

Schriftliche Abiturprüfung

Technik

Hinweise und Beispiele zu den zentralen
schriftlichen Prüfungsaufgaben



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Bildung und Sport

Impressum

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Bildung und Sport
Amt für Berufliche Bildung und Weiterbildung
Hamburger Straße 131, 22083 Hamburg

Referat: Grundsatz- und Strukturangelegenheiten, Michael Schopf, BW 22

SAB: Hella Eickenscheidt, BW 27

Redaktion: Uwe Jahr, G 16
Dieter Pohrt, G 17
Andreas Grell, BW 275

Alle Rechte vorbehalten.

Internet: www.wibes.de

Hamburg 2003

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Regelungen für die schriftliche Abiturprüfung	5
2 Anforderungsbereiche	5
3 Liste der Operatoren	7
4 Aufgabenbeispiele Leistungskurs	10
Aufgabe 1: Feinwerktechnik	10
Aufgabe 2: Technik zur Nutzung regenerativer Energien	21

Vorwort

Mit der Änderung der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe in der Fassung der APOTG vom 25.07.2000 werden zentrale Elemente in der schriftlichen Abiturprüfung eingeführt. Für die Abiturprüfung im Februar 2005 werden den Schülerinnen und Schülern danach im schriftlichen Abitur zentrale Aufgaben für die Fächer Deutsch, Mathematik, Englisch, Französisch, Spanisch, Latein, Gemeinschaftskunde, Biologie, Wirtschaft (am Wirtschaftsgymnasium) sowie Technik (am Technischen Gymnasium) gestellt.

Die jeweils aktuellen Abituraufgaben beziehen sich im Fach Technik auf Schwerpunktthemen, die den Schulen jeweils am Ende der Vorstufe für das Abitur dieses Jahrganges von der Behörde für Bildung und Sport in einer eigenen dienstlichen Weisung zur Kenntnis gegeben werden.

In der hier vorgelegten ergänzenden Handreichung werden Ihnen Beispiele gezeigt, wie die Aufgaben für die schriftlichen Abiturprüfungen im Jahr 2005 formuliert werden.

Die Aufgabenbeispiele entsprechen in den meisten Fällen der Ihnen bekannten Hamburger „Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung“ vom 13. September 2000. Die Arbeitsgruppe, die die Handreichung erstellte, hat bewusst auch Gewohntes gewählt, um den Übergang zu den zentral gestellten Aufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung nicht zu erschweren.

Das Neue liegt darin, dass die Aufgaben mit verbindlich definierten Arbeitsaufträgen („Operatoren“) formuliert werden und dass bei der erwarteten möglichen Schülerleistung die Kriterien und die Anforderungen für eine „gute“ und für eine „ausreichende“ Leistung beschrieben werden. Beides dient dem Ziel, vergleichbare Standards zu schaffen.

Hinzu kommt, dass die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) für alle Prüfungsfächer überarbeitet werden. Wenn alle neuen EPA als KMK - Beschlüsse vorliegen, wird die oben genannte Hamburger Richtlinie überarbeitet und den jeweiligen EPA angepasst werden. Dann wird es für die Aufgabenarten und die Anforderungen vermutlich weitere Veränderungen geben.

Andreas Grell

1 Regelungen für die schriftliche Abiturprüfung

Ab dem Schuljahr 2004/2005 werden die schriftlichen Abiturprüfungen im Fach Technik mit zentral gestellten Aufgaben durchgeführt. Dabei gelten die folgenden Regelungen:

Der Fachlehrerin, dem Fachlehrer

- werden **zwei** Aufgaben zu unterschiedlichen Schwerpunkten innerhalb der Technik-Schwerpunkte vorgelegt.

Die Abiturientin, der Abiturient

- erhält davon **eine** Aufgabe und bearbeitet sie,
- ist verpflichtet, die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn zu überprüfen (Anzahl der Blätter, Anlagen usw.)

Aufgabenart: Problemerkörterung mit auszuwertendem Material, Berechnungen, technische Entwürfe, technische Konstruktionen, Entwicklung, Aufbau und Auswertung technischer Experimente

Bearbeitungszeit:

- **300** Minuten
- **360** Minuten bei einer Aufgabe mit **experimentellen** Anteilen

Hilfsmittel: Nicht programmierbarer Taschenrechner; Formelsammlung; evtl. schwerpunktspezifisches Tabellenbuch; Rechtschreiblexikon

Grundlage der schriftlichen Abiturprüfung sind der Lehr- bzw. Rahmenplan und die *Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung* in der jeweils letzten Fassung.

Die wechselnden curricularen Vorgaben, Konkretisierungen und Schwerpunktsetzungen werden den Schulen jeweils im zweiten Semester der Vorstufe bekannt gegeben.

2 Anforderungsbereiche

Die Anforderungen in der Abiturprüfung unterscheiden sich nach der Art, der Komplexität und dem Grad der Selbstständigkeit der geforderten Leistung; sie verlangen unterschiedliche Arbeitsweisen. Zur Erhöhung der Transparenz und Vergleichbarkeit lassen sich drei Anforderungsbereiche beschreiben, ohne dass in der Praxis der Aufgabenstellung die drei Anforderungsbereiche immer scharf voneinander getrennt werden können. Daher ergeben sich bei der Zuordnung der Teilaufgaben zu Anforderungsbereichen Überschneidungen.

Die zentralen Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung ermöglichen Leistungen in den folgenden drei Anforderungsbereichen mit einem Schwerpunkt im Anforderungsbereich II:

Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I umfasst die Wiedergabe von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang sowie die Beschreibung und Anwendung geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem wiederholenden Zusammenhang.

Im Fach Technik kann zum Anforderungsbereich I gehören:

- Im Bereich der inhaltsbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten das Wiedergeben von Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang, wie z.B.
 - ein technisches System mit Ein- und Ausgangsgrößen beschreiben,
 - technische Prozesse mit Hilfe von Wirkungsketten beschreiben,

- technische Normen und Vorschriften anwenden,
- Eigenschaften und Einsatzbereiche von Werkstoffen beschreiben,
- elementare Messverfahren erklären und zugehörige Messgeräte einsetzen,
- einfache technische Berechnungen durchführen.
- Im Bereich der methodenbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten die Beschreibung und Darstellung gelernter und geübter Arbeitstechniken in einem begrenzten Gebiet und einem wiederholenden Zusammenhang wie z.B.
 - das Zusammenwirken von Bauelementen mithilfe von Blockschaltbildern erläutern,
 - technische Zeichnungen lesen und normgerecht anfertigen.

Anforderungsbereich II

Der Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

Im Fach Technik kann zum Anforderungsbereich II gehören:

- Im Bereich der inhaltsbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten z.B.
 - technische Zusammenhänge analysieren und erklären,
 - den Energie-, Material und Informationsfluss in technischen Systemen erläutern,
 - Messfehler abschätzen und bewerten,
 - Verfahren zur Prüfung von Bauteilen begründet auswählen,
 - Funktionszusammenhänge mathematisch herleiten und charakteristische Größen bestimmen,
 - aus technischen Gesamt- und Gruppendarstellungen Einzelteile herausziehen und das Zusammenwirken der Elemente erläutern,
 - Auswirkungen der Informations- und Kommunikationstechnologie auf die Arbeitswelt, die Gesellschaft und das Individuum erörtern.
- Im Bereich der methodenbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten das Anwenden von fach- und sachadäquaten Methoden und Arbeitstechniken, wie z.B.
 - ausgehend von einem technischen Problem einen Berechnungsgang oder ein erforderliches Experiment konzipieren,
 - mithilfe von Experimenten Kenngrößen ermitteln oder bekannte Funktionszusammenhänge nachweisen,
 - technische Zeichnungen unter Berücksichtigung funktions- und produktionstechnischer Gesichtspunkte anfertigen.

Anforderungsbereich III

Der Anforderungsbereich III umfasst das zielgerichtete Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler aus den gelernten Arbeitstechniken und Verfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig aus, wenden sie in einer neuen Problemstellung an und beurteilen das eigene Vorgehen kritisch.

Im Fach Technik kann zum Anforderungsbereich III gehören:

- Im Bereich der inhaltsbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten z.B.
 - methodische Schritte zur Lösung technischer Problemstellungen erörtern und den Lösungsweg bewerten,
 - Bauelemente und deren Werkstoffe bzw. Bauform im Hinblick auf den Verwendungszweck und auf die Kosten auswählen,

- Bauteile oder komplexe Systeme auf Grund vorgegebener Kriterien optimieren,
- Beziehungen oder Gesetzmäßigkeiten aus Messungen und Experimenten erkennen und formulieren,
- bei wiederkehrenden Arbeitsabläufen den Einfluss der betriebstechnischen Lösung auf den Menschen am Arbeitsplatz erörtern,
- am Beispiel der Beziehungen zwischen Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit beurteilen,
- alternative Lösungsmöglichkeiten für ein technische Problem entwickeln und bewerten,
- die aus einer Problemlösung entstehenden neuen Fragestellungen erkennen und formulieren.
- Im Bereich der methodenbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten z.B.
 - die Funktionsfähigkeit eines Bauteils oder eines Systems experimentell nachweisen,
 - ein Bauteil entwerfen, dimensionieren und dabei getroffene Entscheidungen begründen,
 - 1. Prüfungsanforderungen festlegen, Prüfeinrichtungen entwerfen, aufbauen und erproben.

3 Liste der Operatoren

Mehr noch als bei dezentralen Aufgaben, die immer im Kontext gemeinsamer Erfahrungen der Lehrkräfte und Schüler mit vorherigen Klausuren stehen, müssen zentrale Prüfungsaufgaben für die Abiturientinnen und Abiturienten eindeutig hinsichtlich des Arbeitsauftrages und der erwarteten Leistung formuliert sein. In der folgenden Tabelle werden die in den zentralen schriftlichen Abituraufgaben verwendeten Operatoren (Arbeitsaufträge) definiert und inhaltlich gefüllt. Entsprechende Formulierungen in den Klausuren der Studienstufe sind ein wichtiger Teil der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das Abitur.

