

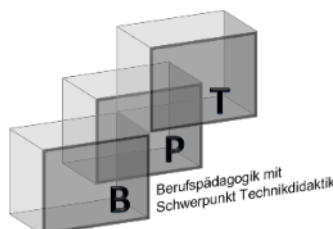
Matthias Hedrich

# Lernfeld 2

## LEHRERVERSION

Lernmaterialien für die Grundstufe Elektrotechnik

Stuttgart, August 2022



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

### Redaktionelle Bearbeitung

Wissenschaftliche Leitung	Prof. Dr. Bernd Zinn, Universität Stuttgart (Abt. BPT)
Autor	Dr. phil., Dipl.-Ing. (FH), StR Matthias Hedrich, M.Sc. Gew. Schule Backnang und Universität Stuttgart (Abt. BPT)
Inhaltliche / fachliche Unterstützung	Garry Radig (Friedrich-Ebert-Schule Esslingen) Dietmar Schmid (Staatliches Seminar Weingarten) Bernd Seitz (Grafenbergschule Schorndorf) Johann Popow (Werner-Siemens-Schule Stuttgart) Marco Schiller (Gewerbliche Schule Öhringen)
Hilfskräfte	B.Sc. Matthias Graf
Lektorat	B.A. Sarina Bayer Lisa Cullison Dr. phil. Matthias Wyrwal, Universität Stuttgart (Abt. BPT)

Die Lernmaterialien für das Elektrotechnischen Förder- und Interventionstraining (Elektro-FIT) sind im Rahmen des Forschungsprojekts „LEBUS“ (Lehrerbildung an Beruflichen Schulen) entstanden. LEBUS wird im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Berücksichtigung von Inklusion und Heterogenität innerhalb von Lernprozessen stellt einen bedeutsamen Bereich im Forschungsprojekt LEBUS dar. Dabei liegt der Fokus auf dem selbstständigen Lernen der Schüler unter Berücksichtigung einer sehr kleinschrittigen Vorgehensweise bei der Aufgabenbearbeitung. Grundlage für die Aufgabenschwerpunkte zum vorliegenden Lernmaterial waren Kerninhalte des Lernfeldkonzeptes bzw. der Umsetzungshilfe für Elektroberufe im Land Baden-Württemberg. Ziel ist das selbstständige, strategische Erarbeiten von Fachinhalten durch die Schüler, die damit einhergehende Förderung von Fachwissen, der fachspezifischen (elektrotechnischen) Lösungsstrategien sowie die Vertiefung der allgemeinen Problemlösestrategien vor dem Hintergrund stark heterogener Klassenzusammensetzungen im Bereich der elektrotechnischen Grundbildung.

Stand: August 2022

Titelbild: Darstellung der Ziele des Modulheftes

Bildrechte: alle beim Autor, abgesehen von folgenden Ausnahmen

Abb. 1 (S. 6) und Abb. 3 (S. 7) mit freundlicher Genehmigung von Bernd Seitz (GS-Schorndorf)

Abb. 4 (S. 7) mit freundlicher Genehmigung der BG ETEM

Abb. 7 (S. 13) mit freundlicher Genehmigung von Dietmar Schmid (Seminar Weingarten)

Abb. in Tab. 3 mit freundlicher Genehmigung von Dietmar Schmid (Seminar Weingarten)

Fotos in Abb. 15 (S. 31) mit freundlicher Genehmigung von Bernd Seitz (GS-Schorndorf)

Abb. 29 und Abb. 30 (S. 65) mit freundlicher Genehmigung von Garry Radig (FES-Esslingen)

Abb. 37 (S. 85) mit freundlicher Genehmigung von Garry Radig (FES-Esslingen)

### Inhaltsverzeichnis

Redaktionelle Bearbeitung.....	1
Inhaltsverzeichnis.....	2
Ableich Bildungsstandards .....	3
Zeichenerklärung.....	5

### Projektarbeit

Projektvorstellung .....	6
Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen.....	7
Ziel 2 – Planung der Installation .....	29
Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle).....	60
Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern .....	69


### Zusatzmaterial

Profiaufgaben.....	79
Grundlagen.....	87
Übungsaufgaben .....	93



















### Abgleich Bildungsstandards

In Tab. 1 sind die Inhalte von Modul 2 mit der Umsetzungshilfe für Elektroberufe (kurz: Bildungsstandards) im Land Baden-Württemberg abgeglichen. Markiert ist, zu welchen Themen in Modul 2 Aufgaben entwickelt wurden (rote Schrift, kursiv, unterstrichen). Die Kennzeichnung ist eine Orientierungshilfe. Je nach Klasse müssen Lerninhalte ggf. weniger intensiv bzw. intensiver unterrichtet werden.

