

Kommission Höhere Berufsbildung Netzelektriker Commission Formation professionnelle supérieure d'électricien/ne de réseau Commissione Formazione superiore da elettricista per le reti di distribuzione		im Auftrag		<b>VSE AES</b>	
<b>Berufsprüfung Netzfachleute</b>				<b>BP VK ZP</b>	
<b>Examen professionnel de spécialiste de réseau</b>					
<b>Esame professionale di specialista per reti di distribuzione</b>				<b>d</b>	
<b>Prüfungsteil</b> Epreuve Materia	<b>0</b>	<b>Vorbereitung Zulassungsprüfung</b>			
<b>Prüfungsposition</b> Points d'appréciation Voce	<b>-</b>				
<b>Serie</b> Série Seria	<b>-</b>	<b>schriftlich</b> écrit scritto	<b>Prüfungszeit / Minuten</b> Durée / Minutes Durata / Minuti	<b>-</b>	
<b>Hilfsmittel</b> Moyens auxiliaires Aiuti	<b>-</b>				
<b>Kandidat/in</b> Candidat Candidato					
					
<b>Bemerkungen</b> Remarques Commenti					

<b>Elektrische Anlagen und Vorschriften</b>	
1.	<p>Wie gross muss der Leiterabstand einer 132-kV-Weitspannleitung zur Strasse mind. sein?</p> <p><math>7.5m + s = 8.82m</math> (Leitungsverordnung, Anhang 3)</p>
2.	<p>Wieviel muss ein Holztragwerk mit einer Länge von 15m in das Erdreich eingelassen werden?</p> <p><math>15m * 10\% + 0.4m = 1.9m</math> (Leitungsverordnung, Art. 57)</p>
3.	<p>Welche Tragwerke und Leitungsgegenstände müssen mit einem Warnzeichen versehen sein?</p> <p>An den Tragwerken von Hochspannungsfreileitungen sowie an Dachständern und bei Fassadenabspannungen von Leitungen mit blanken Leitern sind Warnzeichen anzubringen (Leitungsverordnung, Art. 60, Absatz 3)</p>
4.	<p>Wie lautet die Definition für den Begriff "Starkstromanlage"?</p> <p>Anlagen, bei welchen Ströme auftreten, die für Personen oder Sachen gefährlich sind. (Elektrizitätsgesetz, Art. 2 Absatz 2)</p>

5.	<p>Was ist eine instruierte Person?</p> <p>Person ohne elektrotechnische Grundausbildung, die begrenzte, genau umschriebene Tätigkeiten in Starkstromanlagen ausführen kann und die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen kennt.</p> <p>(Starkstromverordnung, Art. 3, Ziffer 15)</p>
6.	<p>Wie gross darf die Spannung zwischen Erde und gegen Berührung gesicherten Teilen einer Schwachstromanlage, bei einem einpoligen Erdschluss in einer Hochspannungsanlage sein?</p> <p>kurzzeitig: Lösung: 500V (Schwachstromverordnung, Art. 10, Absatz 2 und 3)</p> <p>Langzeitbeeinflussung: Lösung: 60V (Schwachstromverordnung, Art. 10, Absatz 2 und 3)</p>
7.	<p>Spannungsabhängige Direktabstände zwischen 2 Leitern einer 20-kV-Freileitung, in der Spannweite bei Wind?</p> <p>Lösung: 0.18m (Leitungsverordnung, Anhang 6, Tabelle 2.4.1)</p>
8.	<p>Eine 0,4-kV-Regelleitung muss welche Direktabstände (vertikal und horizontal) zu einem Obstbaum aufweisen?</p> <p>Lösung: Der Abstand zu Obst- und Zierbäumen unter oder neben Leitungen ist so zu bemessen, dass die Bäume gefahrlos bewirtschaftet werden können. (Leitungsverordnung, Art. 35, Absatz 2)</p>

9. Kreuzung einer 20-kV-Regelleitung mit einer 0,4-kV-Regelleitung in freier Spannweite bei getrennten Tragwerken

Direktabstand:

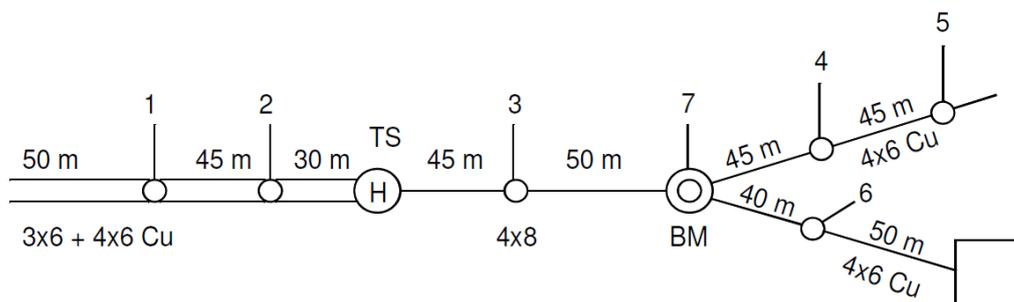
$$\geq 1.7m$$

Formel:

$$z \geq 1.5m + 0.01 \cdot b$$

(Leitungsverordnung, Anhang 17, Tabelle 4.2)

10. Welche Stärkeklassen von Holzmasten benötigt man für das skizzierte Regelleitungsnetz?



(Leitungsverordnung, Anhang 16, Ziffer 2 und 3)

Tragwerk 1: **Stärkeklasse 2**

Tragwerk 2: **Stärkeklasse 2**

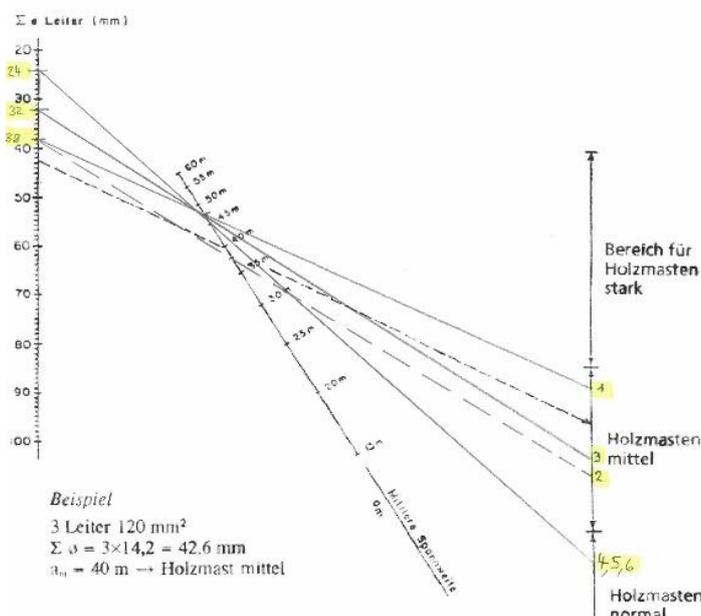
Tragwerk 3: **Stärkeklasse 2**

Tragwerk 4: **Stärkeklasse 1**

Tragwerk 5: **Stärkeklasse 1**

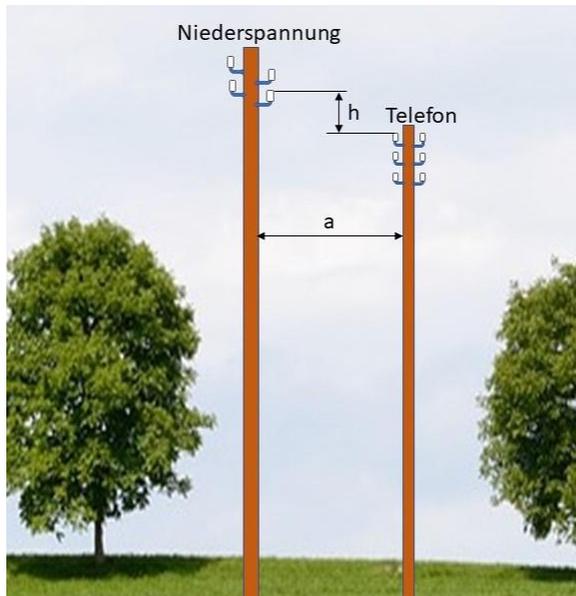
Tragwerk 6: **Stärkeklasse 1**

Diese Grafik ist in vergrößerter Form im Anhang, am Schluss dieses Dokumentes angefügt



11.	<p>Abstand einer blanken 20-kV-Sammelschiene zur metallischen Verschalung?</p> <p>Lösung: 0.22m (Starkstromverordnung, Anhang 2, Ziffer 1c)</p>
12.	<p>In einem Unterstationskreis mit Erdschlussabschaltung in 0,18s beträgt der Erdschlussstrom 80A. Wieviel darf die Berührungsspannung max. betragen?</p> <p>Max.:</p> <p>Lösung: 400V (Starkstromverordnung, Anhang 4)</p> <p>Wieviel darf die max. Erdungsimpedanz (Widerstand) bei einer Trafostation im Gebiet „mit grösseren Menschenansammlungen“ max. betragen?</p> <p>Max.:</p> <p>Lösung: <math>R = \frac{U}{I} = 5\Omega</math> (Starkstromverordnung, Anhang 4)</p>
13.	<p>Wie heisst die Erdung eines 16-kV-Streckenschalters?</p> <p>Lösung: Anlageerdung (Starkstromverordnung, Art. 3, Ziffer 1)</p>
14.	<p>Bestimme den Durchhang einer 0,4-kV-Regelleitung 4 x 8mm Ø Cu, Spannweite 44m, bei 0° mit Schnee</p> <p>Lösung: 91.6cm (Leitungsverordnung, Anhang 12, Ziffer 2)</p>

15. Parallelführung von Niederspannungsleitung mit Schwachstromleitung.



Wieviel muss der seitliche Abstand  $a$  betragen, wenn  $h = 2\text{m}$  ist?

**Lösung: 1m**

Welches Vorschriftenwerk und welcher Artikel regeln obige Vorschrift?

**Lösung: Leitungsverordnung, Anhang 17**

16. In welcher Tiefe muss ein Niederspannungskabel unter SBB -Geleisen verlegt werden?

**Lösung: 130cm**

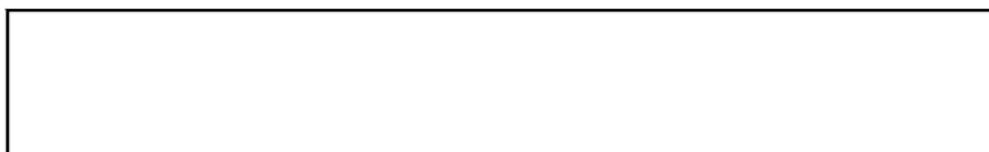
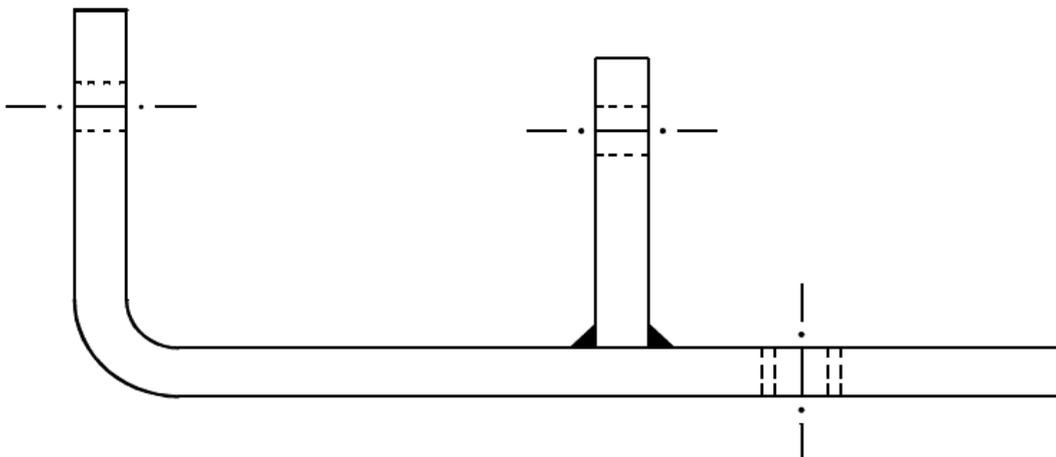
Welches Vorschriftenwerk und welcher Artikel regeln obige Vorschrift?