Neben Definitionen und Beispielen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen (I, II und III; vgl. oben Abschnitt 2), wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Nennen I	Fakten, Begriffe oder Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen	Nennen Sie drei Funktionsprinzipien von elektrischen Messwerken.
Ordnen I–II	Sachverhalte in einer geforderten Reihenfolge wiedergegeben. Als notwendige Begründung dienen ggf. qualitative oder quantitative Größenangaben	Ordnen Sie die Widerstände in der Schaltung nach der von ihnen aufgenommenen Leistung.
Beschreiben I–II	Einen Sachverhalt unter Verwendung der Fachsprache in eigenen Worten wiedergeben	Beschreiben Sie die den Aufbau eines Motors.
Erstellen I–II	Einen Sachverhalt in übersichtlicher (meist vorgegebener) Form darstellen	Erstellen Sie aus den berechneten Werten ein Diagramm.
Erläutern II	Nachvollziehbar und verständlich veranschaulichen	Erläutern Sie die Funktion eines Motors.
Ermitteln I–II	Anhand von technischen Unterlagen (Datenblätter, Diagramme etc.) die zur Lösung der technischen Aufgabe erforderlichen Daten zusammenstellen	Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Durchlassspannung der Diode bei einem Strom von 1A.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Messen II	Ermitteln der Werte von physikalischen oder technischen Größen in einem technischen Objekt mittels geeigneter Messsysteme	Messen Sie in der Schaltung die Spannung über dem Widerstand.
Skizzieren I–II	Einen technischen Sachverhalt mit einfachen zeichnerischen Mitteln (z.B. Freihandskizze) unter Einhaltung der genormten Symbole darstellen	Skizzieren Sie die Senkung für die Schraube mit den erforderlichen Maßen. (Hier kann eine Handskizze ausreichen)
Zeichnen I–II	Einen technischen Sachverhalt mit zeichnerischen Mitteln unter Einhaltung der genormten Symbole darstellen	Zeichnen Sie die Senkung für die Schraube. (Hier ist eine saubere maßstabsgerechte technische Zeichnung erforderlich)
Berechnen I	Ergebnis von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen	Berechnen Sie anhand der gegebenen Werte die Zugbeanspruchung der Schrauben.
Erklären II–III	Einen (komplexen) Sachverhalt darstellen und zurückführen auf Gesetzmäßigkeiten	Erklären Sie (anhand des elektrischen Feldes) die Funktion eines Kondensatormikrofon
Bewerten III	Eine eigene Position nach ausgewiesenen Normen oder Werten vertreten	Zur Fertigung eines Teiles werden unterschiedliche Verfahren vorgeschlagen. Bewerten Sie diese Verfahren hinsichtlich der Fertigungsqualität und des Ressourceneinsatzes
Begründen II–III	Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	Begründen Sie, warum ein Druckgradientenempfänger bei einer seitlichen Beschallung kein Ausgangssignal liefert.
Abschätzen II	Eine technische Einrichtung nach den Verfahren der jeweiligen Technikwissenschaft entsprechend der gestellten Anforderung grob Dimensionieren ohne genaue Berechnungen durchzuführen	Zur Überprüfung, ob die Belastbarkeit eines elektrischen Widerstandes ausreichend gewählt wurde, schätzen Sie die Leistungsaufnahme des Widerstandes in der Schaltung ab.
Herleiten II	Für eine beschriebene Aufgabe die Entstehung oder Ableitung einer Gleichung aus anderen Gleichungen oder aus allgemeineren Sachverhalten darstellen	Leiten Sie für eine Zeitsteuerung eine Formel für die Impulszeit her.
Entwerfen II–III	Umsetzen einer Aufgabenstellung in eine technische Einrichtung (Schaltung, Konstruktion, Programm etc.)	Entwerfen Sie für ein Mikrofon eine Schaltung, die verhindert, dass Trittschall zur Tonsteuereinrichtung übertragen wird.
Dimensionieren II–III	Eine technische Einrichtung nach den Verfahren der jeweiligen Technikwissenschaft entsprechend der gestellten Anforderung berechnen	Dimensionieren ein elektrisches Filter so, dass alle Frequenzen unterhalb 20 Hz nicht übertragen werden.
Konstruieren II–III	Form und Bau eines technischen Objektes durch Ausarbeitung des Entwurfs, durch technische Berechnungen, Überlegungen usw. maßgebend gestalten	Konstruieren Sie eine Abziehvorrichtung, um ein Wälzlager von einem Wellenende abziehen.
Entwickeln II–III	Lösungsvorschläge für technische Probleme erarbeiten	Entwickeln Sie ein System um Wetterdaten aufzuzeichnen und auszuwerten. (Hier gibt es sehr unterschiedliche Möglichkeiten. Es muss mindestens eine Lösung angeboten werden.)

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Nachweisen III	Einen Sachverhalt nach den gültigen Verfahren der Technik (Berechnungen, Herleitungen oder logische Begründungen) bestätigen	Weisen Sie nach, dass die Belastbarkeit des gewählten Widerstandes auch im ungünstigsten Fall nicht überschritten wird.
Beurteilen III	Zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	Für eine Tonaufzeichnung wird das Verfahren MPEG 2 Layer 3 ausgewählt. Die Tonaufzeichnung soll nachbearbeitet werde. Beurteilen Sie die Auswahl.
Aufbauen I	Technische Einrichtungen anhand von technischen Unterlagen errichten	Bauen Sie die skizzierte elektrische Schaltung auf..
Überprüfen II	Technische Einrichtungen auf Funktionalität untersuchen und eventuelle Abweichungen von der Funktion beschreiben	Überprüfen Sie die Funktion der elektrischen Schaltung.
Optimieren II	Einen gegebenen technischen Sachverhalt oder eine gegebene technische Einrichtung so zu verändern, dass die geforderten Kriterien unter einem bestimmten Aspekt bestmöglichst erfüllt werden	Stellen Sie den Arbeitspunkt des elektrischen Verstärkers so ein, dass keine Verzerrungen auftreten.
Auswählen II–III	Bei mehreren möglichen technischen Lösungen sich anhand einer Sachanalyse nach den vorher festgelegten Kriterien begründet und eindeutig auf eine optimale Lösung festlegen	Für die Mikrofonierung zur Aufzeichnung einer Theateraufführung stehen verschiedenen Mikrofone zur Verfügung. Wählen Sie anhand der Datenblätter die Mikrofone aus.

4 Aufgabenbeispiele Leistungskurs

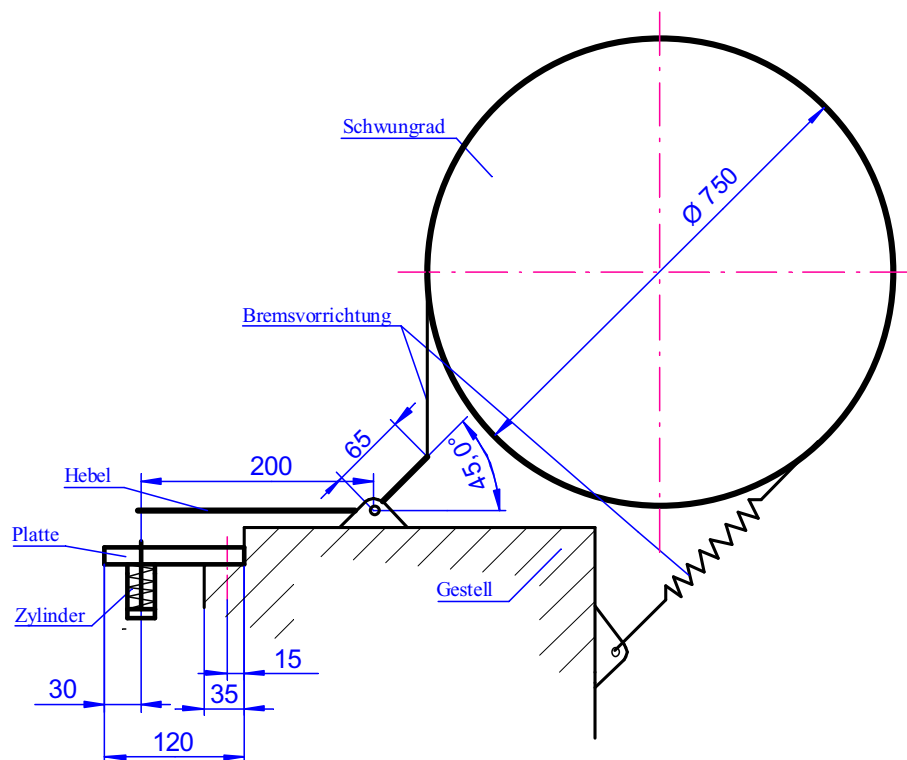
Die folgenden Aufgaben sind Beispiele für zentrale schriftliche Abiturprüfungen im Fach Technik, unter Angabe von gegebenenfalls fiktiven wechselnden Schwerpunkten als unterrichtliche Voraussetzungen. Diese wechselnden curricularen Vorgaben, Konkretisierungen und Schwerpunktsetzungen für die schriftliche Abiturprüfung werden den Schulen jeweils im zweiten Semester der Vorstufe bekannt gegeben.

Außer der Aufgabenstellung enthalten die Beispiele einen kurzen Erwartungshorizont mit Bezug zu den drei Anforderungsbereichen und Bewertungskriterien für die Noten „gut“ und „ausreichend“.

Aufgabe 1: Feinwerktechnik

Aufgabenstellung

Teil 1 Technische Mechanik



Vorgaben:

Das Technologiesystem besteht im Wesentlichen aus einem rotierenden Schwungrad, einem Bremsystem, einem Hebel, einer Grundplatte und einem Pneumatikzylinder. Der Pneumatikzylinder soll über das Hebelsystem das Schwungrad abbremesen.

Die Gesamtbremszeit soll 15 Sekunden betragen. Diese Gesamtbremszeit setzt sich zusammen aus der tatsächlichen Bremszeit plus 8 Sekunden Sicherheitszeit.

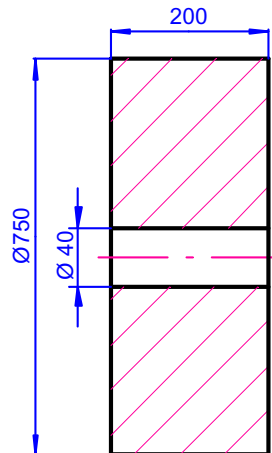
Somit ergibt sich: $t_{\text{gesBr.}} = 15 \text{ s}$ $t_{\text{Sicher}} = 8 \text{ s}$ $t_{\text{Br}} = ? \text{ s}$

Das Schwungrad ist aus Grauguss mit dem Kurzzeichen GG.

