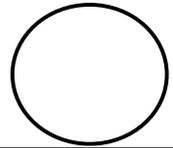


## Bewertung

Aufgabe	Thema	Maximale Punkte	Erreichte Punkte	Faktor	Punkte
1	Lampenschaltung	100		0,10	
2	Fragen zum Schutzleiter	100		0,10	
3	Schutzleiterberechnung	100		0,15	
4	Minimaler u. maximaler Kurzschlussstrom	100		0,15	
5	Motorüberprüfung	100		0,10	
6	Oberwellen	100		0,10	
7	Erneuerung einer Beleuchtungsanlage	100		0,15	
8	Telekommunikations-/ Netzwerktechnik	100		0,15	
<b>Summe Punkte</b>		<b>100</b>		<b>1,00</b>	



**Aufgabe 1. Lampenschaltung. (Blatt 1)**

Zwei Glühlampen (12V/6W) hängen in Reihe an 24V. Die zweite Glühlampe ist defekt. Zum Austausch stehen Ihnen 3 Lampentypen zur Verfügung.

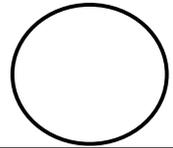
Typ1: 10V/10W

Typ2: 14V/4W

Typ3: 16V/8W

1.1	<b>Begründen Sie rechnerisch Ihre Auswahl.</b>	<b>60</b>
1.2	<b>Wie äußert sich Ihre Entscheidung auf die Helligkeit der Glühlampen?</b>	<b>20</b>
1.3	<b>Welche prozentuale Auswirkung auf die Leistung einer Lampe hätte es, wenn z.B. durch erhöhte Übergangswiderstände nur noch <math>\frac{3}{4}</math> des Lampennennstromes fließen würden?</b>	<b>20</b>

**Die Rechenwege müssen komplett nachvollziehbar sein!**  
**Alle nicht angegebenen Werte sind zu vernachlässigen!**



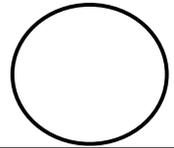
**Aufgabe 2. Schutzleiter. (Blatt 1)**

Als erfahrener und langjähriger Elektrotechnikermeister nehmen Sie regelmäßig an Fachtagungen der Handwerkskammer Teil.

In der Einladung zu einer Fachtagung, an der Sie beratend teilnehmen, ist u.a. ein Hauptthema „der Schutzleiter und dessen Anforderungen“.

Im Vorfeld bereiten Sie sich deshalb auf folgende Fragestellungen mit Hilfe der VDE-Vorschriften vor:

2.1	<b>Welche Teile dürfen als Schutzleiter verwendet werden?</b>	<b>15</b>
2.2	<b>Wann können fremde leitfähige Teile als Schutzleiter verwendet werden?</b>	<b>15</b>
2.3	<b>Was ist anschlusstechnisch zu berücksichtigen bei der Verbindung von Schutzleiter und Anschlussstelle?</b>	<b>15</b>
2.4	<b>Wie muss eine Schutzleiteranschlussstelle gestaltet sein, wenn dafür Befestigungs- und Verbindungsschrauben von Konstruktionsteilen verwendet werden sollen?</b>  <b>Zeichnen Sie in die Vorlage auf dem Lösungsblatt 2 den korrekten Aufbau für beide Varianten.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Variante 1: Schutzleiter mit Ringzunge/Kabelschuh</li><li>- Variante 2: Schutzleiter mit gebogener Öse</li></ul>	<b>40</b>
2.5	<b>Der Schutzleiter wird häufig bei größeren Leitungsquerschnitten mit einem geringeren Querschnitt ausgelegt. Unter welchen Bedingungen darf der Querschnitt eines <u>PEN-Leiters</u> reduziert werden?</b>	<b>15</b>



