Abbildung 7: Schraubenverbindung  
Quelle: [www.Firma.OKS Spezialstoffe](http://www.Firma.OKS Spezialstoffe)

**3.3** Korrosion lässt sich nicht vermeiden. Durch geeignete Maßnahmen kann der Korrosionsvorgang an Stahlbrücken jedoch verzögert werden. **15 Punkte**

3.3.1 Erläutern Sie den Begriff Korrosion und nennen Sie korrosive Wirkstoffe. Erklären Sie die Vorgänge bei der elektrochemischen Korrosion am Beispiel der historischen Brücke.

3.3.2 Nennen Sie 4 Korrosionsarten, welche man nach ihrem Erscheinungsbild unterscheidet und die an Stahlbaubrücken auftreten können.

3.3.3 Stellen Sie insgesamt 5 geeignete Maßnahmen des Korrosionsschutzes in der Phase der Brückenkonstruktion und während der auszuführenden Reparaturarbeiten an der Brücke dar.

Name: \_\_\_\_\_

**Anhang 3: konventionelle Fertigungsverfahren der Ausgangssituation**

<b>Hauptgruppe</b>	<b>Trennen</b>			<b>Fügen</b>	
	Zerteilen	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	kraftschlüssig	stoffschlüssig
<b>Fertigungsverfahren</b>					