Es rotiert mit einer Umdrehungsfrequenz von 1400 1/min.

Beim Abbremsen soll das Bremsmoment $M_{\text{Br}} = 720 \text{ Nm}$ an dem Schwungrad betragen. (Reibung bleibt unberücksichtigt.)

Skizze des Schwungrades



Führen Sie den Nachweis, dass die tatsächliche Bremszeit $t_{Br.} = 7 \text{ s}$ nicht überschritten wird, sodass die gesamte Bremszeit $t_{gesBr.} = 15 \text{ s}$ inklusive der Sicherheitszeit eingehalten werden kann.

Für die Betätigung des Hebels, um das Schwungrad abzubremsen, ist ein geeigneter Pneumatikzylinder auszuwählen.

Aufgaben:

- 1.1 Berechnen Sie das Trägheitsmoment des Schwungrades unter Berücksichtigung der Bohrung. (10 Punkte)
- 1.2 Berechnen Sie die Rotationsenergie (Drehenergie) des Schwungrades. (6 Punkte)
- 1.3 Berechnen Sie die tatsächliche Bremszeit. (6 Punkte)
- 1.4 Beurteilen Sie Ihr Ergebnis der tatsächlichen Bremszeit anhand der Vorgaben der Aufgabenstellung. Machen Sie ggf. Vorschläge, durch welche Maßnahmen die Vorgaben eingehalten werden können. (8 Punkte)
Eine erneute Berechnung muss nicht erfolgen.
- 1.5 Berechnen Sie die erforderliche Kraft, die der Pneumatikzylinder zum Abbremsen des Schwungrades aufbringen muss. (8 Punkte)
- 1.6 Wählen Sie aus den Festo-Datenblättern den geforderten Pneumatikzylinder aus. (Datenblätter in Anhang Seite 6)
Die Pneumatikanlage hat einen Arbeitsdruck von 6 bar, wobei ein Druckabfall von 2 bar gerade noch zulässig ist. (7 Punkte)

Teil 2 CAD-Konstruktion und Festigkeitsberechnung

Vorgaben:

Der gewählte Pneumatikzylinder soll auf einer Platte montiert werden. Die erforderliche Platte soll mit zwei Schrauben M6 DIN EN ISO 4762 (normale Kopfhöhe) an dem Gestell des Technologiesystems befestigt werden.

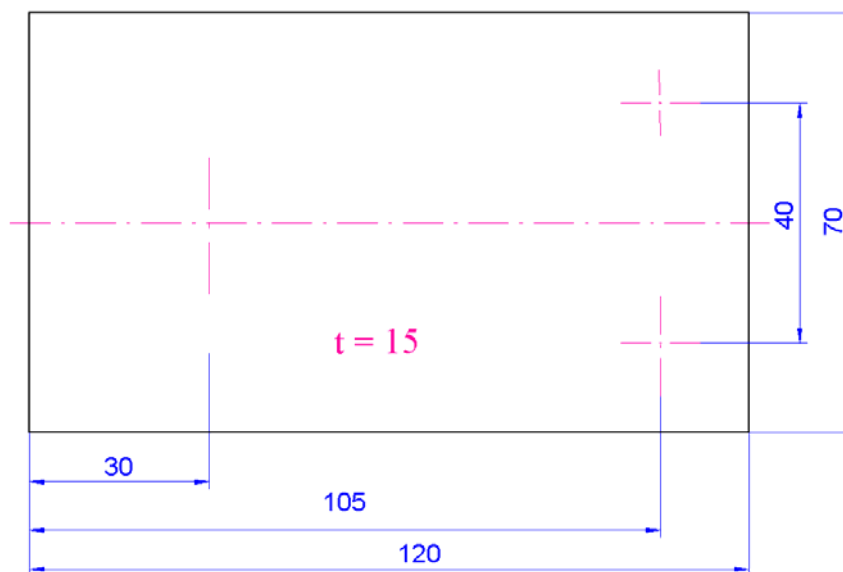
Die Schrauben sollen in der Grundplatte versenkt werden, die Senkung soll einen bündigen Abschluss nach DIN erhalten.

Die Lage der Platte ist der Übersichtszeichnung (Seite 1) zu entnehmen.

Die Festigkeitsklasse der Schrauben soll 8.8 betragen.

Angaben zur Aufnahme des Zylinders auf der Platte sind dem Datenblatt (Seite 6) und der Skizze zur Grundplatte zu entnehmen.

Skizze der Platte:



Aufgaben:

2.1 Skizzieren Sie die geforderte Senkung für die beiden Schrauben mit allen erforderlichen Maßen für die Fertigung.

Die Norm ISO 4762 ist der Ersatz für DIN 912. (5 Punkte)

2.2 Wählen Sie eine nach den Vorgaben geeignete Schraube.

Wie lautet die Normbezeichnung der gewählten Schraube? (5 Punkte)

2.3 Berechnen Sie die Zugbeanspruchung der Schrauben? (6 Punkte)

2.4 Beurteilen Sie die Wahl der vorgegebenen Festigkeitsklasse der Schrauben im Hinblick auf eine Serienproduktion.

Begründen Sie, ob man die vorgegebene Schrauben beibehalten soll, beziehungsweise machen Sie einen begründeten Änderungsvorschlag.

Eine Rechnung für den Änderungsvorschlag muss nicht durchgeführt werden, ebenso keine Änderung in der Konstruktion zu 2.2. (6 Punkte)

2.5 Konstruieren Sie im CAD-System Draftboard die Platte als fertigungsgerechte Zeichnung.

Die Platte ist mit allen Maßen in zwei Ansichten

- Vorderansicht
- Draufsicht ggf. im Schnitt

zu konstruieren. (5 Punkte)

2.6 Versetzen Sie Ihre Zeichnung mit dem Zeichnungsrahmen der G16 und beschriften Sie das Schriftfeld.

Speichern Sie Ihre Zeichnung auf einer Diskette ab und erstellen Sie einen Ausdruck.

(3 Punkte)

Teil 3 Steuerungstechnik

Für eine Prozesssteuerung bilden vier Technologiesysteme eine Einheit zum Abbremsen eines Transportsystems.

Um das Transportgut zu schützen, darf das gesamte Bremsmoment $M_b = 1250 \text{ Nm}$ nicht überschreiten.

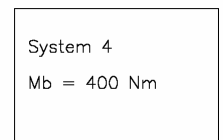
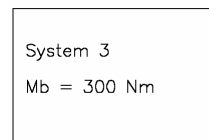
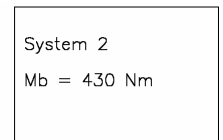
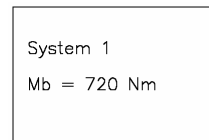
Die Technologiesysteme sind mit unterschiedlichen Bremssystemen bestückt.

System 1: 720 Nm

System 2: 430 Nm

System 3: 300 Nm

System 4: 400 Nm



Erstellen Sie einen Plan für eine Pneumatikanlage, in dem die vier Systeme gegeneinander verriegelt sind, um das maximale Bremsmoment nicht zu überschreiten.

Aufgaben:

3.1 Erstellen Sie für jede Verriegelung Y1 – Y4 die Wahrheitstabelle und formulieren Sie die logische Gleichung. (5 Punkte)

3.2 Erstellen Sie für jede Verriegelung Y1 – Y4 die logische Gleichung über das KV-Diagramm her und vereinfachen Sie die vier logischen Gleichungen mit Hilfe der „Boolschen Algebra“. (5 Punkte)

3.3 Entwerfen Sie nach den vereinfachten Gleichungen einen Funktionsplan mit logischen Schaltzeichen (Logiksymbole) für jede Verriegelung. (4 Punkte)

3.4 Entwickeln Sie einen vollständigen Schaltplan mit Pneumatiksymbolen, in dem die vier Verriegelungen aus den logischen Schaltzeichen (Logiksymbole) durch pneumatische Bauteile ersetzt werden. (7 Punkte)

Stückliste:

Arbeitsglied → einfachwirkender Zylinder mit Federrückstellung

Signalglied → 3/2 Wegeventil mit Rasten, Sperrnull

Stellglied → 3/2 Wegeventil impulsgesteuert mit Federrückstellung

Stellglieder → Zweidruckventile, Wechselventile

3.5 Unfallverhütungsvorschrift

Ermitteln Sie aus dem Schalldruckpegel-Diagramm (Blatt 7) den Betriebsdruck p , mit dem ein ungedämpftes 3/2-Wegeventil, 1/2 Zoll, maximal gesteuert werden darf, um den von den Berufsgenossenschaften geforderten Schalldruck nicht zu überschreiten.