**Leitungsverordnung, Artikel 103, Absatz 2**

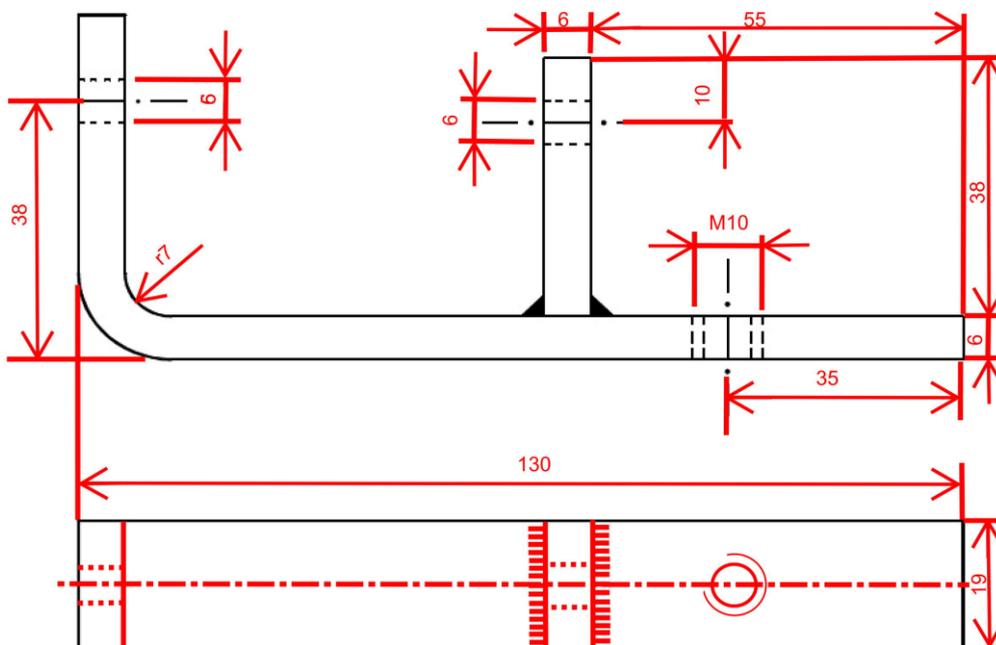
**Fachzeichnen**

1. Ergänzen Sie die Werkstattskizze mit:

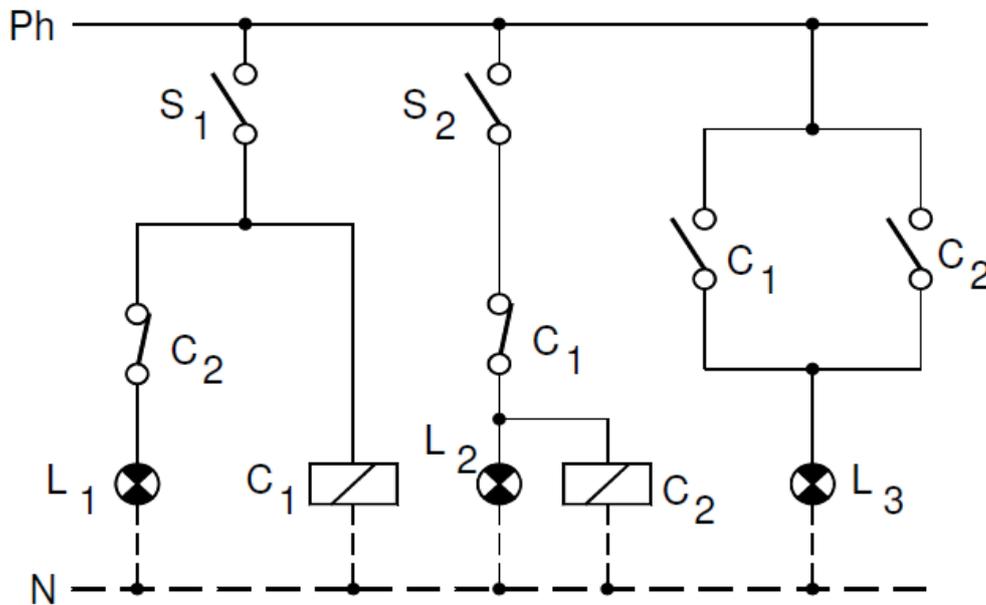
- zweitem Riss (Grundriss)
- Vermassung



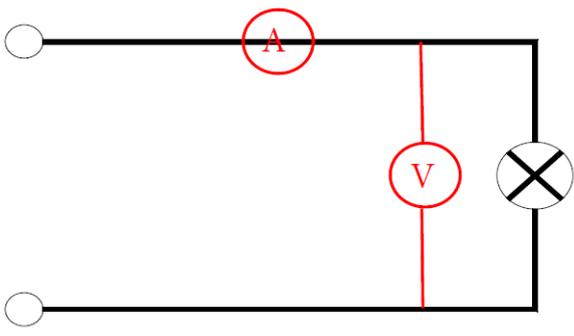
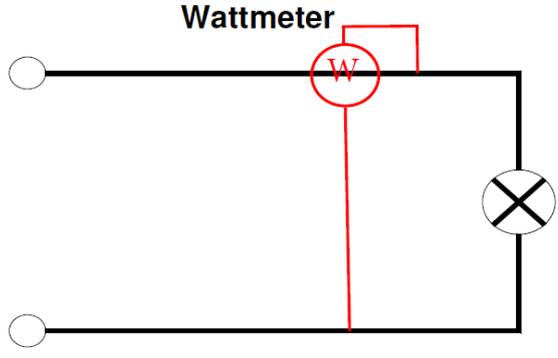
Lösung (Massstab verkleinert):



2. Welche Lampen leuchten, wenn die Schalter betätigt werden?

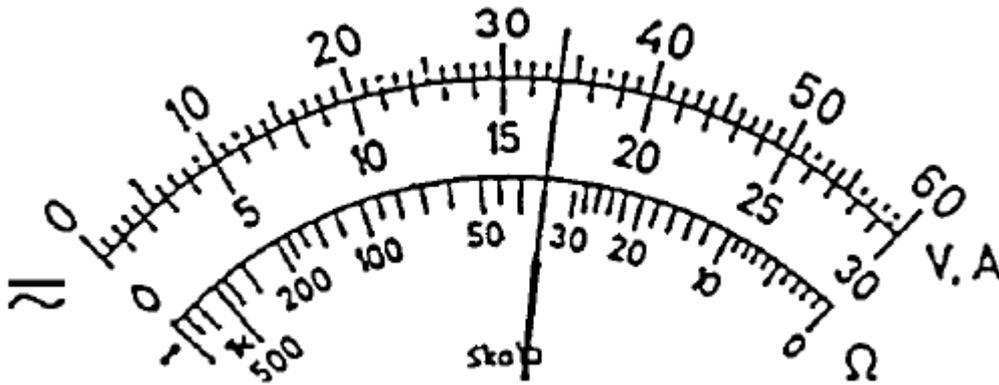


Schalter EIN	$L_1$	$L_2$	$L_3$
$S_1$	L1		L3
$S_2$		L2	L3
$S_1 + S_2$	L1		L3
0			

<b>Messtechnik</b>	
1.	<p>In den nachstehenden Stromkreis sind ein Voltmeter und ein Ampèremeter einzubauen.</p> <p><b>Volt- und Ampèremeter</b></p> 
2.	<p>In den nachstehenden Stromkreis ist ein Wattmeter einzubauen.</p> <p><b>Wattmeter</b></p> 
3.	<p>Ist der Innenwiderstand eines Voltmeters hoch- oder niederohmig?</p> <p><b>hochohmig</b></p> <p>Ist der Innenwiderstand eines Ampèremeter hoch- oder niederohmig?</p> <p><b>niederohmig</b></p>

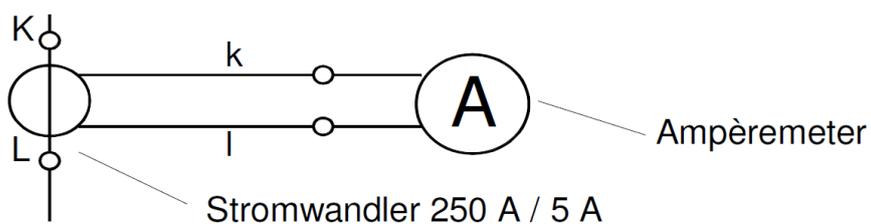
4.	<p>Wie nennt man die Anzeigeart dieses Instrumentes?</p>  <p>digital</p>
5.	<p>Wie geht man bei einer Messung eines unbekanntes Wertes mit einem Vielfachinstrument (Universalinstrument) vor?</p> <p>Was will man messen? Spannung / Strom / Widerstand Welche Stromart? Messwertgrösse?</p>
6.	<p>Was bedeuten die folgenden Symbole auf einem Messinstrument?</p>  <p>Dreheisen-Messwerk Gleich- und Wechselspannung Waagrechte Gebrauchslage Prüfspannung 2kV Klassenindex = +/- 2% des möglichen Endausschlags</p>
7.	<p>Mit welchem Messgerät misst man die Beleuchtungsstärke?</p> <p>Luxmeter</p>

8. Welche Messwerte zeigt das Messgerät an?



Messbereichsschalter	Physikalische Grösse
6 A ~	3.4 A
60 V =	34 V
Ω	35 Ohm
30 A ~	17 A
300 V ~	170 V

9. Stromwandlermessung. Das Amperemeter zeigt 2,5A an. Wie gross ist der Primärstrom?

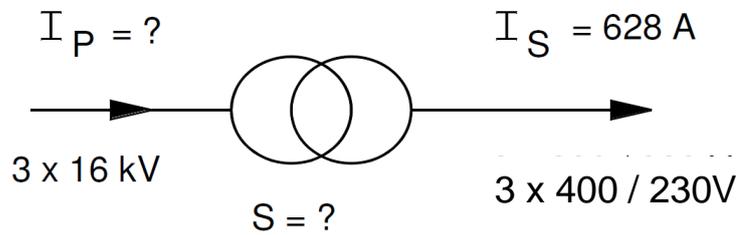


$$I = 2.5A \times \frac{250A}{5A} = 125A$$

10.	<p>Was ist vor jeder Widerstandsmessung zu tun?</p> <p><b>Auf Spannungsfreiheit prüfen</b> <b>Bei Geräten mit Analoganzeige ist dieses vor der Messung auf 0 abzugleichen</b></p>
11.	<p>Ein Analoginstrument hat den Messbereich 300V. Der Klasseindex des Messinstrumentes ist 2.</p> <p>Was sagt dieser Klasseindex aus?</p> <p><b>Klassenindex 2 bedeutet, dass der abgelesene Wert um +/- 2% vom Endausschlag (300V) abweichen kann, also +/- 6V</b></p>
12.	<p>Will man bei einem analogen Messgerät einen möglichst genauen Messwert, so sollte die Messgröße in welchem Bereich der Skala angezeigt und abgelesen werden?</p> <p><b>Im oberen Drittel</b></p>