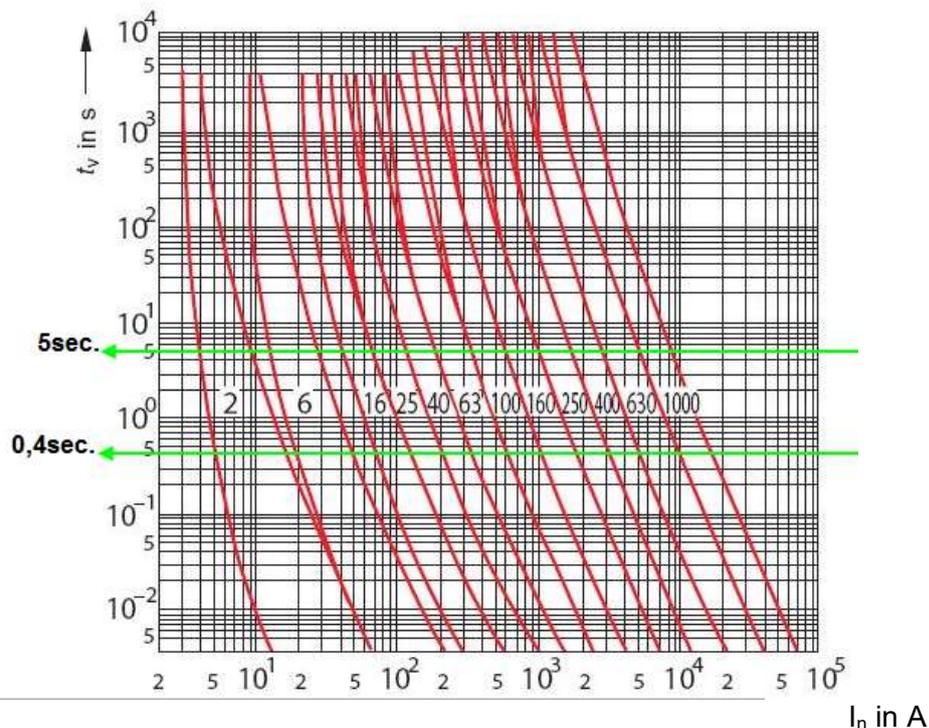
**Aufgabe 3. Schutzleiterberechnung. (Blatt 1)**

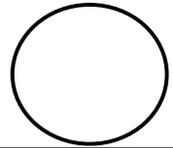
Sie als Elektrotechnikermeister werden von einem Industriebetrieb beauftragt, einen Drehstrommotor zu installieren inkl. Verlegung der Zuleitung. An der 400V-Verteilung haben Sie bereits im Vorfeld eine Vorimpedanz von  $0,095\Omega$  ermittelt. Bzgl. der langen Leitungslänge von 102m verwenden Sie den Leitungstyp H07V, bündeln diese jedoch auf der Kabelrinne. Den Außenleiterquerschnitt haben Sie bereits auf  $95\text{mm}^2$  festgelegt. In der Verteilung sichern Sie die Leitung mit 160A gG ab.

Im Anschluss beschäftigen Sie sich mit der Dimensionierung des Schutzleiterquerschnitts.

3.1	Welche VDE-Vorschrift gibt Ihnen in diesem Fall Angaben zu den Schutzleiterquerschnitten?	10
3.2	Welchen Schutzleiterquerschnitt ergibt sich, bezogen auf den Außenleiterquerschnitt von $95\text{mm}^2$ , nach dieser VDE-Vorschrift?	10
3.3	Ermitteln Sie rechnerisch den minimal erforderlichen Schutzleiterquerschnitt.	70
3.4	Wie stark darf sich die Leitung maximal erwärmen? Geben Sie Ihre Antwort in $^{\circ}\text{C}$ an.	10

Hilfsmittel: Strom/Zeit-Kennlinie für gG Sicherungseinsätze





#### Aufgabe 4. Minimaler und Maximaler Kurzschlussstrom. (Blatt 1)

Bei der Dimensionierung von Leitungen und Kabeln (in Folge nur von Leitungen gesprochen) spielt die Kenntnis der Kurzschlussströme eine entscheidende Rolle.

Mit einem Modell kann man die Kurzschlussströme, vorab der minimale Kurzschlussstrom, einfach darstellen.

Auf Vereinfachungen wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

Der Kurzschlussstrom an einer Fehlerstelle wird durch eine Ersatzspannungsquelle als einzig wirksame Spannung an dieser Fehlerstelle und durch die Impedanzen des Leitungssystems, der Impedanz des speisenden Transformators und der Impedanz des vorgelagerten Netzes dargestellt.

Diese Ersatzspannungsquelle setzt sich zusammen aus der Phasenspannung (meist 230V) und einem Spannungsfaktor  $c$ . Dieser beträgt bei der Berechnung des minimalen Kurzschlussstromes 0,95.