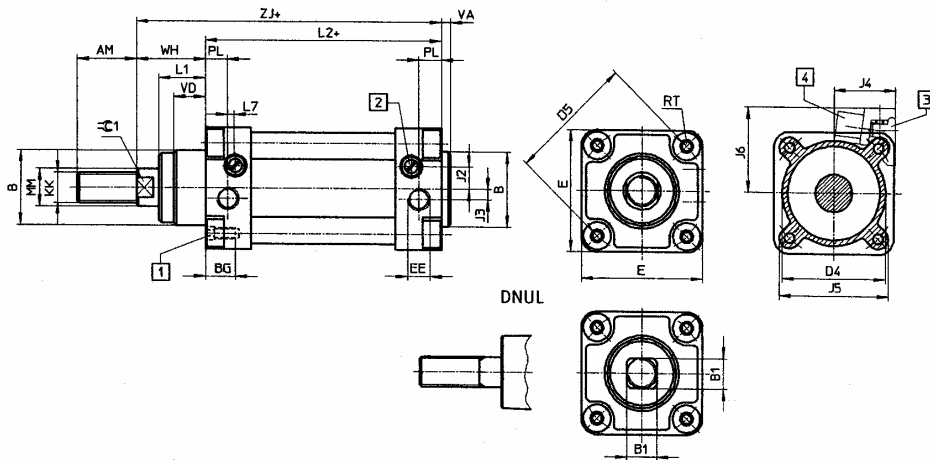
Beschreiben Sie das Problem, das bei dem ermittelten Betriebsdruck auftritt, und erläutern Sie verschiedene Lösungsmöglichkeiten. (4 Punkte)

Normzylinder DNU/DNUL nach ISO 6431

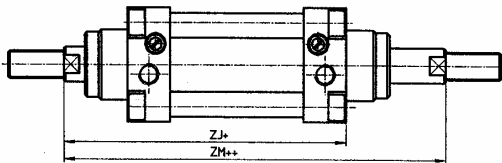
Abmessungen

Norm- und Standardzylinder

DNU/DNUL



Variante S2/S26

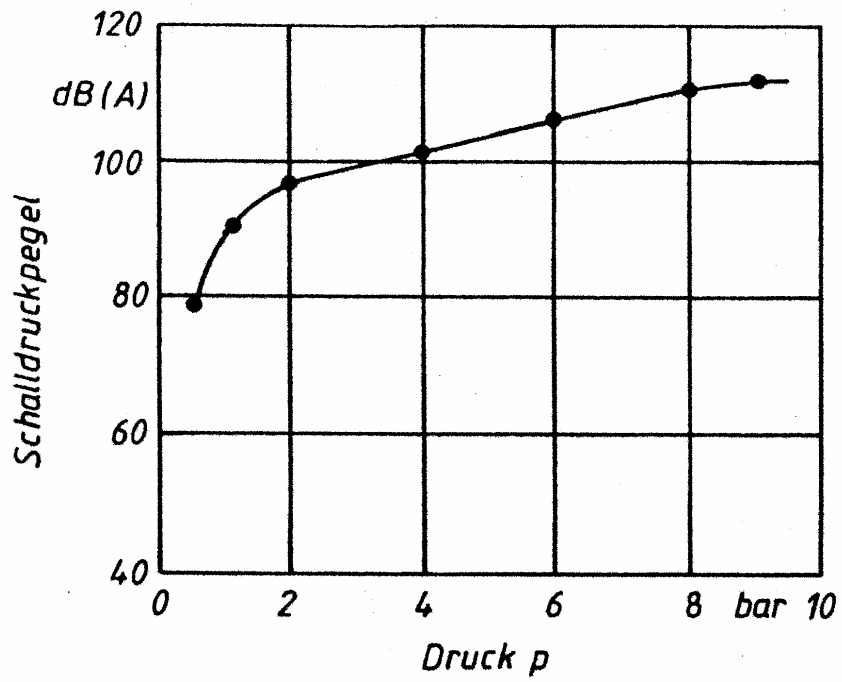


- 1 Innensechskantschraube mit Gewinde M8
 - 2 Regulierschraube für einstellbare Endlagendämpfung
 - 3 Befestigungsbausatz SMBU-...-B für Näherungsschalter
 - 4 Näherungsschalter SMEO-1/SMTO-1/SMPO-1
- + = zuzüglich Hublänge
++ = zuzüglich 2 x Hublänge

∅	AM	B ∅ f8	B1 f8	BG	D4 ∅	D5 ∅	E	EE	J2	J3	J4	J5	J6
32	22	30	10	13	37	46	45	G1/8	7	-	25	43,7	37
40	24	35	12	13	46	56	54	G1/4	9	4,5	29	50,6	41
50	32	40	16	16	56	68	65	G1/4	11,5	5,5	33,5	59,1	45,5
63	32	45	16	19	70	84	80	G3/8	13	11,5	42	72,7	53
80	40	48	21	20	87	100	96	G3/8	17	16	49	84,1	60
100	40	52	21	20	107	132	126	G1/2	17,5	18	57,5	106,7	68,5

∅	KK	L1	L2	L7	MM ∅ f8	PL	RT	VA	VD	WH	ZJ	ZM	≈±1
32	M10x1,25	16	94	9,5	12	9	M5	4	16	26	120	146	10
40	M12x1,25	20	105	6	16	12	M5	5,5	20	30	135	165	13
50	M16x1,5	25	106	4	20	12	M6	5	17	37	143	180	17
63	M16x1,5	28	115	-	20	14,5	M6	6	28	40	155	195	17
80	M20x1,5	34	124	-	25	14	M8	6	23	48	172	220	22
100	M20x1,5	40	134	-	25	16	M8	7	23	53	187	240	22

Schalldruckpegel-Diagramm



Entlüftungsgräusch eines ungedämpften 3/2-Wege-Ventils, 1/2 Zoll

Erwartungshorizont

1.1 Berechnung des Trägheitsmomentes

A II / 10 Punkte

$$m = A \cdot l \cdot \rho \quad \rightarrow \quad m_1 = 574,32 \text{ kg}; \quad m_2 = 1,634 \text{ kg}$$

$$J_0 = \frac{m \cdot r^2}{2} \quad \rightarrow \quad I_1 = 40,38 \text{ kgm}^2 \quad I_2 = 0,000327 \text{ kgm}^2 \text{ (vernachl. klein)}$$

$$I_{\text{ges}} = 40,38 \text{ kgm}^2$$

1.2 Berechnung der Rotationsenergie

A II / 6 Punkte

$$\omega = 2\pi \cdot n \quad \rightarrow \quad \omega = 146,6 \text{ 1/s}$$

$$W_{\text{Rot}} = J \cdot \frac{\omega}{t} \cdot \varphi = J \cdot \frac{\omega^2}{z} \quad \rightarrow \quad W_{\text{Rot}} = 433949,18 \text{ Nm}$$

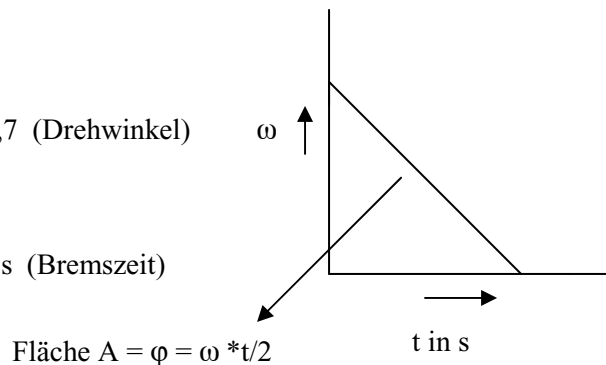
1.3 Berechnung der Bremszeit

A II / 6 Punkte

$$\text{Wort} = Mb \cdot \varphi \quad \rightarrow \quad \varphi = 602,7 \text{ (Drehwinkel)}$$

$$MB = 720 \text{ Nm}$$

$$\varphi = \omega \cdot t/2 \quad \rightarrow \quad t = 8,22 \text{ s (Bremszeit)}$$



1.4 Bewertung der Ergebnisse

A III / 8 Punkte

Die tatsächliche Bremszeit beträgt 8,22 Sekunden. D.h. die Bremszeit ist um 1,22 Sekunden überschritten.

- Mögliche Änderungen:
- W_{Rot} reduzieren
 - Mb ändern
 - Trägheitsmoment ändern
 - Geometrie der Schwungscheibe ändern
 - Bremsmoment vergrößern

1.5 Kraft zum Abbremsen

A I / 8 Punkte

$$Mb = D/2 \cdot F_b \quad \rightarrow \quad F_b = 1920 \text{ N (Bremskraft)}$$

$$F_p \cdot 200 \text{ mm} = F_b \cdot 65 \text{ mm} \cdot 0,707 \quad \rightarrow \quad F_p = 441,17 \text{ N (Kolbenkraft)}$$

1.6 Auswahl eines Pneumatikzylinders

A II / 7 Punkte

$$p = \frac{F}{A} \quad \rightarrow \quad A = 11,03 \text{ cm}^2; \quad dk = 37,47 \text{ mm}$$

gewählter Kolbendurchmesser lt. Tabelle: $dk = 40 \text{ mm}$

2.1 Senkung nach DIN skizzieren

A II / 5 Punkte

$D = 11 \text{ mm}$; $d = 6,6 \text{ mm}$; $t = 6 \text{ mm}$

2.2 Wahl der Schrauben

A III / 5 Punkte

$dk = 10 \text{ mm}$; $k = 6 \text{ mm}$; $l = 15 \text{ mm} - t = 6,4$ (lt. Tabellenbuch)

$l = (15 - 6,4 \text{ mm}) + 6 \text{ mm} = 14,6 \text{ mm}$; $l = 16 \text{ mm}$ lt. Tab.Buch gewählt.

Normbezeichnung der Schraube: Schraube DIN ISO 4762 M6 *16-6.8

2.3 Kraftbeanspruchung der Schraube

A II / 6 Punkte

$F_p * 55 \text{ mm} = F_s * 20 \text{ mm}$ → $F_s = 1213,22 \text{ N}$ pro Schraube: $F_s = 606,6 \text{ N}$

$F = A_s \cdot \sigma_{Zul}$ → $A_s = 20,1 \text{ mm}^2$; $\sigma = 30,18 \text{ N / mm}^2$ (Zugspannung)

2.4 Beurteilung

A III / 6 Punkte

Die Festigkeitsklasse beträgt: 6.8 → $R_m = 600 \text{ N / mm}^2$

$R_m < \sigma = 30,18 \text{ N / mm}^2$

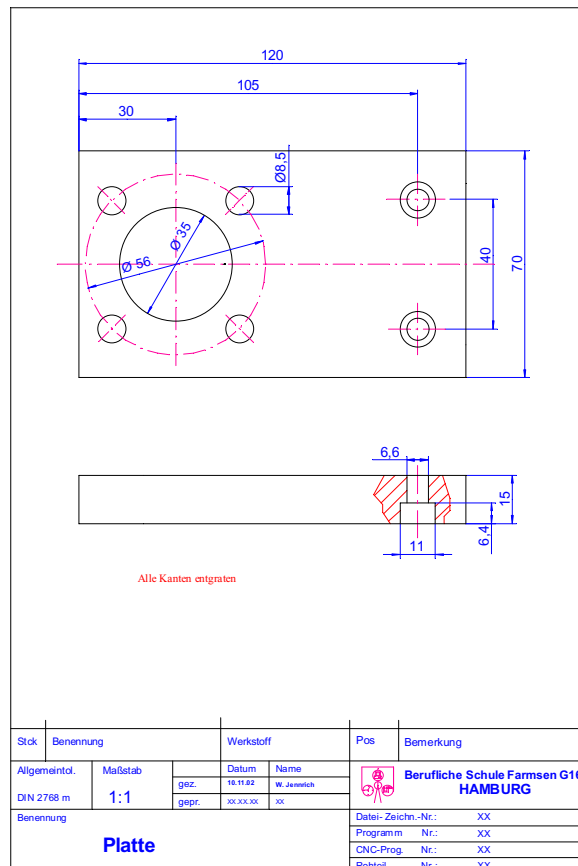
d.h. die Schrauben sind überdimensioniert.