**Umsetzung Elektroberufe  
Baden-Württemberg**







**Eneu**  
Umsetzungskommissionen der  
neugeordneten Elektroberufe

Elektroberufe	Grundstufe		
Lernfeld 2	Elektrische Installationen planen und ausführen		
Inhalt	Symbol	#	Niveaunkretisierung
Auftragsplanung, Auftragsrealisierung		2.1.1	Arbeitsschritte (Kundenwunsch erfragen, Lösungsmöglichkeiten erarbeiten, Auswahl, Realisierung, Inbetriebnahme und Prüfung) zur Realisierung einer Elektroenergieversorgung erläutern.
Energiebedarf einer Anlage oder eines Gerätes		2.2.1	<u>Anforderung an die Ausstattung (Mindest-, Normal-, gehobene Ausstattung) ermitteln (DIN 18015 bzw. HEA).</u>
		2.2.2	Leistungsaufnahme einer Anlage oder eines Gerätes ermitteln (z.B. Messung mit Energiemonitor / Powermonitor).
Sicherheitsbestimmungen		2.3.1	<u>Grundlegende Sicherheitsbestimmungen (DIN VDE 0100-410, Betriebssicherheitsverordnung, DGUV usw.) in Bezug auf TN-Netzsysteme bewerten und anwenden.</u>
		2.3.2	<u>Aufbau des örtlichen TN-Netzsystems erläutern.</u>
		2.3.3	<u>Wirkungsprinzipien netzabhängiger Sicherheitseinrichtungen erläutern (Leitungs- und Geräteschutz; Personenschutz siehe auch LF5).</u>
Installationstechnik		2.4.1	<u>Grundsaltungen der Installationstechnik für die Energieversorgung von Beleuchtung und Geräten entwerfen und dokumentieren (Aus-, Serien-, Wechsel-, Stromstoß- und Treppenhausschaltung auch mit Bewegungs- / Präsenzmeldern und Dämmerungsschaltern). [Ergänzung Hedrich: inklusive Sparwechselschaltung]</u>
		2.4.2	<u>Bestehende Anlagen um zusätzliche Betriebsmittel erweitern und diese dokumentieren.</u>
		2.4.3	<u>Anlagen nach DIN VDE 0100-600 prüfen (Isolationswiderstand, Schleifenwiderstand, Kurzschlussstrom, Durchgängigkeit PE, RCD).</u>
		2.4.4	<u>Installationsschaltungen analysieren und ggf. Fehler beheben.</u>
		2.4.5	Dem Kunden die Nutzung der fertig gestellten Anlage erläutern.
Betriebsmittelkenndaten		2.5.1	<u>Kenndaten berufstypischer Betriebsmittel (z.B. Sicherungen, Leuchtmittel, Leuchten, Schalter, Leitungen) bewerten (Bemessungsgrößen, Kenn- und Grenzwerte).</u>
Schaltplanarten		2.6.1	<u>Grundlegende Schaltplanarten für die Installationstechnik analysieren und geeigneten Anwendungen zuordnen (ein- und mehrpolige Darstellung, Elektroinstallationsplan, Übersichtsschaltplan, Schaltpläne in aufgelöster und zusammenhängender Darstellung, Klemmenplan).</u>
Leitungsdimensionierung für Gleich- und Wechselstromkreise (bei $\cos \varphi = 1$ )		2.7.1	Leiterquerschnitt aufgrund der Verlegeart bei gegebenem Leistungsbedarf dimensionieren.
		2.7.2	<u>Überstromschutzeinrichtung (Typ, Art, Bemessungsstromstärke) dimensionieren.</u>
		2.7.3	Maximale Leitungslängen in Abhängigkeit vom zulässigen Spannungsfall ermitteln.
Arbeitsorganisation		2.8.1	Termin- und Materialdisposition anhand einer Auftragsplanung durchführen.
		2.8.2	Arbeitseinsatz gewerkeübergreifend abstimmen.

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Abgleich Bildungsstandards









---

Kostenberechnung, Angebotserstellung		2.9.1	Massen (Stückzahlen, Leitungslängen) einer Anlage ermitteln und dokumentieren.
		2.9.2	Material- und Lohnkosten (vorgegeben: Materialzuschlag und Minutenverrechnungssatz, Kalkulationshilfe für das E-Handwerk/KfE) ermitteln und dokumentieren.
		2.9.3	Auf Grundlage eines Leistungsverzeichnisses ein Angebot erstellen.
		2.9.4	Rechnung erstellen.

