



Jenfelder Allee 80 – 22045 Hamburg

Elektrofachkraft für Veranstaltungstechnik

Übungsaufgaben

Datum	Dozent	Revision
30.04.2023	J. Zitzelsberger	1.0



040-41006620



post@buehnenwerk.de



www.buehnenwerk.de

	Elektrofachkraft für VT GMSR-Übungsaufgaben	Projekt:	PJ2602
		Version:	XXX-XX-XXX-XX
		Index:	00
		Datum:	30.04.2026

2. GMSR – Übungsaufgaben

2.1. Situationsaufgabe 1

2.1.1. Hintergrund

Im Theater Straubing soll für eine Veranstaltung eine temporäre Unterverteilung installiert werden. Diese soll über eine fünfadrige Gummischlauchleitung vom Typ H07VV-F5G4mm² an das im Haus vorhandene Drehspannungssystem angeschlossen werden. Aus Sicherheitsgründen soll vor der Inbetriebnahme eine Schutzleiterprüfung durchgeführt werden.

2.1.2. Aufgabe 1

Berechnen Sie den Erwartungswert des Schutzleiterwidertands, wenn der Schutzleiter vom Netzanschlusspunkt bis zum letzten Abgang eine Länge von 10 m hat. Übergangswiderstände sollen mit einem Gesamtwert von 1,500 mΩ berücksichtigt werden.

2.1.3. Aufgabe 2

Bei der messtechnischen Überprüfung ergibt sich ein Messwert von 46,240 mΩ. Prüfen Sie rechnerisch nach, ob der berechnete Erwartungswert innerhalb des Toleranzbereichs des Messgeräts liegt, wenn dessen Linearitätsfehler 0,5 % und dessen Quantisierungsfehler 3 Digit beträgt.

2.1.4. Aufgabe 3

Geben Sie eine Gleichung an, wie der relative Fehler des Messwerts berechnet werden kann und bestimmen Sie dessen Wert in Prozent.

	Elektrofachkraft für VT GMSR-Übungsaufgaben	Projekt:	PJ2602
		Version:	XXX-XX-XXX-XX
		Index:	00
		Datum:	30.04.2026

2.2. Situationsaufgabe 2

2.2.1. Hintergrund

Auf dem Psychadelic Experience Festival 2025 in Gallin kommt es bei einer 230V-50Hz-Beleuchtungsanlage auf dem Zeltplatz zu einer regelmäßigen Auslösung des Fehlerstromschutzschalters.

2.2.2. Aufgabe 1

Beschreiben Sie kurz, welche Art von Fehler vorliegen muss, damit ein Fehlerstromschutzschalter auslöst.

2.2.3. Aufgabe 2

Eine Isolationsmessung ergibt einen Messwert von 243 kΩ. Weisen Sie rechnerisch nach, dass dieser Sachverhalt bei einem 30mA-Fehlerstromschutzschalter nicht die Fehlerursache sein kann. Warum tauschen Sie die Beleuchtungsanlage trotzdem aus?

2.2.4. Aufgabe 3

Die ausgetauschte Beleuchtungsanlage zeigt ein ähnliches Verhalten, obwohl der Isolationswiderstand deutlich über einem Megaohm liegt. Eine Ableitstrommessung fördert einen Ableitstrom von 28 mA zu Tage. Welchen Maximalwert kann der Ableitstrom haben, wenn das Messgerät einen Linearitätsfehler von 0,5 % und einen Quantisierungsfehler von 3 Digit hat?

	Elektrofachkraft für VT GMSR-Übungsaufgaben	Projekt:	PJ2602
		Version:	XXX-XX-XXX-XX
		Index:	00
		Datum:	30.04.2026

2.3. Situationsaufgabe 3

2.3.1. Hintergrund

Im Brandenburger Theater kommt es während einer Vorstellung zur Auslösung einer 16A-Sicherung. Ursache hierfür ist das Zuschalten eines Hochleistungsventilators mit folgenden Nenndaten:

230V; 2,5 kW; $\cos \varphi = 0,7$

Am gleichen Abgang hängt noch ein Scheinwerfer dran, der bei einem Leistungsfaktor von 0,9 einen Strom von 0,5 A bezieht.

2.3.2. Aufgabe 1

Begründen Sie rechnerisch, warum die Sicherung an ihrem Limit ist?

2.3.3. Aufgabe 2

Berechnen Sie die Impedanz des Hochleistungsventilators.

2.3.4. Aufgabe 3

Berechnen Sie die Schein- und Blindleistung des Hochleistungsventilators.

	Elektrofachkraft für VT GMSR-Übungsaufgaben	Projekt:	PJ2602
		Version:	XXX-XX-XXX-XX
		Index:	00
		Datum:	30.04.2026

3. GMSR – Übungsaufgaben – Lösungen

3.1. Situationsaufgabe 1

3.1.5. Aufgabe 1

Bei den genannten Randbedingungen ergibt sich ein Widerstandswert des Schutzleiters in Höhe von

$$R_{PE} = \frac{l_{PE}}{\gamma \cdot A_{PE}} = \frac{10 \text{ m}}{56 \cdot 10^6 \text{ S m}^{-1} \cdot 4 \text{ mm}^2} = 44,643 \text{ m}\Omega$$