Mögliche Änderungen: - geringere Festigkeitsklasse (gibt es jedoch laut TB nicht)

- Schraubendurchmesser verringern z.B. M4

2.5 und 2.6 Konstruktion CAD-Draftboard

AII / 5 bzw. 3 Punkte



3.1 Wertetabellen

A II / 5 Punkte

Verriegelung von Y1 → 720 Nm

Verriegelung von Y2 → 1250 Nm

S4	S3	S2	Y1	ΣNm
0	0	0	0	0
0	0	1	0	430
0	1	0	0	300
0	1	1	1	730
1	0	0	0	400
1	0	1	1	830
1	1	0	1	700
1	1	1	1	1130

S4	S3	S1	Y2	ΣNm
0	0	0	0	0
0	0	1	0	720
0	1	0	0	430
0	1	1	1	1020
1	0	0	0	400
1	0	1	1	1100
1	1	0	1	700
1	1	1	1	1430

Verriegelung von Y3 → 300 Nm

Verriegelung von Y4 → 400 Nm

Wahrheitstabellen ... (für Y3, Y4 aufstellen)

$$Y1 = (S2 \wedge S3 \wedge \overline{S4}) \vee (S2 \wedge \overline{S3} \wedge S4) \vee (\overline{S2} \wedge S3 \wedge S4) \vee (S2 \wedge S3 \wedge S4)$$

$$Y2 = (S1 \wedge S3 \wedge \overline{S4}) \vee (S1 \wedge \overline{S3} \wedge S4) \vee (S1 \wedge S3 \wedge S4)$$

$$Y3 = (S1 \wedge S2 \wedge S4) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S4) \vee (S1 \wedge S2 \wedge S4)$$

$$Y4 = (S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3}) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2 \wedge S3)$$

3.2 K-V-Diagramm

A II / 5 Punkte

Y1	S2		$\overline{S2}$	
S3	1	1	0	0
$\overline{S3}$	0	1	0	0
	$\overline{S4}$	S4	$\overline{S4}$	

$$Y1 = (S2 \wedge S3) \vee (S3 \wedge S4) \vee (S2 \wedge S4)$$

Y2	S2		$\overline{S2}$	
S3	1	1	0	0
$\overline{S3}$	0	1	0	0
	$\overline{S4}$	S4	$\overline{S4}$	

$$Y2 = (S1 \wedge S3) \vee (S1 \wedge S4)$$

Y3	S1		$\overline{S1}$	
S2	1	1	0	0
$\overline{S2}$	0	1	0	0
	$\overline{S4}$	S4	$\overline{S4}$	

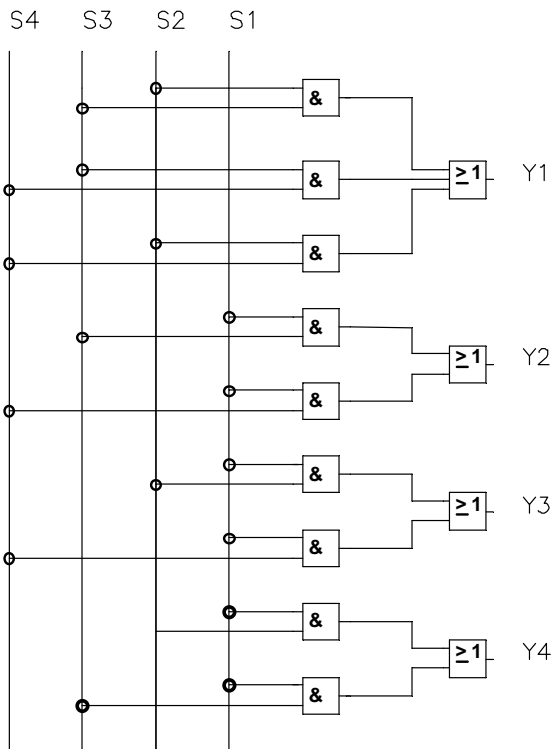
$$Y3 = (S1 \wedge S2) \vee (S1 \wedge S4)$$

Y4	S1		$\overline{S1}$	
S2	1	1	0	0
$\overline{S2}$	0	1	0	0
	$\overline{S3}$	S3	$\overline{S3}$	

$$Y4 = (S1 \wedge S2) \vee (S1 \wedge S4)$$

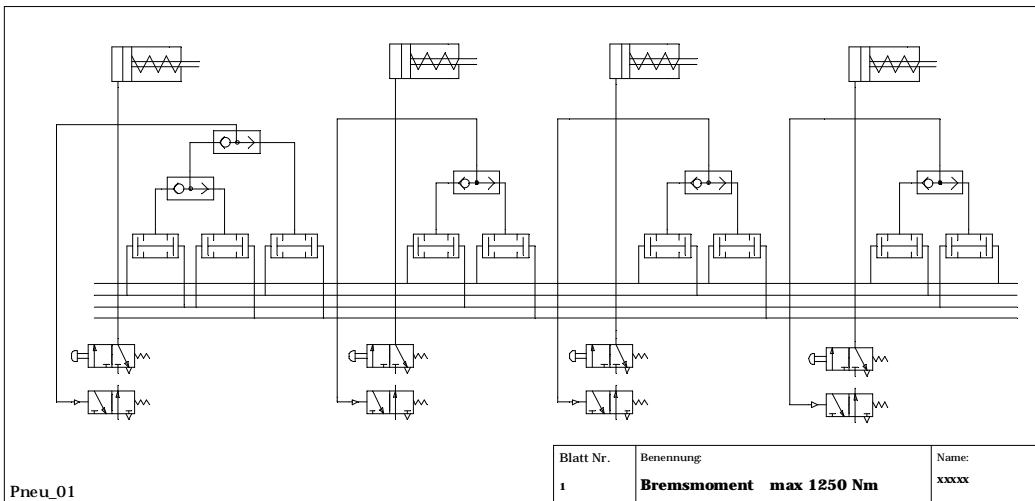
3.3 Funktionsplan

A II / 4 Punkte



3.4 Pneumatikplan

A III / 7 Punkte



3.5 Unfallverhütung

A I / 4 Punkte

Der Grenzbereich der Lärmbelästigung liegt bei ca. 85 db(A). Bei 85 db(A) liegt laut Diagramm nur ein Druck von ca. 1 bar an. Dieser Druck ist zu gering; kein sicheres schalten der Ventile.

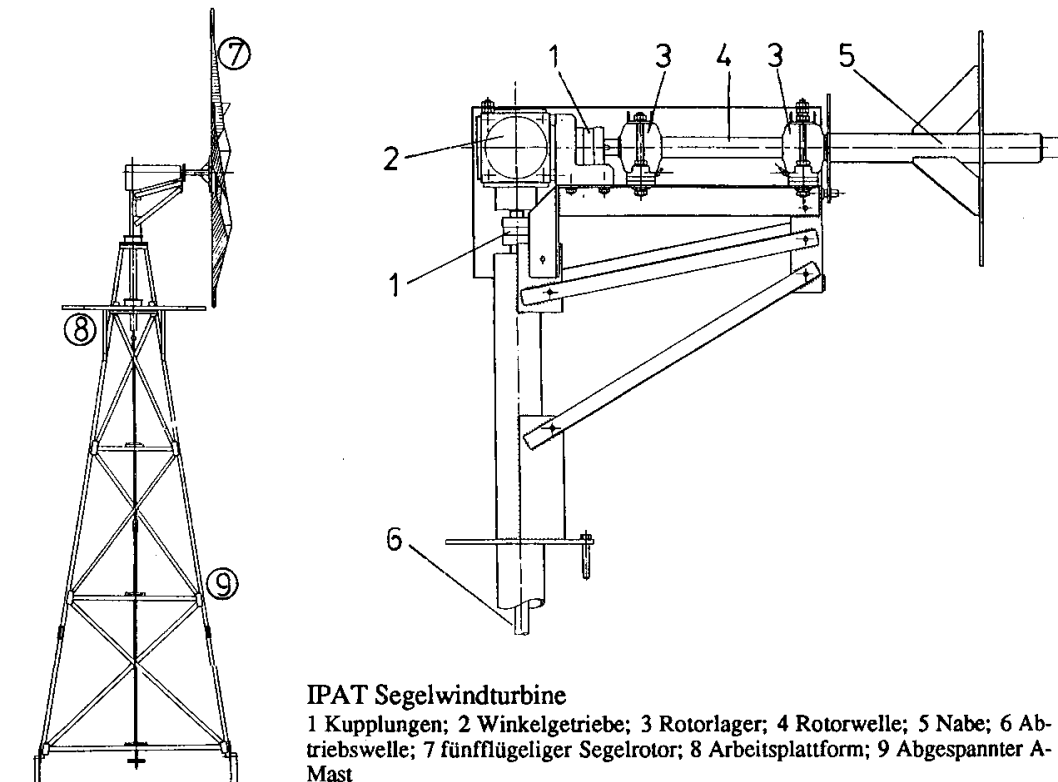
Abhilfe: Geräusche durch Schalldämpfer reduzieren, dann kann mit einem höheren Druck gearbeitet werden. Ventile schalten sicher durch!

Aufgabe 2: Technik zur Nutzung regenerativer Energien

Aufgabenstellung

Windkraftanlage und Photovoltaik

Das folgende Bild zeigt eine kleine Windkraftanlage. Sie wurde an der TU - Berlin entwickelt. Die Windenergieanlage ist so demontierbar, dass die Einzelteile ohne zusätzliche Hilfsmittel transportiert werden können, z. B. in unerschlossenen Gebieten. Sie kann als Batterielader oder zum Antrieb einer Wasserpumpe eingesetzt werden.