<b>Elektrotechnik</b>	
1.	<p>Bei einer Kabelstörung misst man mit einer Messbrücke zwischen den Leitern L1 und L2 einen Widerstand von 0,6 Ω. Das Kabel XKT 3 x 10/10mm<sup>2</sup> Cu hat eine Originallänge von 258m.</p> <p>Wie viele Meter von der Messstelle liegt der Fehler?</p> $R_{pro\ Meter} = \rho_{Cu} \times 2 \times L/A$ $R_{pro\ Meter} = 0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \times 2 \times \frac{1m}{10mm^2} = 0.0035\Omega/m$ $L = \frac{0.6\Omega}{0.0035\Omega/m} = 171.43m$
2.	<p>Eine Beleuchtungsanlage hat eine Scheinleistungsaufnahme von 38,5 kVA bei einem <math>\cos \varphi = 0,75</math>. Die Beleuchtung ist täglich von 19.30 Uhr bis 06.15 Uhr eingeschaltet. Der Energiepreis beträgt 18,5Rp/kWh. Auf welchen Betrag belaufen sich die Betriebskosten für die elektrische Energie pro Monat (30 Tage)?</p> <p>Einschaltdauer pro Tag: 4.5h + 6.25h = 10.75h Einschaltdauer t pro Monat: 10.75h x 30 Tage = 322.5h</p> <p>Scheinleistung S = 38.5kVA      <math>\cos\varphi = 0.75</math> Leistung P = S x <math>\cos\varphi</math> = 38.5kVA x 0.75 = 28.875kW</p> <p>Energie W = P x t = 28.875kW x 322.5h = 9312.19kWh</p> <p>Energiekosten K = verbrauchte Energie x Energiepreis = 1722.75 CHF</p>

3. Gegeben sind folgende Daten einer Transformation:



Berechnen sie S.

$$\text{Scheinleistung } S = I_s \times U \times \sqrt{3}$$

$$S = 628\text{A} \times 400\text{V} \times \sqrt{3} = 434.58\text{kVA}$$

Berechnen sie  $I_p$ .

$$I_p = I_s \times U_s / U_p = 628\text{A} \times 400\text{V} / 16000\text{V} = 15.7\text{A}$$

4. Vergleichen Sie die Kosten von drei Varianten mit verschiedenen Leuchtmitteltypen in einem Kleinbetrieb. Die 50 Leuchtmittel sind pro Jahr im Schnitt 4'000h in Betrieb.

Energiepreis: Für die Berechnung wird ein Mischpreis von 0.12 CHF/kWh angenommen.

Leuchtmitteltyp	Halogenlampe	Sparlampe	LED
Leistung bei gleicher Lichtstärke	80W	20W	12W
Lebensdauer des Leuchtmittels	2'000h	10'000h	20'000h
Anschaffungspreis pro Leuchtmittel	CHF 4.00	CHF 10.00	CHF 20.00

Berechnen Sie die jährlichen Energiekosten.

Energiekosten Halogen:  $K = 50 \times 80W \times 4000h/1000 \times 0.12CHF/kWh = 1920 CHF$

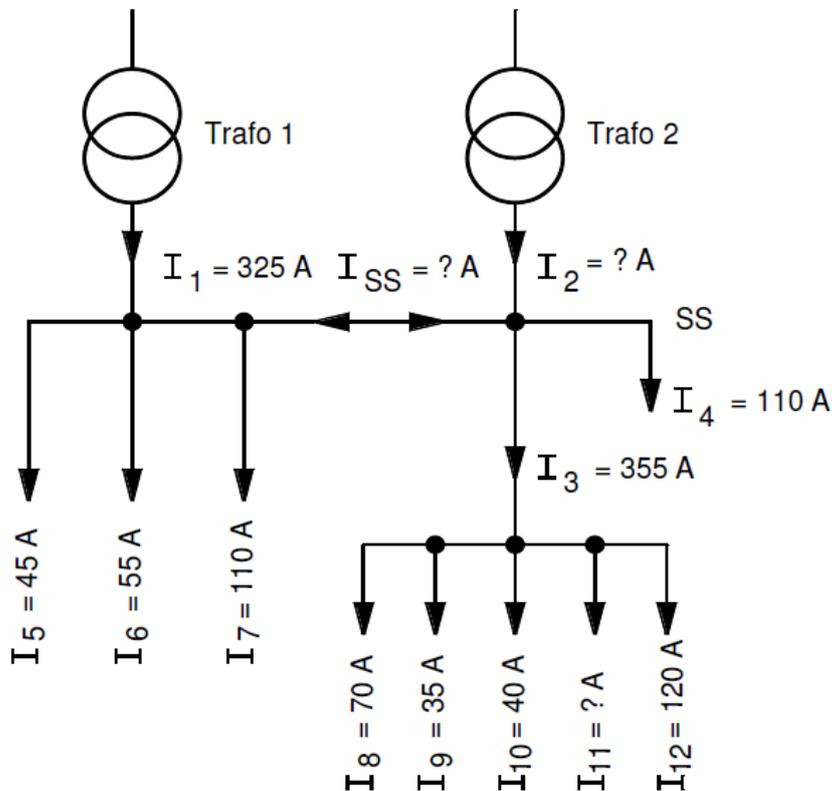
Energiekosten Sparlampe:  $K = 50 \times 20W \times 4000h/1000 \times 0.12CHF/kWh = 480 CHF$

Energiekosten LED:  $K = 50 \times 12W \times 4000h/1000 \times 0.12CHF/kWh = 288 CHF$

Berechnen Sie die Gesamtkosten (Anschaffungs- und Energiekosten, ohne Arbeitskosten). Welche Lampe ist über 5 Jahre betrachtet gesamthaft billiger?

Kosten (20'000h) in CHF	Halogenleuchten	Sparlampen	LED Leuchten
Energiekosten	9600	2400	1440
Materialkosten	2000	1000	1000
Gesamtkosten	11600	3400	2440

5. Es sind die folgenden Ströme  $I_{SS}$ ,  $I_2$ ,  $I_{11}$ , zu bestimmen.



$$I_{11} = I_3 - I_{12} - I_{10} - I_9 - I_8 = 355\text{A} - 70\text{A} - 35\text{A} - 40\text{A} - 120\text{A} = 90\text{A}$$

$$I_2 = I_5 + I_6 + I_7 + I_3 + I_4 - I_1 = 45\text{A} + 55\text{A} + 110\text{A} + 355\text{A} + 110\text{A} - 325\text{A} = 350\text{A}$$

$$I_{SS} = I_2 - I_4 - I_3 = 350\text{A} - 110\text{A} - 355\text{A} = -115\text{A} \text{ (Strom nach rechts)}$$

Welche Richtung hat  $I_{SS}$  (nach links) oder (nach rechts)?

$$I_{SS} = -115\text{A} \text{ (Strom nach rechts)}$$

6.	<p>Eine Sammelschiene aus Flachkupfer von 14,2m Länge hat den Querschnitt 60mm x 5mm.</p> <p>a) Wie gross ist der Widerstand der Sammelschiene?</p> $R = \frac{\rho \times L}{A}$ $R = \frac{0.0175 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \times 14.2\text{m}}{300\text{mm}^2} = 0.000828\Omega$ <p>b) Wie gross ist der maximale Strom, der in der Sammelschiene auftreten kann, wenn die Stromdichte nicht grösser als 2,5A/mm<sup>2</sup> sein darf?</p> $I = A \times J = 300\text{mm}^2 \times 2.5 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} = 750\text{A}$
7.	<p>In einer Anlage mit der Netzspannung 230V tritt ein Kurzschluss auf. Der Widerstand im gesamten Stromkreis beträgt 170mΩ.</p> <p>Wie gross ist der Kurzschlussstrom?</p> $I_K = \frac{U}{R} = \frac{230\text{V}}{0.170\Omega} = 1352.94\text{A}$
8.	<p>Eine 15m lange Cu - Sammelschiene mit dem Querschnitt 60mm x 5mm führt den Strom 760A.</p> <p>Wie gross ist der Spannungsverlust über der Sammelschiene?</p> $R = \frac{\rho \times L}{A} = \frac{0.0175 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \times 15\text{m}}{300\text{mm}^2} = 0.000875\Omega$ $\Delta U = I \times R = 0.665\text{V}$

9. Im Grimsel - Stausee sind 101,7 Millionen Kubikmeter Wasser gespeichert. Die mittlere nutzbare Fallhöhe beträgt 1'220m.

Wie gross ist die im See gespeicherte Energie (Angaben in kWh und Ws)?

$$m = 101.7 \times 10^9 \text{kg} \quad h = 1220 \text{m}$$

$$W = m \times g \times h = 101.7 \times 10^9 \text{kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1220 \text{m} = 1.217 \times 10^{12} \text{Ws} = 0.338 \times 10^9 \text{kWh}$$

10. Ein 900W-Backofenheizkörper erhält 5% Überspannung und 10% Unterspannung. Berechnen Sie die jeweiligen Leistungsaufnahmen.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{900 \text{W}}{230 \text{V}} = 3.913 \text{A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{V}}{3.913 \text{A}} = 58.778 \Omega$$

$$U_{+5\%} = U \times 105\% = 241.5 \text{V}$$

$$P_{+5\%} = \frac{U_{+5\%}^2}{R} = \frac{241.5 \text{V}^2}{58.778 \Omega} = 992.25 \text{W}$$

$$U_{-10\%} = U \times 90\% = 207 \text{V}$$

$$P_{-10\%} = \frac{U_{-10\%}^2}{R} = \frac{207 \text{V}^2}{58.778 \Omega} = 729 \text{W}$$

11.	<p>Bei einer heftigen Diskussion über das ständig laufende Transistorradio rechnet der Sohn dem Vater vor, wie lange das 12-W-Gerät für Fr. 1.- betrieben werden kann, wenn 1 kWh 14 Rp. kostet.</p> <p>Welche Betriebszeit ergibt die Rechnung?</p> $\text{Energiemenge} = \frac{\text{Gesamtkosten}}{\text{Energiepreis}} = \frac{\text{CHF } 1.00}{0.14 \frac{\text{CHF}}{\text{kWh}}} = 7.143 \text{ kWh}$ $\text{Betriebsdauer} = \frac{\text{Energiemenge}}{\text{Leistung}} = \frac{7.143 \text{ kWh}}{12 \text{ W}} = 595.24 \text{ h}$
12.	<p>Zwei Batterien, die zusammen CHF 2.00 kosten, können eine 3V-Taschenlampe 20 Stunden lang mit durchschnittlich 0,2A speisen.</p> <p>Wieviel kostet eine kWh?</p> $\text{Energie in Batterie} = \text{Spannung} \times \text{Strom} \times \text{Dauer} = 3.0 \text{ V} \times 0.2 \text{ A} \times 20 \text{ h} = 12 \text{ Wh}$ <p>12Wh entsprechen CHF 2.00      1Wh entspricht CHF 0.1666 1kWh entspricht CHF 166.66</p>
13.	<p>Ein Transformator gibt 4'600 kW ab.</p> <p>a) Berechnen Sie die Leistungsaufnahme des Transformators, wenn der Wirkungsgrad 0,985 beträgt.</p> $P_{\text{aufnahme}} = \frac{P_{\text{abgabe}}}{\eta} = \frac{4600 \text{ kW}}{0.985} = 4670 \text{ kW}$ <p>b) Wie gross sind die Verluste in kW?</p> $P_{\text{verlust}} = P_{\text{aufnahme}} - P_{\text{abgabe}} = 70 \text{ kW}$

14. Die Verluste in der Druckleitung eines Hochdruckkraftwerkes betragen 5%.  
Turbinenwirkungsgrad 0,88, Generatorwirkungsgrad 0,92.