#### Ersatzschaltbild



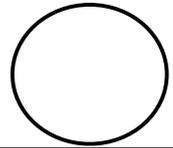
Der Gesamtwiderstand der Leiterschleife beträgt somit:

$$Z_{\text{Ges.}} = Z_{\text{Netz}} + Z_{\text{Trafo}} + Z_{\text{vorgel. Netz}}$$

Und für den minimalen Kurzschlussstrom  $I_{\text{Kmin}}$  gilt:

$$I_{\text{Kmin}} = \frac{0,95 \cdot 230 \text{ V}}{Z_{\text{Ges}}}$$

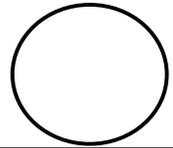
Die einzelnen Impedanzen können sowohl arithmetisch (einfach die einzelnen Impedanzen addieren) oder auch geometrisch (Wirkanteile und Blindanteile addieren und hieraus die Impedanz bestimmen) bestimmt werden.



**Aufgabe 4. Minimaler und Maximaler Kurzschlussstrom. (Blatt 2)**

Beantworten Sie die folgenden Fragen mit einer kurzen Begründung.

4.1	Zu welchem Zweck benötigt man den minimalen Kurzschlussstrom? Ist man auf der sicheren Seite, wenn man diesen Kurzschlussstrom zu hoch oder zu nieder berechnet?	10
4.2	Zu welchem Zweck benötigt man den maximalen Kurzschlussstrom? Ist man auf der sicheren Seite, wenn man diesen Kurzschlussstrom zu hoch oder zu nieder berechnet?	10
4.3	Wie können bei der Berechnung des minimalen Kurzschlussstroms die einzelnen Impedanzen des Leitungsnetzes addiert werden – arithmetisch oder geometrisch -?	10
4.4	Wie müssen bei der Berechnung des maximalen Kurzschlussstroms die einzelnen Impedanzen des Leitungsnetzes addiert werden – arithmetisch oder geometrisch -?	10
4.5	Bei welcher Leitertemperatur ist der minimale Kurzschlussstrom zu berechnen?	10
4.6	Bei welcher Leitertemperatur ist der maximale Kurzschlussstrom zu berechnen?	10
4.7	Wie hoch darf die maximale Leitertemperatur der (NYM, NYY) im Abschaltmoment des Kurzschlusses sein?	10
4.8	Bei welchen Stromkreisen darf die maximale Abschaltzeit im Kurzschlussfall maximal 5 Sekunden betragen? In welcher VDE – Norm ist dies festgelegt?	10
4.9	Was ist, wenn die Leitertemperatur von 160°C vor Ablauf der 5 Sekunden erreicht ist?	10
4.10	Wie lässt sich die Zeit bis zum Erreichen der 160°C berechnen? Geben Sie die Formel an und erläutern Sie die einzelnen Faktoren.	10



**Aufgabe 5. Motorüberprüfung (Blatt 1)**

Ein 4-poliger Drehstrom-Kurzschlussläufermotor treibt über ein Getriebe eine Werkzeugmaschine an. Der Kunde bittet Sie um eine elektrische Überprüfung des Motors. Das Typenschild des Motors ist stark zerkratzt und liefert Ihnen daher keine brauchbaren Angaben. Aus den vorhandenen Projektunterlagen entnehmen Sie folgende Motorangaben:

- Spannung                    230/400V
- Frequenz                    50Hz
- Drehzahl                    1440 U/min
- Leistungsfaktor            0,78
- Leistung                    5,5 kW

Der Motor soll mit Nennleistung betrieben werden.

Die Verluste des Motors betragen 15% und der Getriebewirkungsgrad beträgt 82%.

Neben weiteren Überprüfungen kümmern Sie sich in erster Linie um die rechnerische Ermittlung des Motorstromes. Dafür benutzen Sie ein Zangenamperemeter mit folgenden Angaben:

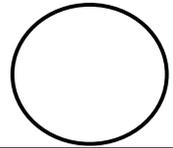
$3\frac{3}{4}$ -stellige Anzeige

Genauigkeitsklasse 2% +7 Digits

Berechnung Sie dazu:

<b>5.1</b>	<b>Die abgegebene Leistung des Getriebes.</b>	<b>5</b>
<b>5.2</b>	<b>Die aufgenommene Wirkleistung des Motors.</b>	<b>5</b>
<b>5.3</b>	<b>Der Gesamtwirkungsgrad von Motor und Getriebe.</b>	<b>5</b>
<b>5.4</b>	<b>Das Drehmoment des Motors.</b>	<b>15</b>
<b>5.5</b>	<b>Den Schlupf des Motors in %.</b>	<b>10</b>
<b>5.6</b>	<b>Die Stromaufnahme des Motors.</b>	<b>20</b>
<b>5.7</b>	<b>Die relative Abweichung (in %) des Motorstromes durch die Messungsgenauigkeit des Zangenamperemeters im Betrieb.</b>	<b>20</b>
<b>5.8</b>	<b>Nennen Sie eine einfache Möglichkeit, die relative Abweichung bei der Strommessung auf &lt;2,5% zu begrenzen. Begründen Sie dies rechnerisch.</b>	<b>20</b>

Alle weiteren nicht angegebenen Werte sind zu vernachlässigen!



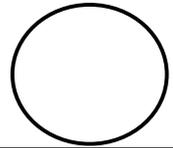
**Aufgabe 6. EMV – Oberschwingungen (Blatt 1)**

In der Fachzeitschrift „de das Elektrohandwerk“ steht in der Ausgabe 11.2017 in einem Fachbeitrag ein Abschnitt über Störgrößen in der EMV.

Als Störgrößen sind hier aufgeführt:

- „Flicker“ (subjektiv wahrgenommenes Flackern von Licht)
- „Transienten“ (Spannungsspitzen, -einbrüche und –unterbrechungen) sowie
- „Oberschwingungen“ (hervorgerufen durch nichtsinusförmige Strom- und Spannungsverläufe, z.B. bei Schaltnetzteilen)

6.1	<b>Erklären Sie mit eigenen Worten und verständlich, wie Oberschwingungen in einem Stromkreis entstehen. Eine Skizze ist hilfreich.</b>	<b>20</b>
6.2	<b>Nennen Sie ein Beispiel, wo sich die verzerrte Spannung sehr störend auswirkt.</b>	<b>10</b>
6.3	<b>Wie wirkt sich der induktive Blindwiderstand der Netzimpedanz auf die Größe der einzelnen Oberschwingungen aus? (Hinweis: Frequenzabhängiger Blindwiderstand)</b>	<b>10</b>
6.4	<b>Welches ist die kritische Oberschwingung in einem Drehstromnetz? Wie wirkt sie sich aus?</b>	<b>10</b>
6.5	<b>Wie wirkt sich die Größe der Netzimpedanz auf die Größe der Oberschwingungen aus?</b>	<b>10</b>
6.6	<b>In einer Verteilung (400/230 V) sind angeschlossen: An L1, L2 und L3 je ein Heizgerät mit 2 kW, und ein mit Oberwellen behafteter Verbraucher (Wirklast) mit 3,4 A in der Grundwelle und 1,7 A in der 3. Oberwelle. Die übrigen Oberwellenströme sind zu vernachlässigen.  Berechnen Sie die Ströme der Zuleitung des Verteilers. (Außenleiter und Neutralleiter)</b>	<b>40</b>

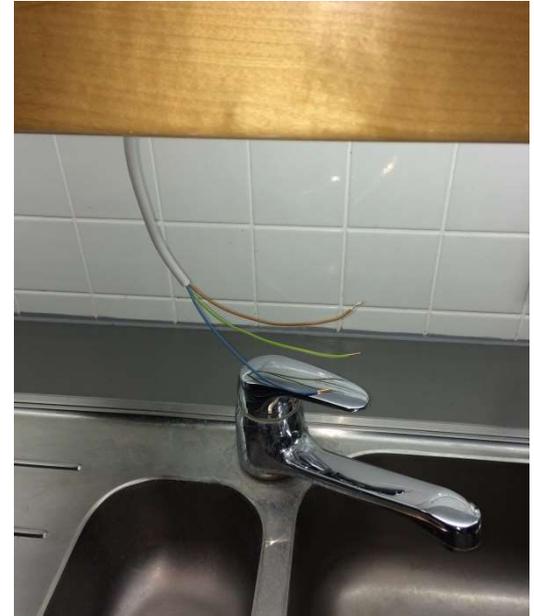


**Aufgabe 7. Erneuerung einer Beleuchtungsanlage. (Blatt 1)**

Sie wurden beauftragt, die Einbauleuchten in den Stationsküchen eines Krankenhauses auf LED-Leuchtmittel umzurüsten. Es sollen hierbei auch die Fassungen der Leuchten getauscht werden, da diese bereits öfters Kontaktschwierigkeiten verursacht haben.