Version 6; Stand: 21.12.2014

Tab. 1: Auszug aus der Umsetzung der Elektroberufe in Baden-Württemberg

### Zeichenerklärung

Ziel	
Übung	
Frage	
Achtung	
Buch (z. B. TBB oder FKB)	
Tipp / Hinweis (allgemein, führt nicht direkt zur Aufgabenlösung).	
Impuls (konkret bezogen auf die Lösung einer Aufgabenstellung).	
Profiaufgabe (Aufgaben, die du bearbeiten kannst, wenn du die Aufgabenteile der Teil- ziele komplett bearbeitet hast).	

### Projektvorstellung

Im Lernheft zu Modul 2 geht es um die Elektroinstallation in einer kleinen Wohnung. Dein Klassenkamerad Klaus, der bereits 18 ist, wohnt dort zur Miete und der Hauseigentümer hat eingewilligt, dass er die Elektroinstallation **im Bad und im Flur** der Wohnung modernisieren darf (siehe Abb. 1). Der Vater von Klaus, Herr Pfennig, hat seinen Meister als Elektroinstallateur gemacht und hilft mit.

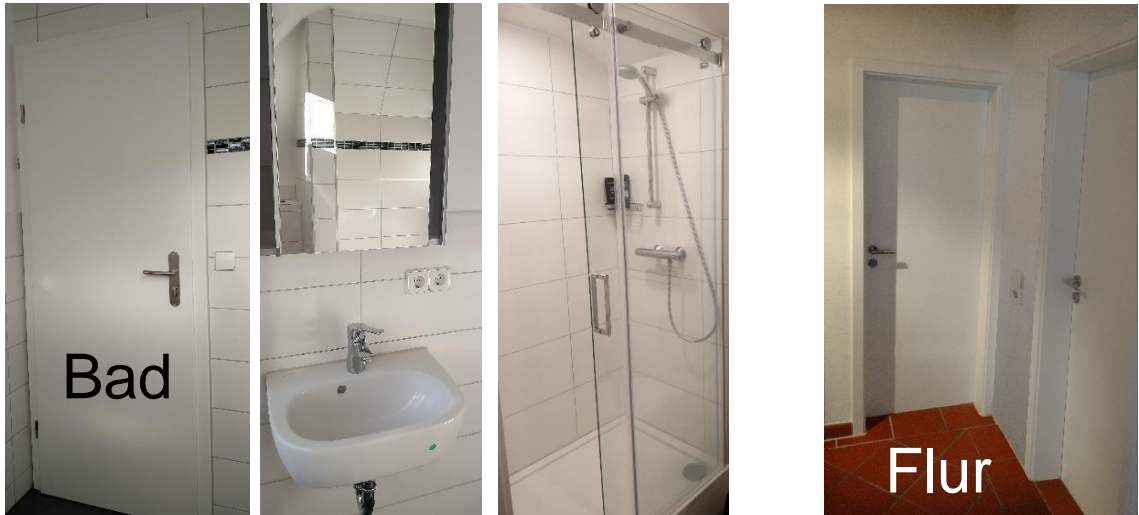


Abb. 1: Ausschnitt der geplanten Elektroinstallation von Bad und Flur in der Wohnung von Klaus

Du und mehrere andere Freunde von Klaus helfen ebenfalls mit, da ihr in der gleichen Schulklasse wie Klaus seid und euch gut kennt (siehe Abb. 2). Dabei gilt es allerlei Sicherheitsregeln zu beachten, die Ausführung der Elektroinstallation gut zu planen und nach Erstellung sorgfältig zu kontrollieren.