Bestimmen Sie den Gesamtwirkungsgrad der Anlage.

$$\eta_{total} = \eta_{Leitung} \times \eta_{Turbine} \times \eta_{Generator} = 0.95 \times 0.88 \times 0.92 = 0.769$$

15. Ein LötKolben, der bei 230V 0,682A aufnimmt, wird über einen Vorwiderstand von 30Ω an 230V angeschlossen.

a) Berechnen Sie den Strom im LötKolben bei vorgeschaltetem Widerstand.

$$R_{LötKolben} = \frac{230V}{0.682A} = 337.24\Omega$$

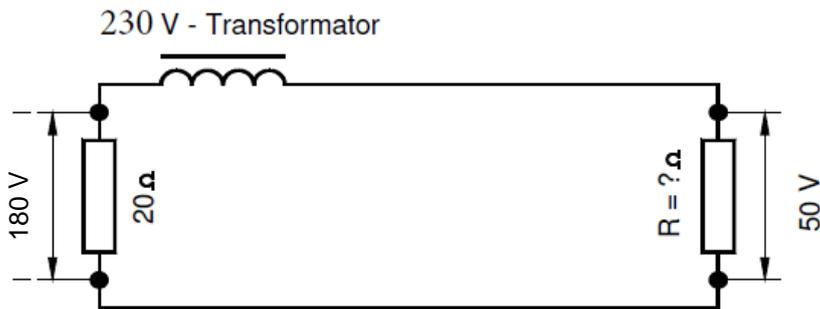
$$R_{Neu} = R_{LötKolben} + R_{Vorwiderstand} = 337.24\Omega + 30\Omega = 367.24\Omega$$

$$I_{Neu} = \frac{U}{R_{Neu}} = \frac{230V}{367.24\Omega} = 0.626A$$

b) Berechnen Sie die Spannung am LötKolben.

$$U_{Neu} = \frac{U \times R_{LötKolben}}{R_{Neu}} = \frac{230V \times 337.24\Omega}{367.24\Omega} = 211.21V$$

16. Der Erdungswiderstand der Nullpunkt-Erdung beim Transformator („Sondererde“) darf höchstens  $20\Omega$  betragen. Welchen maximalen Übergangswiderstand darf die Schutzerdung beim Verbraucher höchstens aufweisen, wenn die Berührungsspannung (Spannungsabfall an der Schutzerdung)  $50V$  nicht überschreiten darf und der Leitungswiderstand vernachlässigt wird?

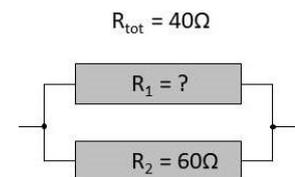


$$I = \frac{U}{R} = \frac{180V}{20\Omega} = 9A$$

$$\text{max. Uebergangswiderstand } R = \frac{U}{I} = \frac{50V}{9A} = 5.556\Omega$$

17. Zwei parallelgeschaltete Widerstände haben einen Gesamtwiderstand von  $40\Omega$ . Der eine Zweigwiderstand hat  $60\Omega$ .

Berechnen Sie den Widerstand des zweiten Zweiges.



$$R_{Total} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = 40\Omega = \frac{R_1 \times 60\Omega}{R_1 + 60\Omega}$$

$$R_1 \times 40\Omega + 40\Omega \times 60\Omega = R_1 \times 60\Omega$$

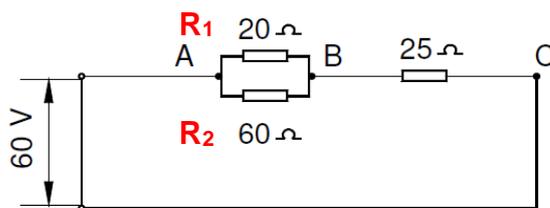
$$40\Omega \times 60\Omega = R_1 \times (60\Omega - 40\Omega)$$

$$\frac{40\Omega \times 60\Omega}{20\Omega} = R_1 = 120\Omega$$

18. In den untenstehenden Schaltungen sind zu berechnen

- der Gesamtwiderstand
- die Spannung zwischen den Punkten A und B resp. B und C
- der Strom in jedem Widerstand.

**Schaltung 1**



**Schaltung 1:**

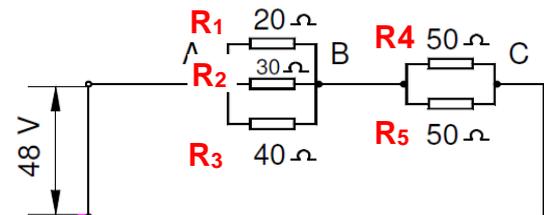
$$R_{12} = 15\Omega \quad R_{123} = 40\Omega$$

$$U_{AB} = 22.5V \quad U_{BC} = 37.5V$$

$$I_{R1} = 1.125A \quad I_{R2} = 0.375A$$

$$I_{R3} = 1.5A \quad I_{total} = 1.5A$$

**Schaltung 2**



**Schaltung 2:**

$$R_{123} = 9.23\Omega, \quad R_{45} = 25\Omega, \\ R_{12345} = 34.23\Omega$$

$$U_{AB} = 12.94V \quad U_{BC} = 35.06V$$

$$I_{R1} = 0.65A \quad I_{R2} = 0.443A \\ I_{R3} = 0.325A \quad I_{R4} = 0.7A \\ I_{R5} = 0.7A \quad I_{total} = 1.402A$$

19. Der 40-kVA-Notstromgenerator erzeugt die Spannung 3 x 400V.

- Berechnen Sie den Nennstrom

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{40000VA}{\sqrt{3} \times 400V} = 57.8A$$

- Berechnen Sie die Wirkleistung bei  $\cos\varphi = 0,8$ .

$$P = S \times \cos\varphi = 40kVA \times 0.8 = 32kW$$

20. Eine Ferienwohnung ist einphasig an 230V angeschlossen. Installiert worden sind: Beleuchtungsanlage 240W, Heizung 1200W, Bügeleisen 740W, 2-Platten-Rechaud 2700W.

Welcher Drahtdurchmesser ist für die 240m lange Cu-Freileitung notwendig, wenn bei einer gleichzeitigen Belastung von 50% des Anschlusswertes der Spannungsverlust in der Leitung 2,5% nicht übersteigen soll?

$$P_{\text{installiert}} = 1.2\text{kW} + 2.7\text{kW} + 0.74\text{kW} + 0.24\text{kW} = 4.88\text{kW} \quad P_{\text{maximal}} = 2.44\text{kW}$$

$$\Delta U_{\text{max}} = 5.75\text{V} \text{ (2.5\% von 230V)}$$

$$l = 2 \times 240\text{m} \quad I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{U - \Delta U_{\text{max}}} = \frac{2440\text{W}}{224.25\text{V}} = 10.6\text{A}$$

$$R_{\text{Leitung}} = \frac{\Delta U_{\text{max}}}{I_{\text{max}}} = \frac{5.75\text{V}}{10.6\text{A}} = 0.542\Omega$$

$$A_{\text{Leitung}} = \frac{\rho \times l}{R_{\text{Leitung}}} = 15.5\text{mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Cu Draht} = \varnothing 5\text{mm}$$

21. Eine zu 50% entladene Akkumulatorenbatterie wird mit 8,5A während 8 Stunden aufgeladen. Der Ampèrestunden - Wirkungsgrad der Batterie beträgt 75 %.

a) Welche Kapazität hat die Batterie?

$$Q_{\text{Ladung}} = \text{Ladestrom} \times \text{Ladedauer} = 51\text{Ah}$$

$$Q_{\text{Batterie}} = 102\text{Ah}$$

b) Wie lange kann die Batterie einen Strom von 6,5A abgeben, wobei sie nur bis 50% entladen werden darf?

$$t = \frac{Q_{\text{verfügbar}}}{I} = 7.84\text{h}$$

22. Eine Beleuchtungsanlage mit 14 LED-Lampen zu 1,2m Länge liegt an 230V. Die Ankerscheibe des Wirkstromzählers mit der Zählerkonstante  $c = 600$ ; 1 / kWh benötigt für 4 Umdrehungen 35s. Beim zugehörigen Blindenergiezähler mit  $c = 1000$ ; 1 / kvarh macht der Zähleranker 12 Umdrehungen in 40s.

a) Berechnen Sie die Wirkleistung

$$\text{für } P \text{ gilt: } = \frac{4 \times 3600s}{35s \times 600} = 0.6857kW$$

b) Berechnen Sie die Blindleistung

$$\text{für } Q \text{ gilt: } \frac{12 \times 3600s}{40s \times 1000} = 1.08kVAR$$

c) Berechnen Sie die Scheinleistungsaufnahme

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 1.279 kVA$$

d) Berechnen Sie den Leistungsfaktor  $\cos\varphi$  der Anlage

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = 0.5356$$

e) Berechnen Sie den Strom

$$I = \frac{S}{U} = 5.561A$$

<b>Fachrechnen</b>	
1.	<p>Für das Lagerinventar müssen die Kabellängen der Kabelrollen bestimmt werden. Welche Länge hat ein XKT - Kabel, wenn die Rolle einen innen Durchmesser von 65cm und einen äusseren Durchmesser von 1,25m aufweist und 8 Lagen à 15 Windungen gezählt werden?</p> $d_{\text{mittel}} = \frac{d_{\text{innen}} + d_{\text{ausseren}}}{2} = \frac{0.65\text{m} + 1.25\text{m}}{2} = 0.95\text{m} \quad U_{\text{mittel}} = 2.98\text{m}$ $L_{\text{gesamt}} = U_{\text{mittel}} \times 8 \text{ Lagen} \times 15 \text{ Windungen} = 358\text{m}$
2.	<p>Für ein Sockelfundament werden 1,6m<sup>3</sup> Beton benötigt. Für den Transport steht ein Materialanhänger mit einer Nutzlast von max. 1'500kg zur Verfügung. Die Ladefläche des Anhängers hat die Abmessungen: L = 1,3m; B = 1,1m, und eine Tiefe von 50cm. (Dichte Beton, 2,8 kg / dm<sup>3</sup>).</p> <p>a) Wie hoch darf Beton eingefüllt werden, damit der Anhänger nicht überladen wird?</p> $V = \frac{\text{Nutzlast}}{\text{spezifische Betonmasse}} = \frac{1500\text{kg}}{2800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.5357\text{m}^3 = 535.7\text{dm}^3$ $h = \frac{V}{L \times B} = \frac{535.7\text{dm}^3}{13\text{dm} \times 11\text{dm}} = 3.75\text{dm} = 37.5\text{cm}$ <p>b) Wie viele Fahrten sind notwendig?</p> $m_{\text{Beton}} = V_{\text{Beton}} \times \text{Dichte}_{\text{Beton}} = 1.6\text{m}^3 \times 2.8 \frac{\text{t}}{\text{dm}^3} = 4480\text{kg}$ <p style="text-align: center;"><i>ergibt 3 Fahrten</i></p>

3.	<p>Mit einem Flaschenzug mit 6 Rollen muss ein HS - Schalter aufgezo-gen werden. Der Schalter wiegt 97kg. Der Flaschenzug arbeitet mit einem Wirkungsgrad von 83 %.</p> <p>Berechne die Kraft im Zugseil beim Heben der Last.</p> $F = \frac{m \times g}{6 \times \eta} = \frac{97\text{kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{6 \times 0.83} = 191\text{N}$ <p>(195N wenn mit <math>g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}</math> gerechnet)</p>
4.	<p>Für eine Betonmasten - Weitspannleitung müssen die Leiterseile gezogen werden. Ein Erdseil und für die Polleiter L1 / L2 / L3, je ein Seil. Die Zuglänge pro Seil beträgt 4,6km. Jedes Seil wird einzeln gezogen. Es wird mit einer mittleren Zuggeschwindigkeit von 1,2m/s gearbeitet. Für das Einrichten der Zug- und der Bremsmaschine, sowie das Umhängen der Seile werden 5Std. benötigt.</p> <p>Wie lange dauert der Seilzug insgesamt, in Stunden und Minuten?</p> $\text{Dauer für Zug } t = \frac{\text{Länge}}{\text{Zuggeschwindigkeit}} = \frac{4 \times 4600\text{m}}{1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 15333\text{s}$ $= 255.55 \text{ min} = 4\text{h } 15.33\text{min}$ <p>gesamte Dauer = Einrichten + Zugdauer = 9h 15.33min</p>
5.	<p>Auf der Landkarte 1:50'000 messen Sie die Länge einer 16-kV-Hauptleitung mit 12,5cm und die der 16-kV-Zuleitung mit 6,3cm.</p> <p>Wieviel ist die effektive 16-kV-Leitungslänge in km?</p> <p>Leitungslänge auf Plan: 12.5cm + 6.3cm = 18.8cm</p> <p>effektive Leitungslänge: 18.8cm x Massstab</p> $= 18.8\text{cm} \times 50000 = 940000\text{cm} = 9.4\text{km}$

6. Im Magazin ist ein Bund Cu-Draht 8mm Ø. Welche Länge hat der Bund, wenn er 148,5kg schwer ist?

(Faustformel genügt / Dichte  $\rho = 8,9\text{kg/dm}^3$ ).