Sie beauftragen den Auszubildenden Andreas aus dem 3. Ausbildungsjahr mit dem Tausch der Leuchten in der Küche auf Station E5. Andreas schaltet gewissenhaft den entsprechenden Stromkreis ab, schützt diesen vor Wiedereinschalten und prüft die Spannungsfreiheit. Anschließend demontiert er die Leuchte und klemmt die Leitung von der Fassung ab, um diese ebenfalls tauschen zu können.

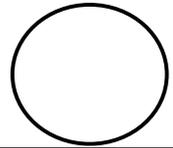
Einige Sekunden später stürmt eine Krankenpflegerin in das Zimmer und beschwert sich, weil auch in mehreren Nachbarräumen der Strom ausgefallen ist. Andreas beteuert seine Unschuld und erklärt, dass er nur diesen einen Stromkreis abgeschaltet hat.



<b>7.1</b>	<b>Erklären Sie Ihrem Auszubildenden ausführlich die Ursache dafür, dass plötzlich mehrere Stromkreise keine Spannung mehr führen!</b>	<b>15</b>
<b>7.2</b>	<b>Zeichnen Sie ein ausführliches Ersatzschaltbild der oben beschriebenen Installation. Zeichnen Sie in das Ersatzschaltbild den Stromverlauf ein, der zur Ursache des Stromausfalls führte!</b>	<b>25</b>

Ein älterer Monteur der Haustechnik sagt dem Auszubildenden Andreas, dass es derartige Probleme vor der Renovierung vor ein paar Jahrzehnten nicht gegeben hätte, da damals alles noch „klassisch genullt“ gewesen sei.

<b>7.3</b>	<b>Erklären Sie Ihrem Auszubildenden den umgangssprachliche Begriff „klassische Nullung“ (kurze Erklärung reicht aus)!</b>	<b>5</b>
<b>7.4</b>	<b>Um welche Netzform handelte es sich damals? Erläutern Sie jeden Buchstaben!</b>	<b>20</b>
<b>7.5</b>	<b>Warum hätte es derartige Probleme bei der früheren Installation nicht gegeben? (kurze Erklärung reicht aus)</b>	<b>5</b>

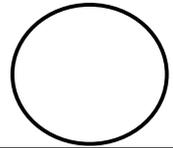


**Aufgabe 7. Erneuerung einer Beleuchtungsanlage. (Blatt 2)**

In der Küche auf Station E7 befinden sich unerwartet Leuchtstofflampen anstatt der Einbauleuchten. Nach Rücksprache mit dem Meister der Haustechnik einigen Sie sich mit diesem, die T8 Leuchtstofflampen gegen LED Röhren zu tauschen.

Während des Tauschs der Leuchtmittel fragt Andreas, welche Aufgabe der Starter hat und warum dieser getauscht werden muss.

<b>7.6</b>	<b>Erläutern Sie Ihrem Auszubildenden den kompletten Startvorgang einer konventionellen Leuchtstofflampenschaltung!</b>	<b>20</b>
<b>7.7</b>	<b>Erklären Sie, warum der bisherige Starter gegen ein neues Bauteil ausgetauscht werden muss und welche Aufgaben dieses Bauteil hat!</b>	<b>10</b>



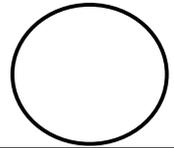
**Aufgabe 8. Netzwerktechnik und Telekommunikation. (Blatt 1)**

Sie sollen eine USV so dimensionieren, dass die angeschlossenen Geräte bei einem 230V-Spannungsausfall mindestens 45 Minuten in Betrieb bleiben.