Damit ergibt sich unter Berücksichtigung der Übergangswiderstände ein Erwartungswert des Schutzleiterwiderstands von

$$R_{PE,soll} = 44,643 \text{ m}\Omega + 1,500 \text{ m}\Omega = 46,143 \text{ m}\Omega$$

3.1.6. Aufgabe 2

Ausgehend vom gemessenen Wert lässt sich ein Linearitätsfehler der Größe

$$LF = 46,240 \text{ m}\Omega \cdot 0,5 \% = 0,231 \text{ m}\Omega$$

berechnen. Im Weiteren lässt sich ein Quantisierungsfehler von

$$QF = 0,001 \text{ m}\Omega \cdot 3 \text{ Digit} = 0,003 \text{ m}\Omega$$

und damit ein Gesamtfehler von

$$e_f = LF + QF = 0,231 \text{ m}\Omega + 0,003 \text{ m}\Omega = 0,234 \text{ m}\Omega$$

ermitteln.

Der wahre Wert des Schutzleiterwiderstands kann also zwischen 46,006 mΩ und 46,474 mΩ liegen. Somit liegt der errechnete Erwartungswert innerhalb des Toleranzbereichs des Messgeräts.

3.1.7. Aufgabe 3

Der relative Fehler des Messwerts errechnet sich zu

$$\delta_f = \frac{e_f}{46,240 \text{ m}\Omega} \cdot 100 \% = \frac{0,234 \text{ m}\Omega}{46,240 \text{ m}\Omega} \cdot 100 \% = 0,506 \%$$

	Elektrofachkraft für VT GMSR-Übungsaufgaben	Projekt:	PJ2602
		Version:	XXX-XX-XXX-XX
		Index:	00
		Datum:	30.04.2026

3.2. Situationsaufgabe 2

3.2.1. Aufgabe 1

Damit ein Fehlerstromschutzschalter auslöst, muss ein sog. Körperschluss vorliegen. Das bedeutet, dass der Außenleiter des Netzanschlusses eine leitende Verbindung zu geerdeten Bauteilen aufweist.

3.2.2. Aufgabe 2

Zur Berechnung wird die vorherrschende Leiter-Erde-Spannung benötigt. Diese entspricht in einphasigen Netzen der Nennspannung des Netzes. Somit gilt:

$$I_f = \frac{U_{\text{Netz,nenn}}}{R_{\text{Iso}}} = \frac{230 \text{ V}}{243 \text{ k}\Omega} = 946,502 \mu\text{A}$$

Da der fließende Fehlerstrom sehr viel kleiner als der Nennauslösestrom des Fehlerstromschutzschalters ist, kann der geringe Isolationswiderstand nicht die Fehlerursache sein.

Die Beleuchtungsanlage wird trotzdem ausgetauscht, weil gemäß den Vorgaben der DIN VDE0100-600 sowie der DIN EN 50699 ein Mindestisolationswiderstand von $1\text{M}\Omega$ gefordert ist.

3.2.3. Aufgabe 3

Ausgehend vom gemessenen Wert lässt sich ein Linearitätsfehler der Größe

$$LF = 28 \text{ mA} \cdot 0,5 \% = 0,140 \text{ mA}$$

berechnen. Im Weiteren lässt sich ein Quantisierungsfehler von

$$QF = 1 \text{ mA} \cdot 3 \text{ Digit} = 3 \text{ mA}$$

und damit ein Gesamtfehler von

$$e_f = LF + QF = 0,140 \text{ mA} + 3 \text{ mA} = 3,140 \text{ mA}$$

ermitteln.

Demzufolge ergibt sich ein maximaler Fehlerstrom von

$$I_{f,\text{max}} = 28 \text{ mA} + 3,140 \text{ mA} = 31,140 \text{ mA}$$

	Elektrofachkraft für VT GMSR-Übungsaufgaben	Projekt:	PJ2602
		Version:	XXX-XX-XXX-XX
		Index:	00
		Datum:	30.04.2026

3.3. Situationsaufgabe 3

3.3.1. Aufgabe 1

Zum Nachweis, dass die Sicherung an ihrer Grenze ist, wird eine Worst-Case-Betrachtung durchgeführt, d.h. es wird die Gesamtstromaufnahme ohne Rücksicht auf den Phasenwinkel ermittelt. Hierbei gilt:

$$I_{ges} = \frac{P_{Vent}}{U_{Netz} \cdot \cos \varphi_{Vent}} + I_{Scheinwerfer} = \frac{2,5 \text{ kW}}{230 \text{ V} \cdot 0,7} + 0,5 \text{ A} = 16,028 \text{ A}$$

3.3.2. Aufgabe 2

Die Impedanz des Hochleistungsventilators ergibt sich zu:

$$Z_{Vent} = \frac{U_{Netz}}{I_{Vent}} = \frac{230 \text{ V}}{15,528 \text{ A}} = 14,812 \text{ VA}^{-1}$$

3.3.3. Aufgabe 3

Die Scheinleistung des Hochleistungsventilators ist:

$$S_{Vent} = \frac{P_{Vent}}{\cos \varphi_{Vent}} = \frac{2500 \text{ W}}{0,7} = 3571 \text{ VA}$$

Somit ergibt sich die Blindleistung des Hochleistungsventilators zu:

$$Q_{Vent} = \sqrt{S_{Vent}^2 - P_{Vent}^2} = \sqrt{(3571 \text{ VA})^2 - (2500 \text{ W})^2} = 2550 \text{ var}$$