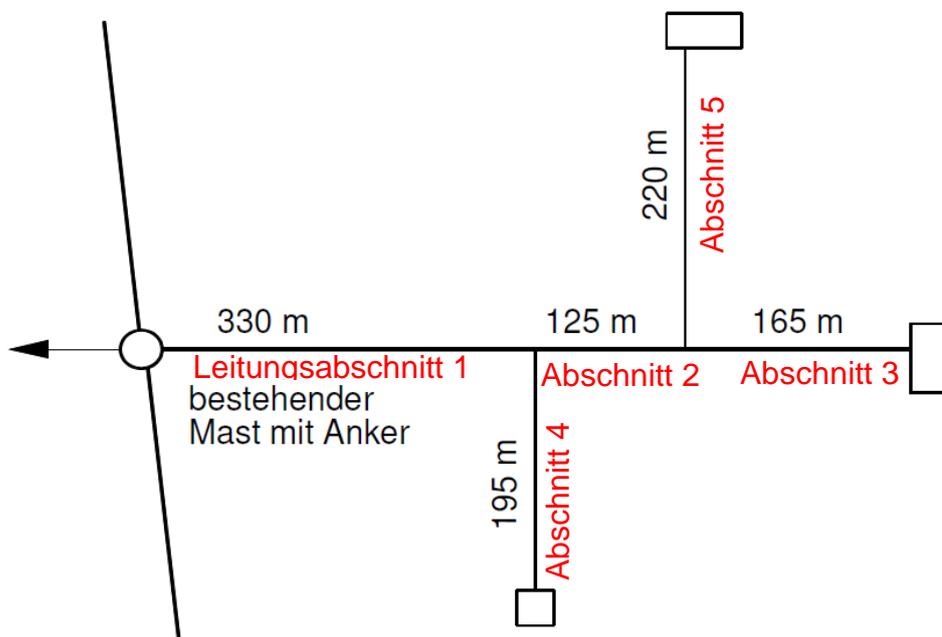
$$\text{Drahtvolumen } V = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4} = \frac{\pi \times 0,08\text{dm}^2 \times 10\text{dm}}{4} = 0,050264\text{dm}^3$$

d.h. 1m Draht wiegt 0,447kg

$$l = \frac{m_{\text{ganzer Bund}}}{\text{Gewicht pro Meter}} = \frac{148,5\text{kg}}{0,447\frac{\text{kg}}{\text{m}}} = 332\text{m}$$

7. 0,4-kV-Regelleitungsnetz

a) Wie viele Masten benötigt man um das skizzierte Netz zu bauen?



Abschnitt 1	330m	6 Masten
Abschnitt 2	125m	1+2 Masten
Abschnitt 3	165m	2 Masten
Abschnitt 4	195m	3 Masten
Abschnitt 5	220m	<u>3 Masten</u>
Alle Abschnitte		17
Masten		

b) Es werden alles 12m Masten Stärkeklasse I eingebaut. Wieviele Fahrten sind notwendig um die Masten mit dem Transportanhänger mit max. Nutzlast von 1,6t zu transportieren?

$$\text{Gewicht eines Mastes } m_I = 1.5 \times 12 \times 12 = 216\text{kg}$$

$$\text{Gewicht alle Masten } m_{\text{tot}} = 17 \times 216\text{kg} = 3672\text{kg}$$

*Es sind 3 Fahrten notwendig*

c) Wie viele kg Cu - Draht 6mm Ø benötigt man für diesen Netzausbau, wenn für die Durchgänge und den Verschnitt zusätzlich 4 % der Leiterlänge dazugerechnet werden muss? (Faustformel genügt).

$$\text{Leitungslänge} = 4 \times 1035\text{m} = 4140\text{m}$$

bekannt ist: 1m Draht Cu 6mm wiegt 0.251kg

*erforderliche Menge Cu Draht = 4140m x Drahtgewicht pro Meter x Verschnitt*

$$m = 4140\text{m} \times 0.251 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1.04 = 1080.7\text{kg}$$

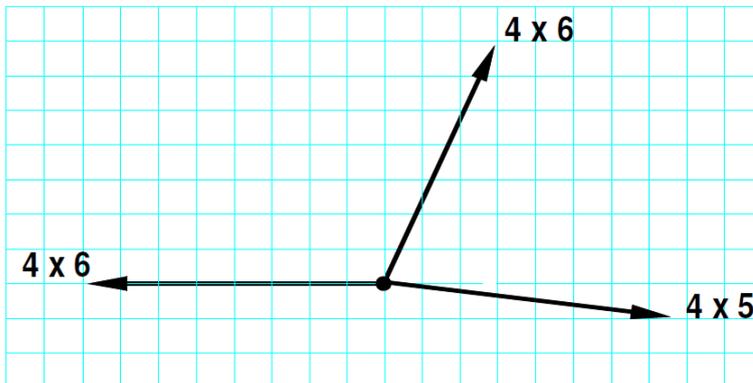
8. Sie erhalten den Auftrag an vier dreipoligen Schaltern das Oel auszuwechseln. Pro Pol werden 2,3kg Oel benötigt. Dichte des Oels  $\rho = 0,87\text{kg/dm}^3$ .

Wie viele Liter Oel werden benötigt?

$$m = 4 \times 3 \times 2.3\text{kg} = 27.6\text{kg}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{27.6\text{kg}}{0.87 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 31.72\text{l}$$

9. An einem Holzmast der 11,5m zum Boden herausragt, werden drei 0,4-kV-Leitungen abgespannt. Der Anker wird 1.2 m unter dem Zopf montiert.

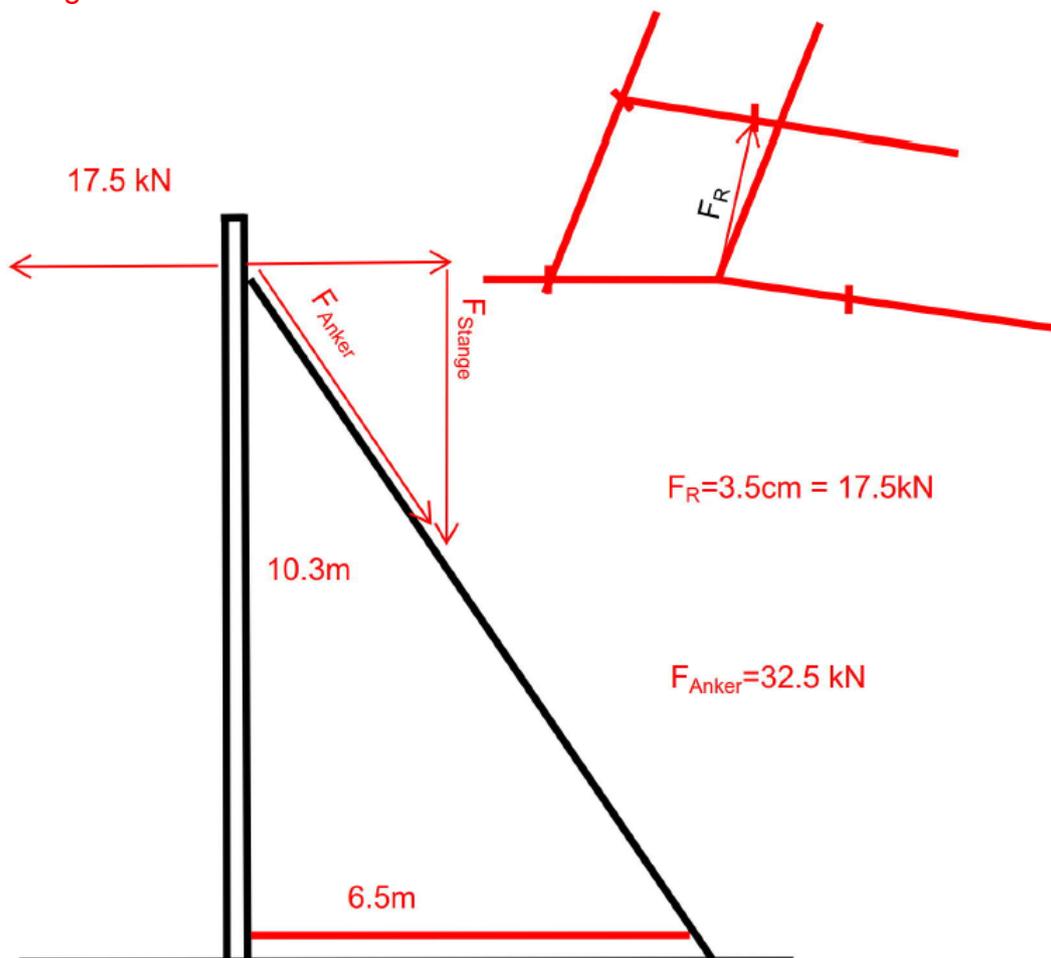


Masstab:  
 1cm  $\hat{=}$  5kN  
 1cm  $\hat{=}$  1m

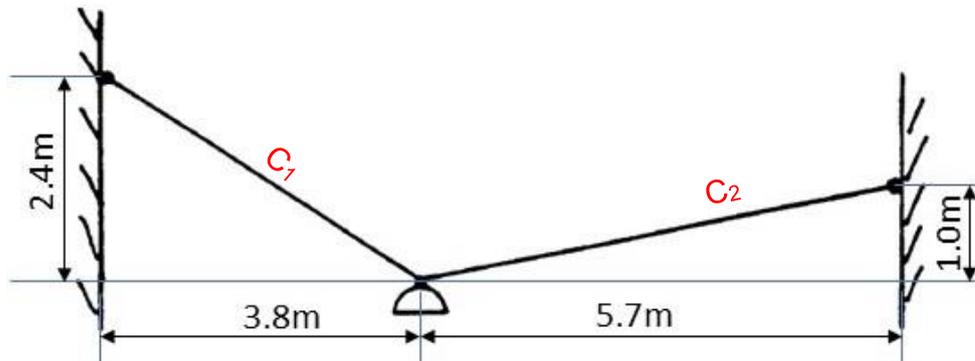
Kräfte:  
 Cu 1 x 6mm  $\hat{=}$  5,25kN  
 Cu 1 x 5mm  $\hat{=}$  4,25kN

- a) Bestimme zeichnerisch die Richtung sowie die die Kraft im Ankerseil bei einer Ankerausladung von 6.5 m.