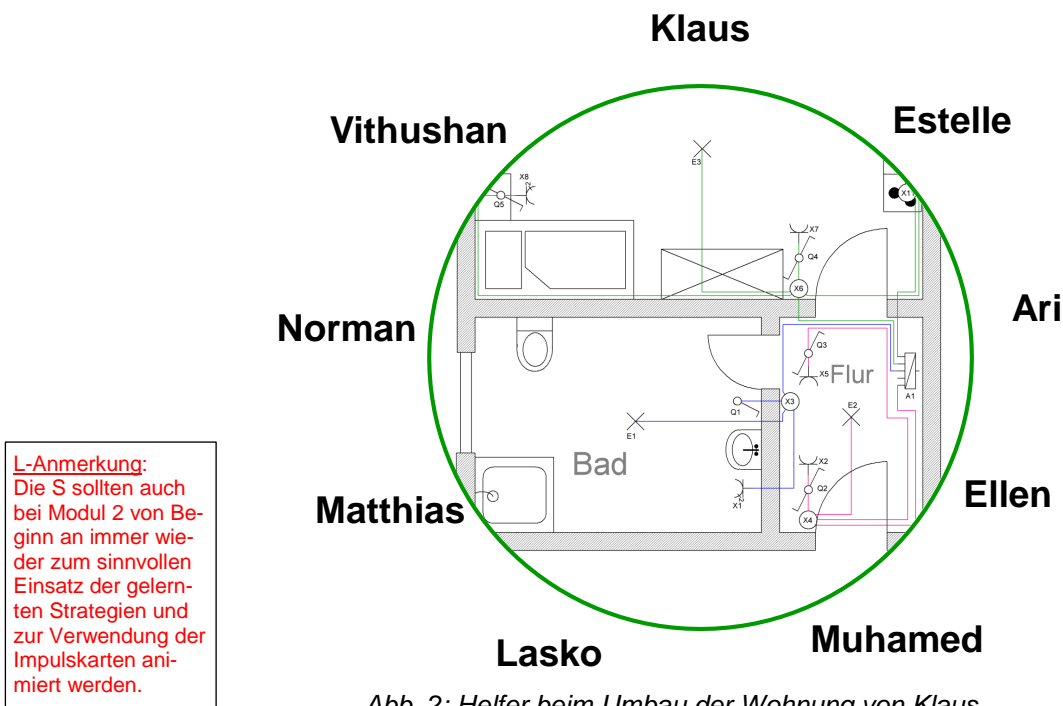


Abb. 2: Helfer beim Umbau der Wohnung von Klaus

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

Bei Arbeiten an einer Elektroinstallation müssen dir grundlegende Sicherheitsbestimmungen und -merkmale von Betriebsmitteln und Schutzeinrichtungen bekannt sein, um Personen- und Sachschäden zu vermeiden. Bei Ziel 1 werden die fünf Sicherheitsregeln, Leitungsschutzschalter, Fehlerstromschutzschalter und Schmelzsicherungen behandelt.



Ihr seid gemeinsam mit Herrn Pfennig, dem Vater von Klaus, in der Wohnung angekommen. Ari will sofort mit dem Umbau loslegen und fragt, wo er anfangen soll. Herr Pfennig bremst ihn und sagt, dass hierfür die Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen wie Leitungsschutzschalter, Fehlerstromschutzschalter und Schmelzsicherungen bekannt sein müssen.



Abb. 3: Sicherungen in einem Stromkreisverteiler

Ari schaut überrascht, da ihm nicht klar war, dass bei der Elektroinstallation in der Wohnung so viel zu beachten ist (siehe Abb. 3). Neugierig fragt er Herrn Pfennig, was man denn alles wissen sollte, bevor man wirklich mit dem Umbau beginnen kann. Da Herr Pfennig auch als Ausbilder im Bereich von überbetrieblichen Fortbildungen tätig ist geht er schnell an sein Auto und holt einige Unterlagen. Er sagt: „Zuallererst müssen die Sicherheitsregeln und -bauteile bekannt sein!“



### Teilziel 1.1 – Die fünf Sicherheitsregeln

Herr Pfennig erklärt, dass Elektrounfälle immer wieder zu schwerwiegenden Verletzungen und sogar Todesfällen führen. Dabei werden häufig die 5 Sicherheitsregeln nach DIN VDE 0105 nicht beachtet (siehe Abb. 4).