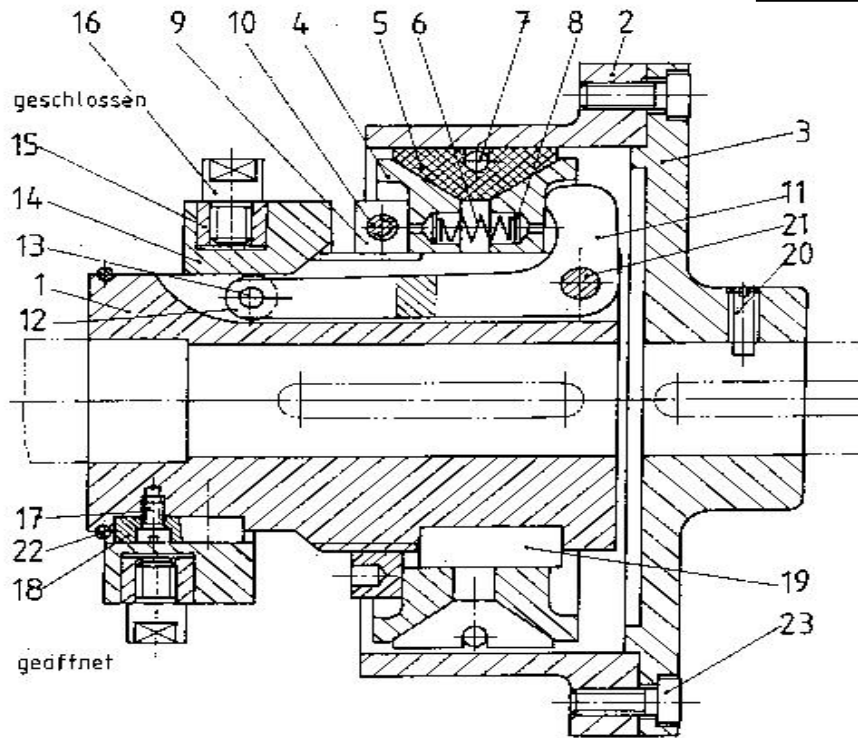
(Bild aus „ Gasch, Robert: Windkraftanlagen, Stuttgart 1993, Seite 86“ entnommen)

Die folgenden Aufgaben beziehen sich auf:

- Die Kupplung, die bei Wartungsarbeiten Rotor und Getriebe trennen soll,
- den Rotor
- und eine zusätzliche Photovoltaikanlage

Zeichnung Reibungskupplung

Nicht maßstäblich



Stückliste Reibungskupplung

Pos.	Menge	Einh.	Benennung	Sachnummer / Norm- Kurzzeichen	Bemerkung
1	1	Stck.	Kupplungsnahe		St50-2
2	1	Stck.	Kupplungsmantel		GG-25
3	1	Stck.	Flanschnabe		GG-25
4	2	Stck.	Tellerscheibe		GG-25
5	6	Stck.	Keilreibbringsegment		Textar
6	3	Stck.	Druckfeder	DIN 2098 - 1x5x19	FSt
7	1	Stck.	Zugfederring		FSt
8	6	Stck.	Scheibe	DIN 125 - A3,2	St
9	1	Stck.	Stelling		St60-2
10	1	Stck.	Zylinderschraube	DIN 912 - M5x18	8.8
11	3	Stck.	Winkelhebel		C45
12	3	Stck.	Rolle		C45
13	3	Stck.	Zylinderstift	DIN 7 - 5m6x7	St50K
14	1	Stck.	Schaltnuffe		GG-25
15	2	Stck.	Schleifring		CuZn40Pb2
16	2	Stck.	Mitnehmerbolzen		C45
17		Stck.			
18	1	Stck.	Paßfeder	DIN 6885 - 6x6x25	
19	1	Stck.	Paßfeder	DIN 6885 - A	
20	1	Stck.	Gewindestift	DIN 417 - M6x16	45H
21		Stck.	Zylinderstift		
22	1	Stck.	Sprengring		
23	6	Stck.	Zylinderschraube		

Teil 1 Technische Kommunikation

- 1.1 Warum ist das Keilreibringsegment (Pos. 5) mit einer Kreuzschraffur versehen? (1 Punkt)
- 1.2 Welche Bedeutung hat das Diagonalkreuz am Mitnehmerbolzen (Pos. 16)? (1 Punkt)
- 1.3 Erklären Sie die Bedeutung der mit schmalen Volllinien dargestellten Schraffurfläche am Winkelhebel (Pos. 11). (1 Punkt)
- 1.4 Ergänzen Sie die Stückliste. (4 Punkte)
- 1.5 Welche Funktion erfüllt der Gewindestift (Pos. 20) ? (1 Punkt)
- 1.6 Erklären Sie die Aufgabe des Sprengringes (Pos. 22). (2 Punkte)
- 1.7 Welche Funktion hat der Stellring (Pos. 9 auf Blatt 2 und 3) (1 Punkt)
- 1.8 Die Kupplung wird über drei Winkelhebel geschaltet. Geben Sie einen Grund an, weshalb dieses nicht mit einem Winkelhebel möglich ist. (2 Punkte)
- 1.9 Beschreiben Sie kurz den Vorgang des Auskuppelns. (4 Punkte)
- 1.10 Für die Zylinderschraube (Pos. 23) ist eine Senkung nach DIN 974-1 vorgesehen. (3 Punkte)
Ermitteln Sie folgende Maße
- Durchmesser der Durchgangsbohrung
 - Senkungsdurchmesser
 - Senkungstiefe
 - Geben Sie die normgerechte Bezeichnung der Senkung an.
- 1.11 C A D : Flanschnabe (Pos. 3) (15 Punkte)
- Starten Sie das CAD-Programm und lesen Sie die Zeichnung 'J:FLANSCHN.JPG' !
 - Speichern Sie die Zeichnung als 'H:FLANSCHN.JPG' !
 - Ergänzen (M 1:1) und bemaßen (ohne OFZ) Sie mit dem
 - CAD-Programm die Flanschnabe (Bohrung $\varnothing = 25H7$).
 - Fehlende Maße sind der Zeichnung zu entnehmen.
 - Drucken/Plotten Sie die Zeichnung !

Teil 2: Technische Mechanik

Jeder Winkelhebel (Pos. 11) soll mit einer Kraft von 6000 N gegen die Tellerscheibe (Pos. 4) drücken.

Aufgaben

- 2.1 Skizzieren Sie den Winkelhebel (3 Punkte)
- 2.2 Berechnen Sie die im Winkelhebel auftretende Biegespannung im gefährdeten Querschnitt (7 Punkte)
- 2.3 Tragen Sie die für die Berechnung notwendigen Größen in die Skizze ein. (3 Punkte)
- 2.3 Vergleichen Sie den errechneten Wert mit der zulässigen Biegespannung für schwelende Belastung. (Erforderlich Maße (auf mm gerundet) aus der Zeichnung ausmessen.) (2 Punkte)

Vorgaben:

Zwei der in der Zeichnung vorhandenen Passfedern (Pos. 19 = Passfeder 1), und die mit „Strich-Zwei-punkt-Linien“ dargestellte (=Passfeder 2) übertragen die gleichen Drehmomente von $M_d = 100 \text{ Nm}$

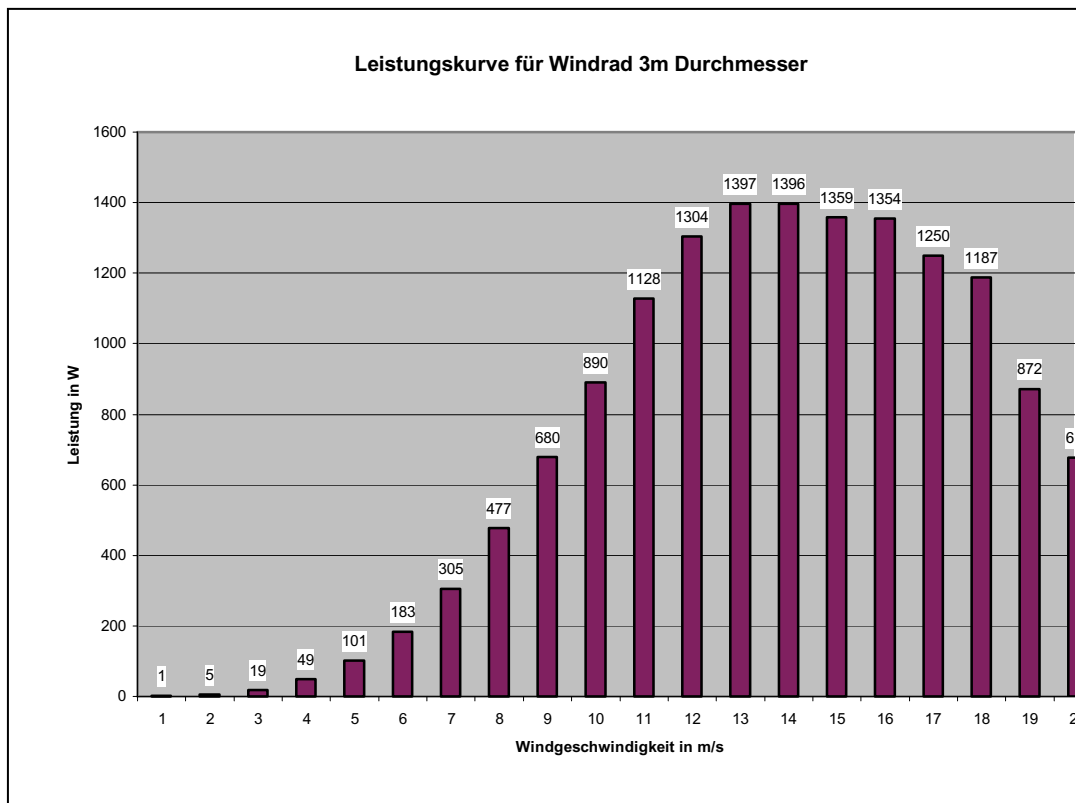
Aufgaben:

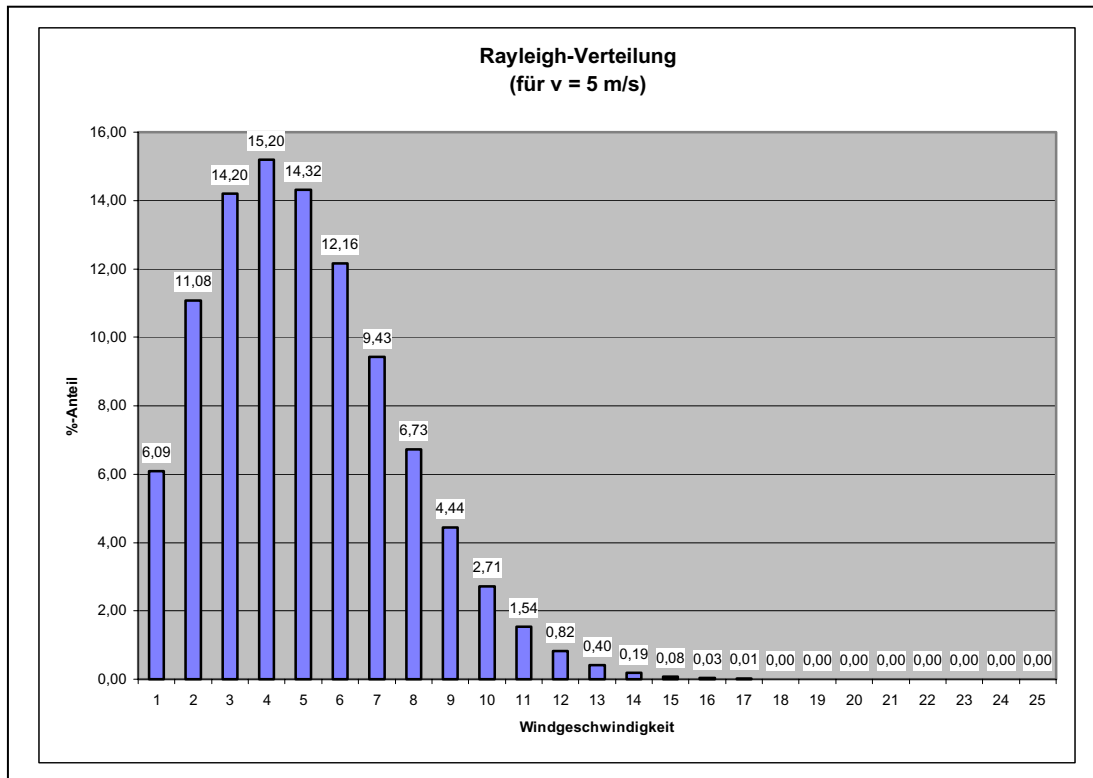
- 2.5 Welche der beiden Passfedern ist der größten Umfangskraft ausgesetzt? (Antwort mit Begründung) (5 Punkte)
- 2.6 Welche der Passfedern unterliegt der größten Materialbelastung (Spannung)? Belegen Sie die Antwort mit einer Rechnung. (10 Punkte)

Teil 3 Regenerative Energien

Windenergie

Das Windrad hat einen Rotordurchmesser von 3m. Die Leistungskurve und die Windverteilung für den gewählten Standort sind bekannt.





- 3.1 Bestimmen Sie den Leistungsbeiwert c_p bei Nennwindgeschwindigkeit. (4 Punkte)
- 3.2 Berechnen Sie den möglichen jährlichen Energieertrag, wenn Windgeschwindigkeiten unter 4m/s und über 16 m/s nicht berücksichtigt werden. (8 Punkte)
- 3.3 Die Leistung soll durch Erhöhung des Rotordurchmessers verdoppelt werden. Berechnen Sie, um wie viel % der Durchmesser vergrößert werden muss? (3 Punkte)

Photovoltaik

Dimensionierung einer Photovoltaikanlage

Ein abgelegener Bahnübergang in der Nähe von Hamburg soll durch eine Lichtanlage gesichert werden. Auf beiden Seiten der Gleise soll die Anlage das Andreaskreuz ergänzen. Die Energieversorgung beider Lichtanlagen soll durch eine Photovoltaik-Insulanlage erfolgen.

Für die Blinkanlage werden folgende Leistungsaufnahmen geschätzt:

- Steuerung: kontinuierlich 5 W
- bei jedem Zug: 20 s Blinklicht orange (dabei insgesamt 10 s an, 10 s aus), dann 1 min Rotlicht
- Leistungsaufnahme pro Lampe: 60 W



Zwischen 6⁰⁰ und 20⁰⁰ befahren drei Züge pro Stunde die Strecke. Während der übrigen Zeit überquert ein Zug pro Stunde den Bahnübergang.

Anlagendaten:

- Zelltyp: monokristalline Zellen
- Betriebsspannung: $U = 12 \text{ V}$
- Wirkungsgrad des Ladereglers: $\eta = 0,95$

Azimut	Neigung	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr in kWh/(m ² *a)
Süd	0°	0,58	1,17	2,19	3,41	4,39	4,83	4,51	4,13	2,73	1,61	0,71	0,43	936
	30°	0,95	1,67	2,72	3,69	4,37	4,64	4,38	4,33	3,21	2,21	1,1	0,74	1036
	45°	1,07	1,81	2,81	3,6	4,12	4,3	4,09	4,16	3,23	2,36	1,22	0,84	1024
	52,3°	1,11	1,84	2,8	3,5	3,94	4,08	3,89	4,01	3,18	2,39	1,25	0,88	1001
	60°	1,14	1,86	2,76	3,35	3,7	3,81	3,65	3,81	3,1	2,39	1,27	0,9	966
	90°	1,09	1,67	2,28	2,45	2,53	2,53	2,46	2,69	2,43	2,1	1,19	0,88	739
Südost /	45°	0,9	1,6	2,63	3,57	4,2	4,41	4,19	4,15	3,06	2,1	1,03	0,7	992
Südwest	90°	0,85	1,4	2,13	2,62	2,88	2,9	2,8	2,94	2,35	1,78	0,94	0,68	739
Ost /	45°	0,59	1,18	2,16	3,23	4,08	4,37	4,11	3,81	2,58	1,57	0,7	0,45	879
West	90°	0,48	0,95	1,7	2,45	3,02	3,14	2,99	2,82	1,96	1,23	0,55	0,37	660

Abbildung: Solarstrahlung auf geneigte Flächen für Hamburg in $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{d}}$

Aufgaben

- 3.4. Wählen Sie den Neigungswinkel der Solarzelle für diese Anwendung und begründen Sie Ihre Entscheidung. (3 Punkte)
- 3.5. Dimensionieren Sie die erforderliche Solarzellenfläche. (8 Punkte)
- 3.6. Dimensionieren Sie eine 12V-Batterie für vier Tage Autarkie und 60% Batterieentladungstiefe. (4 Punkte)

Teil 4 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Aspekte

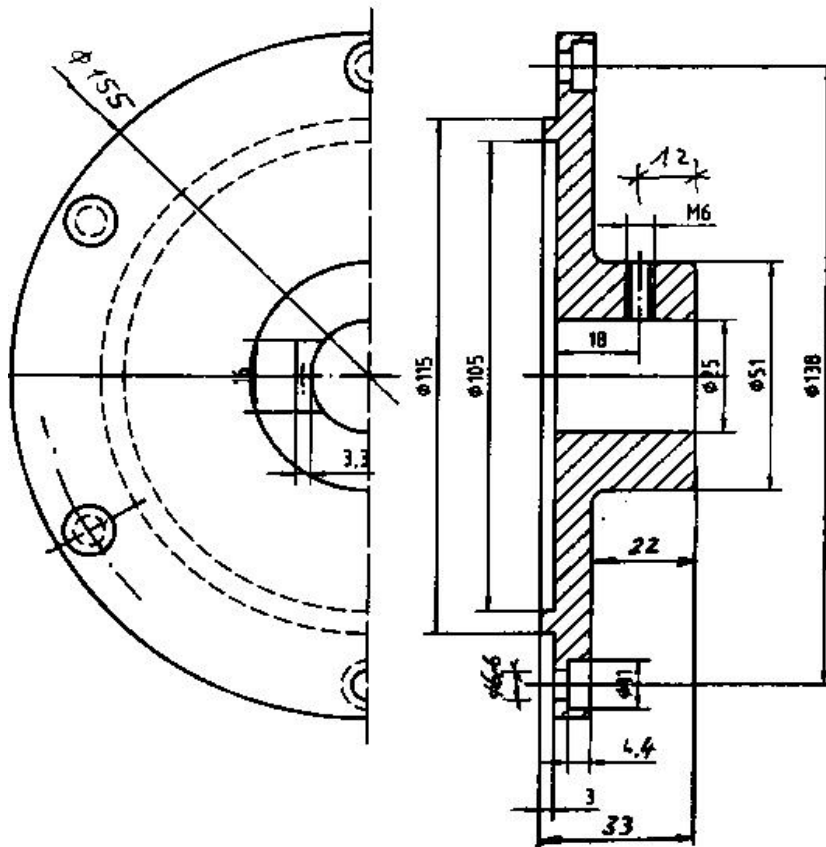
- 4.1 Der Einsatz regenerativer Energien wird in der Gesellschaft sehr kontrovers diskutiert. Nennen Sie jeweils drei Argumente die für bzw. gegen den Einsatz von Windenergie und für bzw. gegen den Einsatz von Photovoltaik häufig genannt werden und nehmen Sie Stellung zu diesen Argumenten. (10 Punkte)
- 4.2 Beurteilen Sie die Anwendung der Photovoltaik für den Einsatz an einer Lichtenanlage an einem abgelegenen Bahnübergang wie in Aufgabe 3.4 bis 3.6. (5 Punkte)