Lösung nicht Masstäblich:



10. Bestimme die Länge des Seils für die skizzierte Queraufhängung. Für die Befestigung an beiden Enden ist ein Zuschlag von 1,2m einzurechnen.



$$c_1 = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(3.8m)^2 + (2.4m)^2} = 4.5m$$

$$c_2 = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(5.7m)^2 + (1.0m)^2} = 5.78m$$

$$\text{Seillänge} = c_1 + c_2 + \text{Zuschlag} = 4.5m + 5.78m + 2 \times 1.2m = 12.68m$$

11. Im Kraftwerk Innertkirchen fluten  $6,4m^3/s$  Wasser auf eine der fünf Pelton-turbinen. Fallhöhe = 650m.

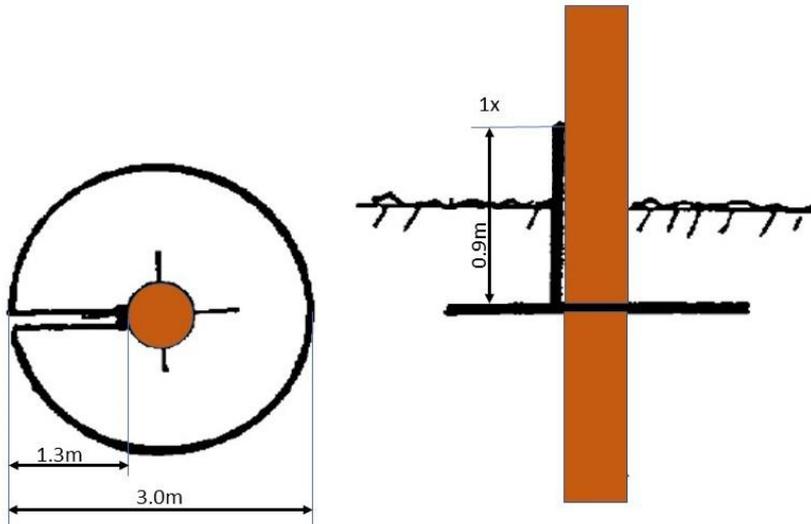
Wie gross ist die Leistungsaufnahme einer Turbine?

$$\text{Energie } W = m \times g \times h$$

$$\text{Leistung } P = \frac{W}{t} = \frac{m \times g \times h}{t} = \frac{6400kg \times 9.81 \frac{m}{s^2} \times 650m}{1s} = 40'810'000W = 40.81MW$$

$$\text{resp. } 41.6MW \text{ wenn berechnet mit } g = 10 \frac{m}{s^2}$$

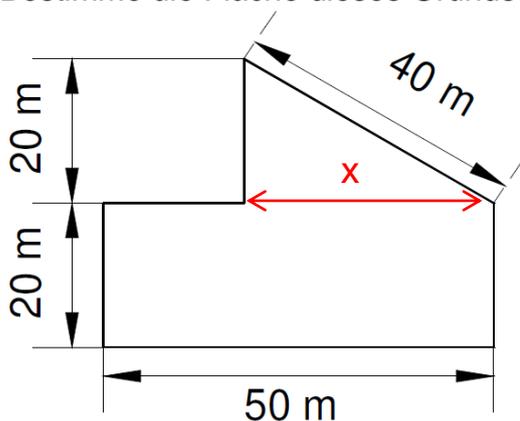
12. Sie erhalten den Auftrag, die Anlageerdung zu einem Schaltermast zu erstellen. Bestimmen Sie die Länge des Cu-Bandes 30mm x 3mm.



$$Umfang = \pi \times 3.0m = 9.425m$$

$$Länge_{CuBand} = Umfang + 2 \times 1.3m + 0.9m = 12.92m$$

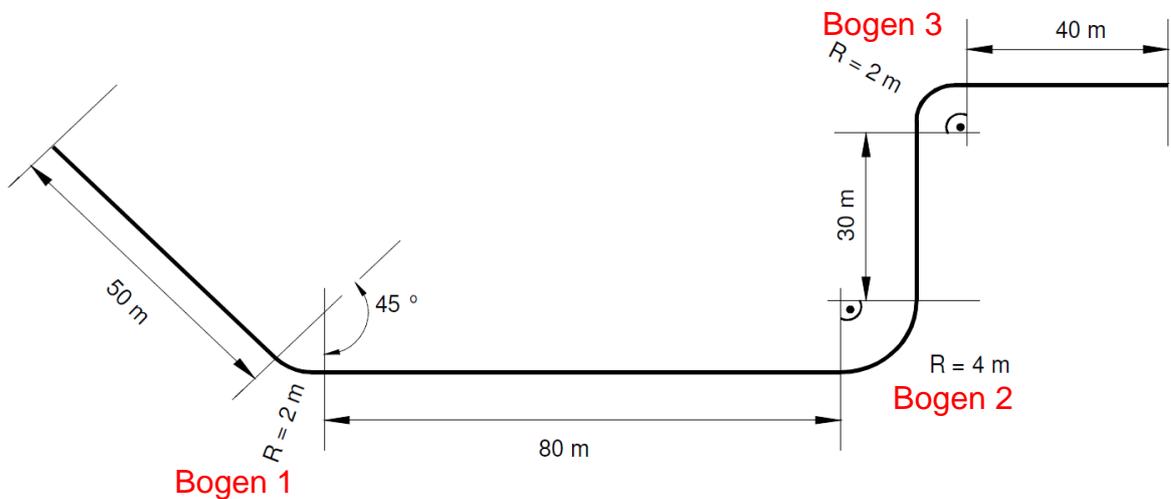
13. Bestimme die Fläche dieses Grundstückes (Ergebnis in m<sup>2</sup>)



$$x = \sqrt{(40m)^2 - (20m)^2} = 34.64m$$

$$Fläche A = 50m \times 20m + 20m \times 34.64m \times 0.5 = 1346.41m^2$$

14. Bestimme die Länge der Kabelleitung.



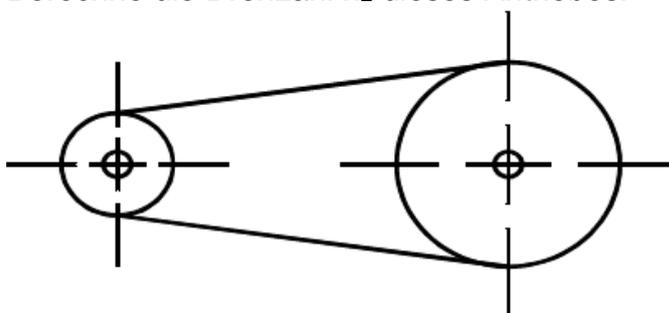
$$\text{Kreisbogenlänge 1} = 2 \times R_1 \times \pi \times \frac{45^\circ}{360^\circ} = 2 \times 2\text{m} \times \pi \times \frac{45^\circ}{360^\circ} = 1.57\text{m}$$

$$\text{Kreisbogenlänge 2} = 2 \times R_2 \times \pi \times \frac{90^\circ}{360^\circ} = 2 \times 4\text{m} \times \pi \times \frac{90^\circ}{360^\circ} = 6.28\text{m}$$

$$\text{Kreisbogenlänge 3} = 2 \times R_3 \times \pi \times \frac{90^\circ}{360^\circ} = 2 \times 2\text{m} \times \pi \times \frac{90^\circ}{360^\circ} = 3.14\text{m}$$

$$\text{Länge} = 50\text{m} + 1.57\text{m} + 80\text{m} + 6.28\text{m} + 30\text{m} + 3.14\text{m} + 40\text{m} = 210.99\text{m}$$

15. Berechne die Drehzahl  $n_2$  dieses Antriebes.



$d_1 = 180\text{mm}$   
 $n_1 = 960 / \text{min.}$

$d_2 = 720\text{mm}$   
 $n_2 = \dots\dots\dots$

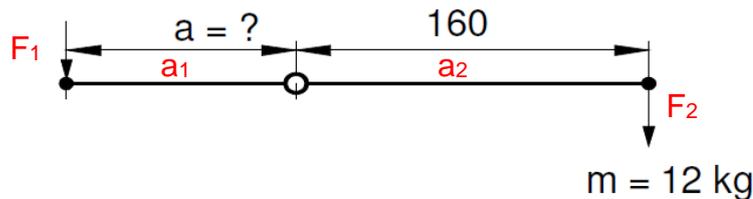
$$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$$

$$n_2 = \frac{d_1 \times n_1}{d_2} = \frac{180\text{mm} \times 960 / \text{min}}{720\text{mm}} = 240 / \text{min}$$

16. Es sind die fehlenden Größen der skizzierten Hebel zu berechnen. Die Längenangaben sind in cm.

° = Drehpunkt  
 • = Angriffspunkt der Kraft bzw. der Last

$$F = 200 \text{ N}$$

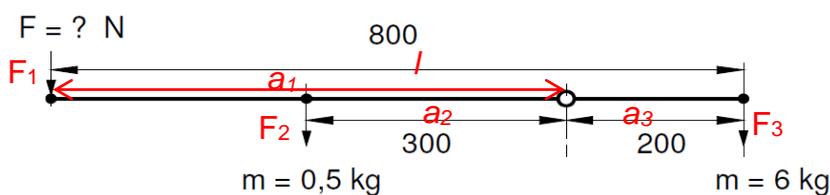


$$F_1 \times a_1 = F_2 \times a_2$$

Für den Gleichgewichtszustand gilt:  
 linksdrehendes Drehmoment = rechtsdrehendes Drehmoment  
 (Drehmoment ist Kraft mal Hebelarm)

$$F_1 \times a_1 = F_2 \times a_2$$

$$a_1 = \frac{F_2 \times a_2}{F_1} = \frac{120 \text{ N} \times 160 \text{ cm}}{200 \text{ N}} = 96 \text{ cm}$$



Für den Gleichgewichtszustand gilt:  
 linksdrehende Drehmomente = rechtsdrehende Drehmomente

$$a_1 = l - a_3 = 800 \text{ cm} - 200 \text{ cm} = 600 \text{ cm}$$

$$F_1 \times a_1 + F_2 \times a_2 = F_3 \times a_3$$

$$F_1 \times a_1 = F_3 \times a_3 - F_2 \times a_2$$

$$F_1 = \frac{F_3 \times a_3 - F_2 \times a_2}{a_1} = \frac{60 \text{ N} \times 200 \text{ cm} - 5 \text{ N} \times 300 \text{ cm}}{600 \text{ cm}} = 17,5 \text{ N}$$

<b>Mathematik</b>			
1.	Vielfache und Teile von Masseinheiten		
18,5kΩ =	0.0185MΩ	0,1238A =	123.8mA
3420Ω =	3.42kΩ	41,22mA =	0.04122A
842V =	0.842kV	0,078V =	78mV
7200kVA =	7.2MVA	0,416MVA =	416000VA
72m/s =	259.2km/h	1400/min =	23.33/s
41720Var =	41.72kVar	32mVar =	0.0000032kVar
480MWh =	480000kWh	7180kWh =	7.18MWh
420MHz =	420000kHz	1420kHz =	1.42MHz
2,5 μ F =	2500000pF	5400 pF =	0.0054μF

2. Zehnerpotenzen Schreibe als Dezimalzahl	Schreibe als Zehnerpotenz
$16 \cdot 10^4 =$ <b>160000</b>	$1\ 000\ 000 =$ <b><math>1 \cdot 10^6</math></b>
$0,5 \cdot 10^6 =$ <b>500000</b>	$600\ 000 =$ <b><math>6 \cdot 10^5</math></b>
$5,6 \cdot 10^{-6} =$ <b>0.0000056</b>	$1\ 432\ 000 =$ <b><math>1.432 \cdot 10^6</math></b>
$0,052 \cdot 10^3 =$ <b>52</b>	$15\ 100 =$ <b><math>1.51 \cdot 10^4</math></b>
$4 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^3 =$ <b>35000</b>	$0,00006 =$ <b><math>6 \cdot 10^{-5}</math></b>
$0,012 \cdot 10^6 + 120 \cdot 10^2 =$ <b>24000</b>	$0,00123 =$ <b><math>1.23 \cdot 10^{-3}</math></b>
$10^6 \cdot 10^6 = 10^{12}$	$10^{-5} / 10^{-7} =$ <b><math>1 \cdot 10^2</math></b>
$120 \cdot 10^4 \cdot 10^8 = 120 \cdot 10^{12}$	$4 \cdot 10^{-2} / 10^{-4} =$ <b><math>4 \cdot 10^2 = 400</math></b>
$120 \cdot 10^3 \cdot 0,03 \cdot 10^6 = 3,6 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^{10} / 10^{-7} =$ <b><math>5 \cdot 10^{17}</math></b>