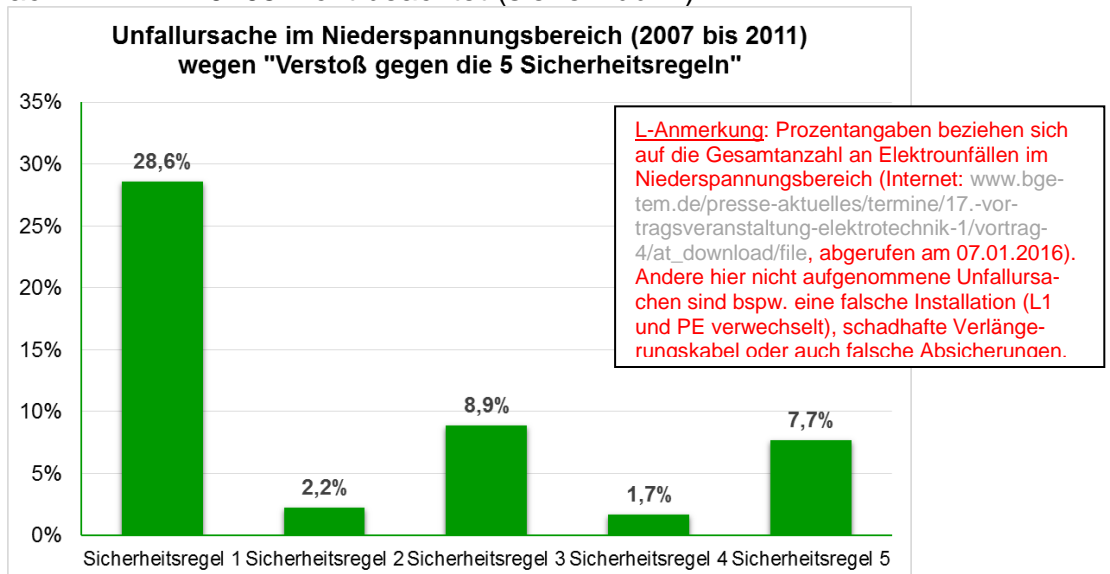


Abb. 4: Unfallursache durch nicht einhalten der Sicherheitsregeln (Quelle: BG ETEM)



# Elektro-FIT Lernfeld 2

## Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

- a.) Die Grafik in Abb. 4 (S. 7) zeigt den prozentualen Anteil der Stromunfälle, bei denen eine der fünf Sicherheitsregeln verletzt wurde, an der Gesamtzahl der Stromunfälle. Notiere die Prozentwerte in Tab. 2.

	Prozentuale Häufigkeit
<b>Sicherheitsregel 1</b>	<b>28,6 %</b>
<b>Sicherheitsregel 2</b>	<b>2,2 %</b>
<b>Sicherheitsregel 3</b>	<b>8,9 %</b>
<b>Sicherheitsregel 4</b>	<b>1,7 %</b>
<b>Sicherheitsregel 5</b>	<b>7,7 %</b>




I1: Schau im TBB unter dem Sachwort „Sicherheitsregeln“, wenn du dir wegen den Namen und der Reihenfolge unsicher bist.


Tab. 2: Verteilung der Stromunfälle auf die Sicherheitsregeln

- b.) Norman hat in den Unterlagen von Herrn Pfennig nachstehende Tab. 3 zu den fünf Sicherheitsregeln gefunden.

I 1

Hilf ihm bei der Zuordnung der Namen zu den Regeln und gib jeder Sicherheitsregel die zugehörige Nummer in der richtigen Reihenfolge.

Nr. 4	Nr. 1	Nr. 2
<b>Erden und kurzschließen</b>	<b>Freischalten</b>	<b>Gegen Wiedereinschalten sichern</b>
		

Nr. 5	Nr. 3
<b>Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken</b>	<b>Spannungsfreiheit feststellen</b>
	

P 1

Tab. 3: Sicherheitsregeln bebildert

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

---

- c.) Matthias schaut sich nochmal Tab. 2 an, da er wissen möchte welche drei Sicherheitsregeln hauptsächlich für Stromunfälle verantwortlich sind. Was entdeckst du? Nenne die entsprechenden Sicherheitsregeln und ihren prozentualen Anteil.

**Sicherheitsregel 1: Freischalten (26,3 %)**

---

**Sicherheitsregel 3: Spannungsfreiheit feststellen (11,1 %)**

---

**Sicherheitsregel 5: Benachbarte, unter Spannung ... (7,0 %)**

---



- d.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... dass es in der DIN VDE 0105 fünf wichtige Sicherheitsregeln gibt.
- ... dass viele Stromunfälle entstehen, weil die Sicherheitsregel nicht eingehalten werden.
- ... dass nicht nur die Sicherheitsregeln, sondern auch deren Reihenfolge eingehalten werden muss.

Triff eine erste Einschätzung! Kennt ihr bereits die Sicherheitsregeln und auch alle sicherheitsrelevanten Bauteile, um mit der Modernisierung der Elektroinstallation in der Wohnung beginnen zu können?