Erwartungshorizont

- 1.1 Es handelt sich um einen nichtmetallischen Werkstoff. A I / 1 Punkt
- 1.2 Das Diagonalkreuz kennzeichnet eine ebene Fläche. A I / 1 Punkt
- 1.3 Der Querschnitt wurde zur besseren Übersichtlichkeit in die Zeichenebene geklappt. A II / 1 Punkt
- 1.4 A I / 4 Punkte
- | | | | | |
|----|---|------------------|---------------------|-----|
| 17 | 2 | Zylinderschraube | DIN 7984 -M4 x 6 | 5.8 |
| 18 | | | E | St |
| 19 | | | 70 x12x 28 | St |
| 21 | 3 | | ISO 8734 -8 m6x28-A | St |
| 23 | | | M6 x 16 | |
- 1.5 Er dient zur axialen Sicherung der Flanschnabe (Pos.3). A I / 1 Punkt
- 1.6 Der Sprengring begrenzt den Weg der Schaltmuffe (Pos. 14) beim Auskuppeln nach links. A II / 2 Punkte
- 1.7 Ein- und Nachstellen der Reibkraft. A I / 1 Punkt
- 1.8 a) Unwucht ; b) ungleichmäßige Anlage bzw. Druckverteilung A II / 2 Punkte
- 1.9- -Schaltmuffe (Pos. 14) mit Schaltgabel nach links schieben,
 -Winkelhebel (Pos. 11) löst den Druck auf die Tellerscheibe (Pos. 4),
 -Druckfedern (Pos. 6) drücken Tellerscheiben (Pos.4) auseinander,
 -Federring (Pos. 7) zieht die Keilreibringsegmente (Pos.5) nach innen. A I / 4 Punkte
- 1.10 a) Durchgangsloch - \varnothing : 6,6 mm A II / 3 Punkte
 b) Senkungs- \varnothing : 11,0 mm
 c) Senkungstiefe : 4,4 mm (= k +0,4 mm)

1.11

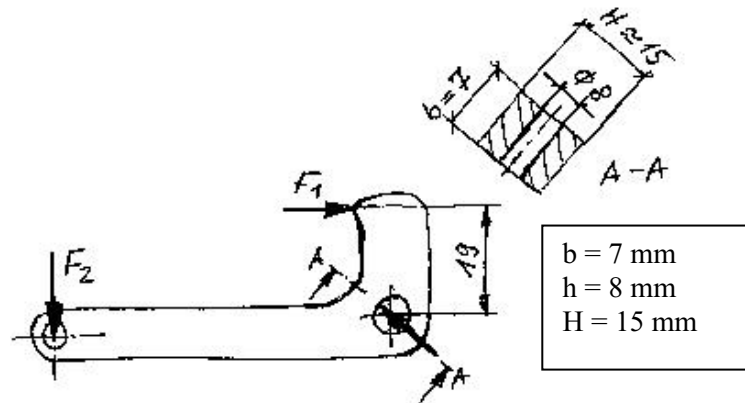
A II / 15 Punkte



Technische Mechanik

2.1-Hebel skizzieren / freimachen, Maße einzeichnen
2.3

A II / 3 Punkte
A I / 3 Punkte



2.2 $\sigma_b = \frac{M_b}{W} = \frac{F_1 \cdot l_1}{W}$

A I / 7 Punkte

$W_{ges} = W_1 - W_2$ oder

$W_x = \frac{b}{6 \cdot H} \cdot (H^3 - h^3)$ (Formel aus Tabellenbuch)

$= 7 / (6 \cdot 15) \cdot (15^3 - 8^3) = 0,077 \cdot (3375 - 512)$

$W_x = 222,45 \text{ mm}^3$

$\sigma_b = \frac{6000 \text{ N} \cdot 19 \text{ mm}}{222,45 \text{ mm}^3} = 512 \text{ N/mm}^2$ (Tabelle G37)

2.4 $\sigma_b = 512 \text{ N/mm}^2 < 625 \text{ N/mm}^3$! (Tabellebuch G31 für C45)

A II / 2 Punkte

2.5 -Passfeder 2 → größere Kraft ausgesetzt, weil auf kleinerem Radius

A III / 5 Punkte

Begründung: $F = \frac{M}{r}$ → wenn r klein → F groß

2.6 - es gilt: kritische Belastung = Flächenpressung $P = \frac{F}{A}$

A II / 10 Punkte

Passfeder 1: A14 x 9 x 28

Fläche $A_1 = 3,5 \cdot 14 = 49 \text{ mm}^2$

Passfeder 2: A8 x 7 x 56

Fläche $A_2 = 3 \cdot 48 = 144 \text{ mm}^2$ (beides: Tabellenbuch)

Flächenpressung:

$P_1 = \frac{M}{r_1 \cdot A_1} = (100 \text{ Nm} \cdot 10^3 \text{ mm}) / (34 \text{ mm} \cdot 49 \text{ mm}^2 \cdot \text{m}) = 60,02 \text{ N/mm}^2$

$$P_2 = \frac{M}{r_2 \cdot A_2} = (100 \text{ Nm} \cdot 10^3 \text{ mm}) / (13 \text{ mm} \cdot 144 \text{ mm}^2 \cdot \text{m}) = 53,4 \text{ N/mm}^2$$

beide Werte $< 120 \text{ N/mm}^2 = P_{zul}$ (Tabellenbuch G32)

Passfeder 1: größere Belastung

Windenergie

3.1 Nennleistung aus der Leistungskurve ermitteln: bei $v = 13 \text{ m/s}$ ergibt sich $P_{nenn} = 1397 \text{ W}$

Die theoretische Leistung beträgt $P = \rho/2 \cdot A \cdot v^3 = 9313 \text{ W}$

Wirkungsgrad $\eta = P_{nenn} / P_{theor.} = 0,15$

A II / 4 Punkte

3.2 Diagramme erkennen und deuten (Häufigkeitsverteilung und Leistungskennlinie)

A II / 8 Punkte

Lösungsweg: Zeitanteile in Stunden ausrechnen (ab $v = 4 \text{ m/s}$ bis $v = 16 \text{ m/s}$)

(Basis 8760 h/a)

für jede Windgeschwindigkeit die Energieanteile berechnen,

Energie = Leistung * Zeit ($P = W \cdot t$)

Einzelanteile aufsummiert ergibt Jahresenergieertrag

Anteil %	Windgeschwindigkeit v	P in W Leistungskurve	h/a	kWh/a
5,64	1	1		
10,34	2	5		
13,41	3	19	1174,87	22
14,59	4	49	1278,28	63
14,04	5	101	1230,29	124
12,24	6	183	1072,58	196
9,79	7	305	857,81	262
7,24	8	477	634,11	302
4,97	9	680	435,38	296
3,18	10	890	278,58	248
1,90	11	1128	166,51	188
1,06	12	1304	93,13	121
0,56	13	1397	48,81	68
0,27	14	1396	23,99	33
0,13	15	1359	11,07	15
0,05	16	1354	4,80	6

Summe 1927 kWh

3.3

A II / 3 Punkte

$$P_2 = 2 \cdot P_1$$

$$\frac{\rho}{2} \cdot A_2 \cdot v^3 = \frac{\rho}{2} \cdot A_1 \cdot v^3$$

$$\frac{d_2^2 \cdot \pi}{4} = 2 \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$$

$$d_2 = \sqrt{2} \cdot d_1 \rightarrow \text{um ca. 41,42\% größer}$$

Photovoltaik

3.4 $\alpha = 60^\circ$, es muss die höchste Strahlungsleistung des schwächsten Monats gewählt werden. A II / 3 Punkte

3.5 $Q_d = 24h \cdot 5W + 2 \cdot (14 \cdot 3 + 10) \cdot (10s + 60s) \cdot 60W = 241,333 \text{ Wh}$ A III / 8 Punkte

$$Q_d = A \cdot G_i \cdot \eta$$

$$\eta_{\text{monokristallin}} = 0,17$$

$$G_i = 0,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$$

$$A = (0,241333 \text{ m}^2) / (0,9 \cdot 0,17 \cdot 0,95) = 1,65 \text{ m}^2$$

3.6 $C = \frac{n \cdot Q_d}{U \cdot D} = (4 \cdot 241,333 \text{ Wh}) / (12V \cdot 0,6) = 134,1 \text{ Ah}$ A III / 4 Punkte

4.1

A I und III / 10 Punkte

Die Schüler sollen zeigen, dass Sie die aktuellen gesellschaftlichen Diskussion um regenerative Energien und die darin enthaltenen Argumente kennen und reflektieren können, Insbesondere die Argumente für und wider Windenergie und Photovoltaik.

Argumente könnten u. a. sein:

	Pro (Beispiele)	Kontra (Beispiele)
Windenergie	Erneuerbare Energie Hohes Potenzial weltweit Viele neue Arbeitsplätze Wirtschaftlichkeit je nach Standort auch ohne Förderung gegeben Offshore-Potenzial	Kein kontinuierliches Energieangebot Unwirtschaftlich Einflüsse auf das Landschaftsbild Vogelschutz Geräuschbelästigung Sicherheitsrisiko
Photovoltaik	Erneuerbare Energie Hohes Potenzial weltweit Eingriff in Landschaftsbild gering Wasserstofferzeugung Dezentrale Energieversorgung Vielfältige Möglichkeiten in sonnenreichen Gebieten	Wirtschaftlichkeit Aufwendige Herstellungsverfahren Gesamtenergiebilanz Nur unwesentlicher Anteil an Energieversorgung denkbar Zu geringe Sonnenscheindauer

Die Schüler sollen hier begründet und plausibel Stellung nehmen

4.2

A III / 5 Punkte

Hier könnte z. B. angeführt werden, dass in bestimmten Anwendungsfällen (je nach Entfernung zum Netz, hohe Installationskosten, Netzunabhängigkeit) u. U. ein Einsatz von Photovoltaik sinnvoll sein kann bzw. die Wirtschaftlichkeit in den Hintergrund rückt.

Bewertungskriterien für die Noten „gut“ und „ausreichend“

Für die Bewertung der Gesamtleistung der schriftlichen Abiturprüfung im Leistungskurs Wirtschaftslehre gilt die folgende Zuordnungstabelle:

Prozent	Punkte	Note
< 30 %	0	6
30 %	1	5-
35 %	2	5
40 %	3	5+
45 %	4	4-
50 %	5	4
55 %	6	4+
60 %	7	3-
65 %	8	3
70 %	9	3+
75 %	10	2-
80 %	11	2
85 %	12	2+
90 %	13	1-
93 %	14	1
> 96 %	15	1+

Die Note „gut“ (11 Punkte) kann nur erteilt werden, wenn mindestens 80 % der erwarteten Gesamtleistung sowie Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht wurden.

Die Note „ausreichend“ (5 Punkte) kann nur erteilt werden, wenn mindestens 50 % der erwarteten Gesamtleistung erbracht wurden.