3. Bruchrechnen Erweitern	
Erweitere $\frac{3}{4}$ mit 2 <b><math>\frac{6}{8}</math></b>	Erweitere $\frac{3}{4}$ mit 5 <b><math>\frac{15}{20}</math></b>
Erweitere $\frac{2}{5}$ mit 3 <b><math>\frac{6}{15}</math></b>	Erweitere $\frac{2}{5}$ mit 6 <b><math>\frac{12}{30}</math></b>
$\frac{3}{7} =$ <b><math>\frac{9}{21}</math></b>	$\frac{3}{7} =$ <b><math>\frac{33}{77}</math></b>
$\frac{6}{8} =$ <b><math>\frac{30}{40}</math></b>	$\frac{6}{8} =$ <b><math>\frac{90}{120}</math></b>

4.	<p>Bruchrechnen Kürzen</p> <table border="1" data-bbox="258 398 1444 797"> <tr> <td data-bbox="258 398 850 566">                     Kürze <math>\frac{16}{28}</math>                      soweit als möglich <span style="color: red;">4/7</span> </td> <td data-bbox="850 398 1444 566"> <math>\frac{90}{120} =</math> <span style="color: red;">45/60</span> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 566 850 683"> <math>\frac{90}{120} =</math> <span style="color: red;">9/12</span> </td> <td data-bbox="850 566 1444 683"> <math>\frac{90}{120} =</math> <span style="color: red;">3/4</span> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 683 850 797"> <math>\frac{16}{24} =</math> <span style="color: red;">2/3</span> </td> <td data-bbox="850 683 1444 797"> <math>\frac{18}{30} =</math> <span style="color: red;">3/5</span> </td> </tr> </table>	Kürze $\frac{16}{28}$ soweit als möglich <span style="color: red;">4/7</span>	$\frac{90}{120} =$ <span style="color: red;">45/60</span>	$\frac{90}{120} =$ <span style="color: red;">9/12</span>	$\frac{90}{120} =$ <span style="color: red;">3/4</span>	$\frac{16}{24} =$ <span style="color: red;">2/3</span>	$\frac{18}{30} =$ <span style="color: red;">3/5</span>
Kürze $\frac{16}{28}$ soweit als möglich <span style="color: red;">4/7</span>	$\frac{90}{120} =$ <span style="color: red;">45/60</span>						
$\frac{90}{120} =$ <span style="color: red;">9/12</span>	$\frac{90}{120} =$ <span style="color: red;">3/4</span>						
$\frac{16}{24} =$ <span style="color: red;">2/3</span>	$\frac{18}{30} =$ <span style="color: red;">3/5</span>						
5.	<p>Verwandeln eines unechten Bruches in einen zusammengesetzten Bruch</p> <table border="1" data-bbox="258 1093 1444 1326"> <tr> <td data-bbox="258 1093 850 1209"> <math>\frac{8}{5} =</math> <span style="color: red;">1 <math>\frac{3}{5}</math></span> </td> <td data-bbox="850 1093 1444 1209"> <math>\frac{13}{7} =</math> <span style="color: red;">1 <math>\frac{6}{7}</math></span> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 1209 850 1326"> <math>\frac{99}{8} =</math> <span style="color: red;">12 <math>\frac{3}{8}</math></span> </td> <td data-bbox="850 1209 1444 1326"> <math>\frac{42}{9} =</math> <span style="color: red;">4 <math>\frac{2}{3}</math></span> </td> </tr> </table>	$\frac{8}{5} =$ <span style="color: red;">1 <math>\frac{3}{5}</math></span>	$\frac{13}{7} =$ <span style="color: red;">1 <math>\frac{6}{7}</math></span>	$\frac{99}{8} =$ <span style="color: red;">12 <math>\frac{3}{8}</math></span>	$\frac{42}{9} =$ <span style="color: red;">4 <math>\frac{2}{3}</math></span>		
$\frac{8}{5} =$ <span style="color: red;">1 <math>\frac{3}{5}</math></span>	$\frac{13}{7} =$ <span style="color: red;">1 <math>\frac{6}{7}</math></span>						
$\frac{99}{8} =$ <span style="color: red;">12 <math>\frac{3}{8}</math></span>	$\frac{42}{9} =$ <span style="color: red;">4 <math>\frac{2}{3}</math></span>						
6.	<p>Gleichnamig machen von Brüchen</p> <table border="1" data-bbox="258 1621 1444 1984"> <tr> <td data-bbox="258 1621 850 1753"> <math>\frac{2}{3}</math> und <math>\frac{3}{4}</math> <span style="color: red;"><math>\frac{8}{12}</math> und <math>\frac{9}{12}</math></span> </td> <td data-bbox="850 1621 1444 1753"> <math>\frac{4}{7}</math> und <math>\frac{6}{8} =</math> <span style="color: red;"><math>\frac{32}{56}</math> und <math>\frac{42}{56}</math></span> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 1753 850 1870"> <math>\frac{3}{5}</math> und <math>\frac{4}{9}</math> <span style="color: red;"><math>\frac{27}{45}</math> und <math>\frac{20}{45}</math></span> </td> <td data-bbox="850 1753 1444 1870"> <math>\frac{3}{8}</math> und <math>\frac{4}{5} =</math> <span style="color: red;"><math>\frac{15}{40}</math> und <math>\frac{32}{40}</math></span> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 1870 850 1984"> <math>\frac{4}{9}</math> und <math>\frac{1}{3} =</math> <span style="color: red;"><math>\frac{12}{27}</math> und <math>\frac{9}{27}</math></span> </td> <td data-bbox="850 1870 1444 1984"> <math>\frac{5}{11}</math> und <math>\frac{8}{3} =</math> <span style="color: red;"><math>\frac{15}{33}</math> und <math>\frac{88}{33}</math></span> </td> </tr> </table>	$\frac{2}{3}$ und $\frac{3}{4}$ <span style="color: red;"><math>\frac{8}{12}</math> und <math>\frac{9}{12}</math></span>	$\frac{4}{7}$ und $\frac{6}{8} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{32}{56}</math> und <math>\frac{42}{56}</math></span>	$\frac{3}{5}$ und $\frac{4}{9}$ <span style="color: red;"><math>\frac{27}{45}</math> und <math>\frac{20}{45}</math></span>	$\frac{3}{8}$ und $\frac{4}{5} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{15}{40}</math> und <math>\frac{32}{40}</math></span>	$\frac{4}{9}$ und $\frac{1}{3} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{12}{27}</math> und <math>\frac{9}{27}</math></span>	$\frac{5}{11}$ und $\frac{8}{3} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{15}{33}</math> und <math>\frac{88}{33}</math></span>
$\frac{2}{3}$ und $\frac{3}{4}$ <span style="color: red;"><math>\frac{8}{12}</math> und <math>\frac{9}{12}</math></span>	$\frac{4}{7}$ und $\frac{6}{8} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{32}{56}</math> und <math>\frac{42}{56}</math></span>						
$\frac{3}{5}$ und $\frac{4}{9}$ <span style="color: red;"><math>\frac{27}{45}</math> und <math>\frac{20}{45}</math></span>	$\frac{3}{8}$ und $\frac{4}{5} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{15}{40}</math> und <math>\frac{32}{40}</math></span>						
$\frac{4}{9}$ und $\frac{1}{3} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{12}{27}</math> und <math>\frac{9}{27}</math></span>	$\frac{5}{11}$ und $\frac{8}{3} =$ <span style="color: red;"><math>\frac{15}{33}</math> und <math>\frac{88}{33}</math></span>						

7.	Addition und Subtraktion gleichnamiger Brüche	
$\frac{3}{100} + \frac{21}{100} + \frac{43}{100} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{67}{100}</math></p>	$\frac{125}{1000} + \frac{500}{1000} + \frac{250}{1000} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{875}{1000}</math></p>	
$\frac{99}{100} - \frac{21}{100} - \frac{33}{100} - \frac{2}{100} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{43}{100}</math></p>	$\frac{45}{12} - \frac{7}{12} - \frac{5}{12} - \frac{19}{12} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{14}{12}</math></p>	
8.	Addition und Subtraktion ungleichnamiger Brüche	
$\frac{3}{4} + \frac{2}{5} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{23}{20}</math></p>	$\frac{5}{7} + \frac{7}{8} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{89}{56}</math></p>	
$\frac{18}{24} - \frac{1}{8} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{23}{20}</math></p>	$\frac{6}{9} - \frac{1}{27} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{17}{27}</math></p>	
$1\frac{3}{4} + \frac{3}{4} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>2\frac{1}{2}</math></p>	$2\frac{7}{8} + \frac{5}{8} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>3\frac{1}{2}</math></p>	
$63\frac{1}{7} - \frac{6}{7} - \frac{4}{7} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>61\frac{5}{7}</math></p>	$121\frac{1}{15} - \frac{4}{15} - \frac{11}{15} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>120\frac{1}{15}</math></p>	
9.	Zahl mit einem Bruch multiplizieren und umgekehrt	
$5 \cdot \frac{1}{7} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{5}{7}</math></p>	$8 \cdot \frac{1}{8} =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{8}{8} = 1</math></p>	
$\frac{3}{4} \cdot 4 =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{12}{4} = 3</math></p>	$\frac{7}{8} \cdot 3 =$ <p style="text-align: right; color: red;"><math>\frac{21}{8}</math></p>	