<b>Ja, Sicherheitsregeln, Leitungsschutzschalter, FI-Schalter und Schmelzsicherungen sind bekannt.</b>	
<b>Nein, bisher haben wir nur die Sicherheitsregeln kennengelernt.</b>	<b>X</b>



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen



#### Teilziel 1.1 hast du schon geschafft!

Du hast die fünf Sicherheitsregeln kennengelernt. Schau dir die Aufgaben zu „Teilziel 1.1 – Die fünf Sicherheitsregeln“ mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			



### Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter

Lasko schaut sich interessiert Abb. 5 an, auf dem das Bauteil zum **Freischalten** zu sehen ist, das ihr auch in Teilziel 1.1 im Aufgabenteil b.) auf S. 8 gesehen habt. Er fragt Herr Pfennig, ob dies eines der Bauteile ist, die man aus Sicherheitsgründen kennen muss?

Herr Pfennig nickt und erklärt: „Das ist ein **Leitungsschutzschalter**. Er gehört zu den **Überstromschutz**einrichtungen, d. h. er schützt Verteilungen, Leitungen und Geräte vor zu großem Strom und somit vor **thermischer Überlastung**.“



Abb. 5: LS-Schalter

**L-Anmerkung:** Die Inhalte bei Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter (S. 11 ff.) gehen nicht auf den Aufbau des LS-Schalters ein, sondern fokussieren dessen Funktion und Anwendung. Ggf. den Aufbau im Unterricht behandeln, z. B. wenn im vorliegenden Lernheft auf die unterschiedlichen Auslösemechanismen eingegangen wird. Hier bieten sich auch Versuche an.

- a.) Ellen muss etwas schmunzeln und meint, dass es ja ein ganz schöner Aufwand wäre, wenn man in einem Schaltplan jedes Mal das komplette Bild eines Leitungsschutzschalters zeichnen müsste. Estelle entgegnet, dass es dafür bestimmt ein Schaltsymbol gibt.

Hilf den beiden und notiere im nachstehenden Feld das Schaltsymbol.

I2: Wenn du das Schaltsymbol für einen Leitungsschutzschalter nicht kennst, schau im Sachwortverzeichnis des TBB unter „Schaltzeichen“. **Beachte:** Du musst ggf. etwas blättern und findest das Schaltsymbol bei den Schaltzeichen für Installationschaltpläne.

Bezeichnung	Schaltsymbol
Leitungsschutzschalter	

12

- b.) Vithushan fragt Herrn Pfennig, ob denn alle Leitungsschutzschalter gleich wären. Herr Pfennig lächelt und schüttelt den Kopf. Er sagt: „Schau mal in deinem TBB und sag mir, welche **Auslösecharakteristiken** es allein schon gibt!“

13

I3: Schau direkt im Sachwortverzeichnis bei „Leitungsschutzschalter“, da du seine Ausführungen an einer anderen Stelle findest wie das Schaltsymbol.

### Auslösecharakteristik A, B, C, D, E und K

Klaus weiß, dass in seiner Wohnung hauptsächlich Licht- und Steckdosenkreise vorkommen. Welche Auslösecharakteristik ist hierfür von Relevanz?

### Auslösecharakteristik „B“ (Leitungsschutz, haupts. Steckdosenkreise)

- c.) Ari hat derweil entdeckt, dass auf dem Leitungsschutzschalter im Stromkreisverteiler („Sicherungskasten“) von Klaus bestimmte Angaben stehen (siehe Abb. 6, S. 12). Er weiß nicht, was die Abkürzungen bedeuten. Hilf ihm und ordne sie den richtigen Begriffen zu.

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen



Abb. 6: Angaben LS-Schalter

I 4

I4: Suche im Sachwortverzeichnis des FKB nach „Leitungsschutzschalter“ und ermittle dann die relevanten Abkürzungen.

<b>Auslösecharakteristik</b>	<b>B</b>
<b>Bemessungsstrom</b>	<b>16 A</b>
<b>Bemessungsschaltvermögen</b>	<b>6000 A</b>
<b>Energiebegrenzungsklasse</b>	<b>3</b>

- d.) Vithushan hakt noch einmal nach und meint: „Wenn nicht alle Leitungsschutzschalter gleich sind, muss es Unterschiede geben. Worin liegen diese?“

Du unterstützt Vithushan. Ermittle einen der Hauptunterschiede und zwar den der Bemessungsstromstärke. Welche unterschiedlichen Bemessungsstromstärken gibt es für Leitungsschutzschalter ab 16 A aufsteigend?

I 5

I5: Du findest die Werte ebenfalls im FKB, wenn du bei den Angaben zum Leitungsschutzschalter nachliest.

**16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A**

- e.) Vithushan ist über die Vielzahl überrascht und würde gerne wissen, wie man denn hier den Überblick behalten soll. Schließlich hätte ja jeder Leitungsschutzschalter ein anderes Verhalten.