Angeschlossene Geräte:

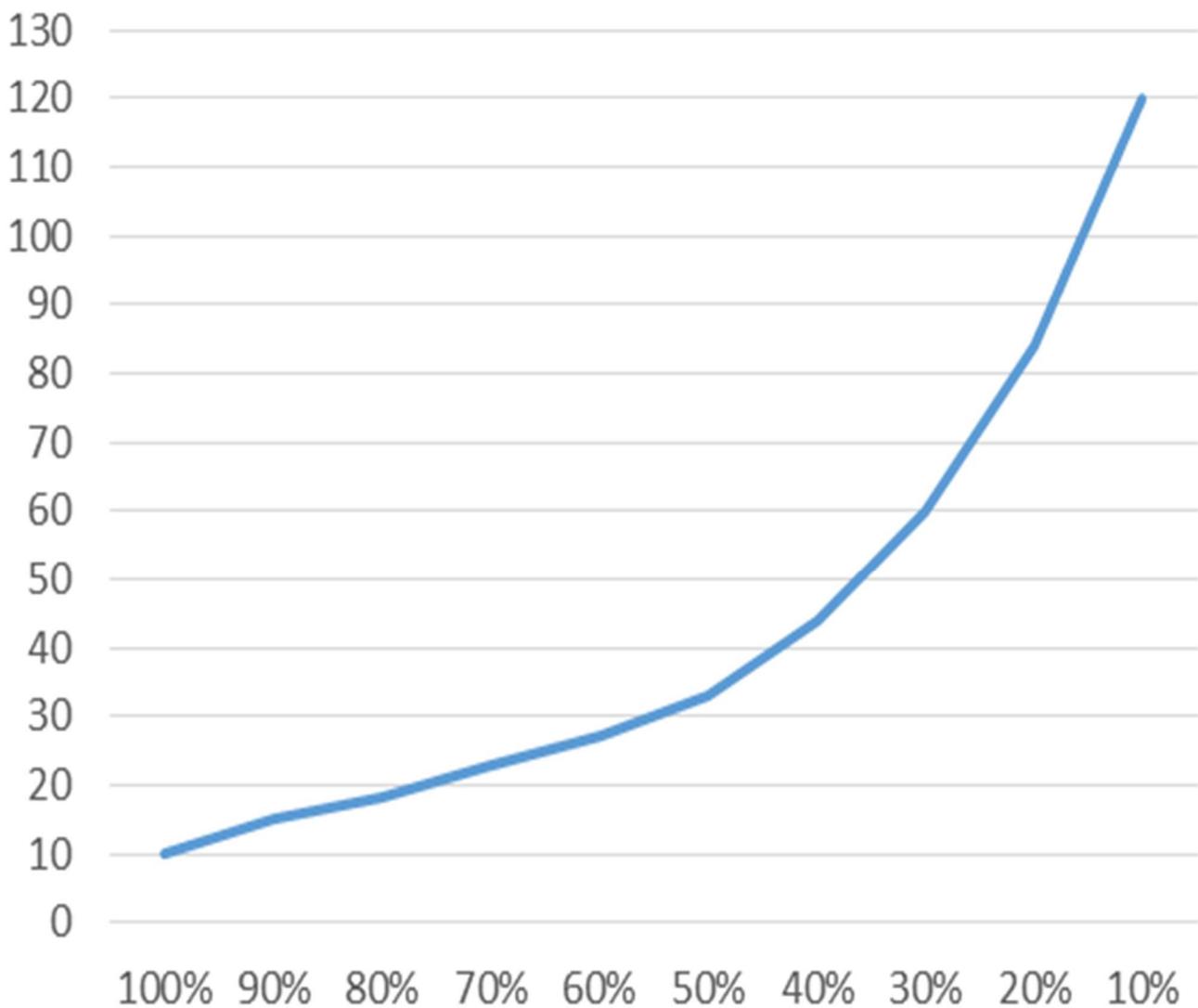
- Server 1                      230V / 4,5 A
- Switch                         230V / 2,2A
- Router                         230V / 2A
- TFT-Monitor                 230W /  $\cos\phi = 0,8$
- TK Anlage                     260W /  $\cos\phi = 0,7$

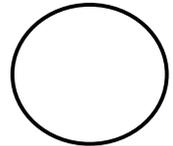
<b>8.1</b>	<b>Verwenden Sie für die Dimensionierung die gegebenen Datenblätter, weisen Sie die Dimensionierung rechnerisch nach und begründen Sie hier Auswahl der USV. Es soll nur 10% Reserve eingeplant werden.</b>	<b>40</b>
<b>8.2</b>	<b>Welche Aufgaben kann eine USV übernehmen?</b>	<b>10</b>
<b>8.3</b>	<b>Vergleichen Sie die Aufgaben eines Routers mit denen eines Switches in einem LAN.</b>	<b>20</b>
<b>8.4</b>	<b>Eine Aufgabe des Servers ist der Dienst „DHCP“. Erklären Sie diesen Serverdienst.</b>	<b>10</b>
<b>8.5</b>	<b>Worauf ist zu achten, wenn man in seinem LAN den Dienst „DHCP“ benutzt in Bezug auf Router und Drucker?</b>	<b>10</b>
<b>8.6</b>	<b>Der Kunde spricht Sie auf Datenschutz an. Er hat Angst vor Trojanern, Computerviren und -würmern.</b>	<b>10</b>