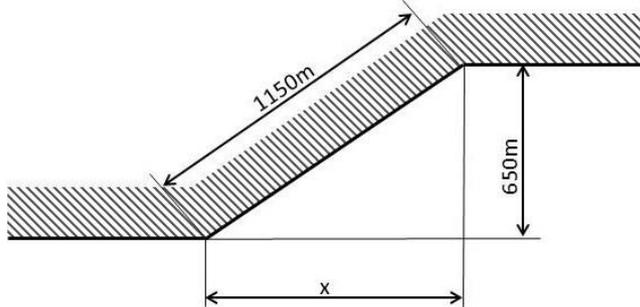
10.	<p>Brüche miteinander multiplizieren</p> <table border="1" data-bbox="258 398 1445 631"> <tr> <td data-bbox="258 398 850 512"><math>\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16}</math></td> <td data-bbox="850 398 1445 512"><math>\frac{6}{8} \cdot \frac{5}{8} = \frac{15}{32}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 512 850 631"><math>\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}</math></td> <td data-bbox="850 512 1445 631"><math>\frac{1}{8} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{4}{9} = \frac{96}{8640} = \frac{1}{90}</math></td> </tr> </table>	$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$	$\frac{6}{8} \cdot \frac{5}{8} = \frac{15}{32}$	$\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}$	$\frac{1}{8} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{4}{9} = \frac{96}{8640} = \frac{1}{90}$
$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$	$\frac{6}{8} \cdot \frac{5}{8} = \frac{15}{32}$				
$\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}$	$\frac{1}{8} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{4}{9} = \frac{96}{8640} = \frac{1}{90}$				
11.	<p>Bruch durch eine Zahl dividieren</p> <table border="1" data-bbox="258 925 1445 1178"> <tr> <td data-bbox="258 925 850 1050"><math>\frac{3}{4} : 2 = \frac{3}{8}</math></td> <td data-bbox="850 925 1445 1050"><math>\frac{7}{8} : 5 = \frac{7}{40}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 1050 850 1178"><math>8 \frac{8}{17} : 4 = 2 \frac{8}{68} = 2 \frac{2}{17}</math></td> <td data-bbox="850 1050 1445 1178"><math>10 \frac{5}{12} : 6 = \frac{125}{72} = 1 \frac{53}{72}</math></td> </tr> </table>	$\frac{3}{4} : 2 = \frac{3}{8}$	$\frac{7}{8} : 5 = \frac{7}{40}$	$8 \frac{8}{17} : 4 = 2 \frac{8}{68} = 2 \frac{2}{17}$	$10 \frac{5}{12} : 6 = \frac{125}{72} = 1 \frac{53}{72}$
$\frac{3}{4} : 2 = \frac{3}{8}$	$\frac{7}{8} : 5 = \frac{7}{40}$				
$8 \frac{8}{17} : 4 = 2 \frac{8}{68} = 2 \frac{2}{17}$	$10 \frac{5}{12} : 6 = \frac{125}{72} = 1 \frac{53}{72}$				
12.	<p>Zahl durch einen Bruch dividieren</p> <table border="1" data-bbox="258 1471 1445 1704"> <tr> <td data-bbox="258 1471 850 1585"><math>3 : \frac{1}{2} = 6</math></td> <td data-bbox="850 1471 1445 1585"><math>18 : \frac{1}{6} = 108</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="258 1585 850 1704"><math>23 : \frac{2}{3} = \frac{69}{2} = 34 \frac{1}{2}</math></td> <td data-bbox="850 1585 1445 1704"><math>8 : \frac{5}{6} = \frac{48}{5} = 9 \frac{3}{5}</math></td> </tr> </table>	$3 : \frac{1}{2} = 6$	$18 : \frac{1}{6} = 108$	$23 : \frac{2}{3} = \frac{69}{2} = 34 \frac{1}{2}$	$8 : \frac{5}{6} = \frac{48}{5} = 9 \frac{3}{5}$
$3 : \frac{1}{2} = 6$	$18 : \frac{1}{6} = 108$				
$23 : \frac{2}{3} = \frac{69}{2} = 34 \frac{1}{2}$	$8 : \frac{5}{6} = \frac{48}{5} = 9 \frac{3}{5}$				

13.	<p>Bruch durch einen Bruch dividieren</p> <table border="1" data-bbox="256 360 1447 710"> <tr> <td data-bbox="256 360 850 477"><math>1/2 : 1/3 = 3/2 = 1 \frac{1}{2}</math></td> <td data-bbox="850 360 1447 477"><math>1/3 : 1/4 = 4/3 = 1 \frac{1}{3}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 477 850 593"><math>1/5 : 1/5 = 1</math></td> <td data-bbox="850 477 1447 593"><math>6/7 : 7/6 = 36/49</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 593 850 710"><math>10 \frac{4}{5} : 5 \frac{3}{4} = \frac{54}{5} \times \frac{4}{23} = \frac{216}{115}</math></td> <td data-bbox="850 593 1447 710"><math>4 \frac{3}{4} : 3 \frac{5}{8} = \frac{19}{4} / \frac{29}{8} = \frac{38}{29}</math></td> </tr> </table>	$1/2 : 1/3 = 3/2 = 1 \frac{1}{2}$	$1/3 : 1/4 = 4/3 = 1 \frac{1}{3}$	$1/5 : 1/5 = 1$	$6/7 : 7/6 = 36/49$	$10 \frac{4}{5} : 5 \frac{3}{4} = \frac{54}{5} \times \frac{4}{23} = \frac{216}{115}$	$4 \frac{3}{4} : 3 \frac{5}{8} = \frac{19}{4} / \frac{29}{8} = \frac{38}{29}$		
$1/2 : 1/3 = 3/2 = 1 \frac{1}{2}$	$1/3 : 1/4 = 4/3 = 1 \frac{1}{3}$								
$1/5 : 1/5 = 1$	$6/7 : 7/6 = 36/49$								
$10 \frac{4}{5} : 5 \frac{3}{4} = \frac{54}{5} \times \frac{4}{23} = \frac{216}{115}$	$4 \frac{3}{4} : 3 \frac{5}{8} = \frac{19}{4} / \frac{29}{8} = \frac{38}{29}$								
14.	<p>Dezimalbruch (Dezimalzahl) in Bruch verwandeln</p> <table border="1" data-bbox="256 965 1447 1314"> <tr> <td data-bbox="256 965 850 1081"><math>0,1 = 1/10</math></td> <td data-bbox="850 965 1447 1081"><math>0,375 = 375/1000 = 3/8</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 1081 850 1198"><math>0,001 = 1/1000</math></td> <td data-bbox="850 1081 1447 1198"><math>0,035 = 35/1000 = 7/200</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 1198 850 1314"><math>0,01 = 1/100</math></td> <td data-bbox="850 1198 1447 1314"><math>0,625 = 5/8</math></td> </tr> </table>	$0,1 = 1/10$	$0,375 = 375/1000 = 3/8$	$0,001 = 1/1000$	$0,035 = 35/1000 = 7/200$	$0,01 = 1/100$	$0,625 = 5/8$		
$0,1 = 1/10$	$0,375 = 375/1000 = 3/8$								
$0,001 = 1/1000$	$0,035 = 35/1000 = 7/200$								
$0,01 = 1/100$	$0,625 = 5/8$								
15.	<p>Bruch in Dezimalbruch (Dezimalzahl) verwandeln</p> <table border="1" data-bbox="256 1570 1447 2040"> <tr> <td data-bbox="256 1570 850 1686"><math>1/10 = 0.1</math></td> <td data-bbox="850 1570 1447 1686"><math>15/100 = 0.15</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 1686 850 1803"><math>1/1000 = 0.001</math></td> <td data-bbox="850 1686 1447 1803"><math>625/1000 = 0.625</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 1803 850 1919"><math>3/10 = 0.3</math></td> <td data-bbox="850 1803 1447 1919"><math>4/25 = 0.16</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 1919 850 2040"><math>1/100 = 0.01</math></td> <td data-bbox="850 1919 1447 2040"><math>3 \frac{1}{25} = 3,04</math></td> </tr> </table>	$1/10 = 0.1$	$15/100 = 0.15$	$1/1000 = 0.001$	$625/1000 = 0.625$	$3/10 = 0.3$	$4/25 = 0.16$	$1/100 = 0.01$	$3 \frac{1}{25} = 3,04$
$1/10 = 0.1$	$15/100 = 0.15$								
$1/1000 = 0.001$	$625/1000 = 0.625$								
$3/10 = 0.3$	$4/25 = 0.16$								
$1/100 = 0.01$	$3 \frac{1}{25} = 3,04$								

16.	Umwandeln unechter Brüche in zusammengesetzte Brüche	
	$47/21 = 2\frac{5}{21}$	$144/14 = 10\frac{2}{7}$
	$255/15 = 17$	$419/24 = 17\frac{11}{24}$
	$312/12 = 26$	$63/8 = 7\frac{7}{8}$
17.	Umwandeln zusammengesetzter Brüche in unechte Brüche	
	$1\frac{3}{24} = \frac{27}{24}$	$3\frac{4}{9} = \frac{31}{9}$
	$7\frac{7}{8} = \frac{63}{8}$	$2\frac{6}{21} = \frac{48}{21}$
18.	Trigonometrie Aufsuchen von Funktionswerten	
	$x = 40^\circ$ $\sin x = \sin 40^\circ = 0.643$	$x = 5$ $\cos x = \cos 5^\circ = 0.996$
	$x = 53^\circ 10'$ $\tan x = \tan 53.1667^\circ = 1.335$	$x = 53,1667^\circ$ $\tan x = \tan 53.1667^\circ = 1.335$
19.	Trigonometrie Aufsuchen von Winkeln	
	$\sin x = 0,3007$ $x = 17.5^\circ$	$\cos x = 0,3007$ $x = 72.5^\circ$
	$\tan x = 0,8002$ $x = 38.667^\circ$	$\cos x = 0,7862$ $x = 38.17^\circ$

20. Pythagoreischer Lehrsatz

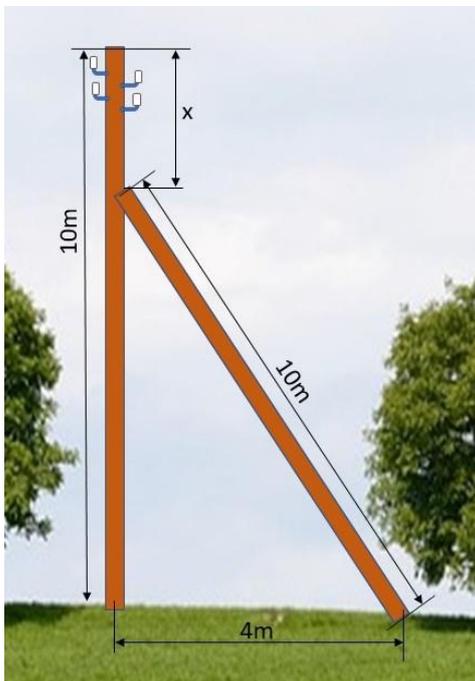
a) Eine Leitung verläuft wie skizziert. Berechne das Mass x.



$$x = \sqrt{(1150m)^2 - (650m)^2}$$

$$x = 948.7m$$

Bestimme das Mass x am Freileitungsmast.



$$x = 10m - \sqrt{(10m)^2 - (4m)^2}$$

$$x = 0.834m$$

21.	Wurzeln aus:			
	$7200 =$	$84.85$	$2,5 =$	$1.58$
	$0,416 =$	$0.6449$	$5400 =$	$73.485$
22.	Umformen von Gleichungen			
	$20 + x = 8$	$x =$	$8 - 20 = -12$	
	$c + a = d$	$a =$	$d - c$	
	$m \cdot k = y \cdot z$	$y =$	$y \cdot z = m \cdot k \quad y = \frac{m \cdot k}{z}$	
	$l \cdot b = m \cdot h$	$m =$	$m \cdot h = l \cdot b \quad m = \frac{l \cdot b}{h}$	
	$5 \cdot x \cdot 6 = 60 - 30$	$x =$	$\frac{60-30}{5 \cdot 6} = \frac{60}{30} - \frac{30}{30} = 1$	
	$a \cdot b \cdot c = k - r$	$b =$	$\frac{k-r}{a \cdot c}$	
	$\frac{a \cdot b}{m} = c$	$a =$	$\frac{c \cdot m}{b}$	
	$\frac{l \cdot R}{I_1} = R_1$	$l =$	$\frac{R_1 \cdot I_1}{R}$	
	$\frac{a \cdot b}{c} = \frac{d \cdot e}{f}$	$d =$	$\frac{a \cdot b \cdot f}{c \cdot e}$	
	$\frac{F_1 \cdot r_1}{r_0} = \frac{F_2 \cdot r_2}{r}$	$F_2 =$	$\frac{F_1 \cdot r_1 \cdot r}{r_0 \cdot r_2}$	
	$f = \frac{\omega}{2\pi}$	$\omega =$	$2\pi \cdot f$	

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$	$U_1 = \frac{N_1 \cdot U_2}{N_2}$
$U_1 - U_2 = 2 \cdot U_v \cdot \cos \varphi$	$U_v = \frac{(U_1 - U_2)}{2 \cdot \cos \varphi}$
$n = \frac{60 \cdot f}{p}$	$p = n \cdot p = 60 \cdot f \quad p = \frac{60 \cdot f}{n}$
$\frac{s}{t} = \frac{q}{3m}$	$m = 3m \cdot s = q \cdot t \quad m = \frac{q \cdot t}{3 \cdot s}$
$\frac{S}{U} = \frac{S_2}{3U_1}$	$U_1 = 3U_1 \cdot S = S_2 \cdot U \quad U_1 = \frac{S_2 \cdot U}{3 \cdot S}$

## Anhang 1