Klaus stimmt dem nicht zu und meint sich zu erinnern mal etwas von „**Auslösekennlinien**“ gehört zu haben, die einheitlich für alle Leitungsschutzschalter gelten.

Herr Pfennig nickt und zeigt euch Abb. 7 (S. 13). Leider hat die Grafik von Herrn Pfennig einige Kaffeeflecken abbekommen. Ermittle über das TBB die fehlenden Angaben und ergänze sie in Abb. 7.

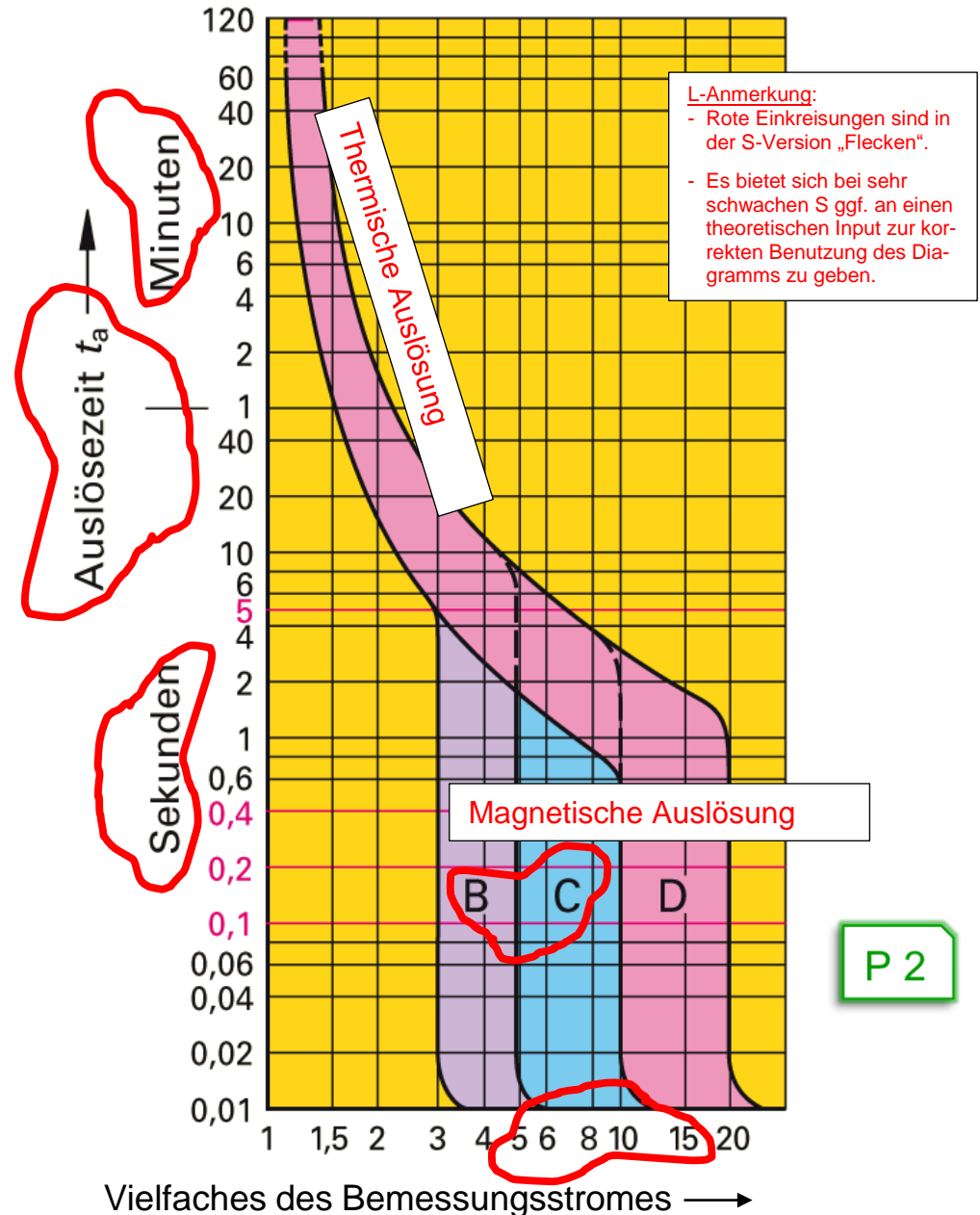


Abb. 7: Auslösekennlinien der gängigen LS-Schalter mit Auslösecharakteristik B, C & D

f.) Vithushan merkt an, dass Abb. 7 ganz schön kompliziert aussieht. Herr Pfenig erklärt euch deshalb die Details.