Datenblatt Aufgabe 8. Netzwerktechnik und Telekommunikation. (Blatt 1)

USV Laufzeit in Minuten bei % Belastung





**Datenblatt Aufgabe 8. Netzwerktechnik und Telekommunikation. (Blatt 2)**

**TECHNICAL DETAILS**

**3000 VA Online (VFI) UPS (3 U rack version)**  
 Version with DSP (Digital Service Processor)

Apparent power	3000 VA
Active power	2100 W
Input voltage	200 V / 240 V
Input frequency	50 Hz / 60 Hz
Output voltage	230 V
Safety sockets	(8) IEC 320 C13
(2) IEC 320 C19 Battery	
1 Smart Slot with SNMP WEB management card AP9619 (serial interface is not supported) APC SW, cable and manuals	
Input connection	IEC 320 C20 w/ power cable and IEC 309 (CEE 16A blue) plug
(230 V - 240 V @ 50 Hz)	
Input protection	16A 1-phase
Size in rack (H x W x D)	129.5 x 431.8 x 660.4mm
Net weight / transport	54.55 kg / 63.64 kg
Optional w/ use of power cable S26361-F3151-L500, is a 2-phase connection in 200V / 208V networks @ 60Hz feasible	
Input connection	IEC 320 C20 w/ power cable and US NEMA L6-20p 20A
(200 V - 208 V @ 60 Hz)	
Input protection	20A 2-phase

**5000 VA Online (VFI) UPS (3 U rack version)**  
 Version with DSP (Digital Service Processor)

Apparent power	5000 VA
Active power	3500 W
Output voltage	230 V
Safety sockets	(8) IEC 320 C13
(2) IEC 320 C19 Battery	
1 Smart Slot with SNMP WEB management card AP9619 (serial interface is not supported)	
APC SW, cable and manuals	
Input connection	1-phase direct connection. The fixed connection must correspond to the valid national regulations.
Input protection	32A 1-phase
Size in rack (H x W x D)	129.5 x 431.8 x 660.4mm
Net weight / transport	54.55 kg / 63.64 kg

**8000 VA Online (VFI) UPS (6 U rack version)**

Apparent power	8000 VA
Active power	6400 W
Input voltage	220 V / 240 V 1-phase 380 V / 415 V 3-phase
Input frequency	50 Hz / 60 Hz
Output voltage	230 V
Safety sockets	(4) IEC 320 C13
(4) IEC 320 C19	
fixed connection (40A) Smart Slot with SNMP WEB management card AP9619 (serial interface is not supported)	
Input connection	APC SW, cable and manuals
Input connection	Selectable 1-phase or 3-phase fixed connection. (Please note: automatic switch to 1-phase operation in the event of a failure of L2 or L3, hence select higher protection of L1)
Input protection	The fixed connection must correspond to the valid national regulations.
Input protection	50A 1-phase (and L1 respectively) 16A 3-phase (L2/L3)
Size in rack (H x W x D)	263 x 432 x 663 mm
Net weight / transport	110.91 kg / 129.08 kg

**10000 VA Online (VFI) UPS (6 U as rack version)**

Apparent power	10000 VA
Active power	8000 W
Input voltage	220 V / 240 V 1-phase 380 V / 415 V 3-phase
Input frequency	50 Hz / 60 Hz
Output voltage	230 V
Safety sockets	(4) IEC 320 C13
(4) IEC 320 C19	
fixed connection (50A) Smart Slot with SNMP WEB management card AP9619 (serial interface is not supported)	
APC SW, cable and manuals	
Input connection	Selectable 1-phase or 3-phase fixed connection. The fixed connection must correspond to the valid national regulations.
Input protection	63A 1-phase (and L1 respectively) 18A 3-phase (L2/L3)
Size in rack (H x W x D)	264 x 431.8 x 660.4mm
Net weight / transport	109 kg / 117 kg