„Das Besondere an einem LS-Schalter ist, dass er zwei Auslösemechanismen besitzt:

- eine **thermische Auslösung**, die bei einer zu großen Stromstärke durch die dabei entstehende Erwärmung auslöst (Bimetall erwärmt sich).
- eine **magnetische Auslösung**, die auslöst, wenn ein Kurzschluss auftritt (Schlagbolzen, der den Stromkreis freischaltet).

Mit welcher Auslösung ein Leitungsschutzschalter freischaltet hängt von der Größe des Stromes ab, der durch ihn fließt und von der Kürze der Zeit, mit welcher dieser Strom ansteht.“

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

- g.) Schau dir Abb. 7 an. Mache eine horizontale Linie bei 0,4 Sekunden. Zwischen welchen beiden Werten (Vielfaches des Bemessungsstromes) liegen die in Klaus Wohnung eingesetzten Leitungsschutzschalter mit der Auslösecharakteristik „B“.

#### Zwischen dem 3- und 5-fachen Bemessungsstrom.

Ab Erreichen welcher Stromflusshöhe muss der Leitungsschutzschalter spätestens nach  $t = 0,4$  s magnetisch abschalten?

**Spätestens nach  $5 * 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$**

**L-Anmerkung:**  
0,4 Sekunden, da dies nach DIN VDE 0100-410 (vom Juni 2007) als Abschaltzeit bei Endstromkreisen bis 32 A und einer Spannung von  $120 \text{ V} \leq U \leq 230 \text{ V}$  vorgeschrieben ist. Das TT-System wird hier nicht thematisiert (0,2 Sekunden).



Wenn du nochmal eine Erklärung zum Aufbau des Diagramms mit den Auslösekennlinien (vgl. Abb. 7, S. 13) haben möchtest, findest du dazu Angaben im Kapitel Grundlagen 1 – Leitungsschutzschalter (S. 87).

- h.) Herr Pfennig erklärt, dass ihr in Teilaufgabe g.) soeben den Stromfluss ausgerechnet habt, bei dem der Leitungsschutzschalter spätestens nach 0,4 Sekunden magnetisch auslösen muss, wenn er die Auslösecharakteristik B hat.

Der Bereich vor dem 3-fachen Bemessungsstrom ist bei Auslösecharakteristik B hingegen der Bereich, der zu thermischen Auslösung gehört.

Was würde passieren, wenn Klaus in seiner Wohnung zwei Wasserkocher so betreiben würde, dass bei einem B16A-Leitungsschutzschalter das 1,5-fache seines Bemessungsstromes fließt?

**Der Leitungsschutzschalter geht in die thermische Abschaltung.**

**Er löst nach ca. 1 Minute aus und schaltet den Stromkreis ab.**



Wenn du Übungsaufgaben zu den Auslöseströmen und -zeiten eines Leitungsschutzschalters bei thermischer und magnetischer Auslösung machen möchtest, kannst du dies in Kap. Übungsaufgabe 1 – Leitungsschutzschalter, S. 93 tun.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

- i.) Lasko fragt, welche Abschaltzeiten denn eigentlich generell eingehalten werden müssen, da in Abb. 7 (S. 13) mehrere waagrechte Linien mit unterschiedlichen Zeitangaben zu sehen sind. Herr Pfennig zeigt euch Tab. 4. Er erklärt, dass es in der Wohnung von Klaus ein TN-Netz gibt.

System	120 V < U <sub>0</sub> ≤ 230 V		230 V < U <sub>0</sub> ≤ 400 V	
	AC	DC	AC	DC
TN	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s
TT	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s

Tab. 4: Abschaltzeiten im TN- und TT-Netz

#### Abkürzungen:

U<sub>0</sub> ... Nennspannung zwischen Außenleiter und Erde

TN ... Terre Neutre (Netzform)

TT ... Terre Terre (Netzform)

AC ... Alternating Current (Wechselspannung)

DC ... Direct Current (Gleichspannung)

Hilf Lasko und notiere, welche Nennwechselspannung im Niederspannungsnetz in Deutschland herrscht.

$$U_0 = 230 \text{ V}$$

Welche Mindestabschaltzeit muss bei dieser Nennwechselspannung und der vorliegenden Netzform in Deutschland bzw. der Wohnung von Klaus eingehalten werden?

$$t = 0,4 \text{ s}$$



Im Kapitel Grundlagen 2 – Netzformen und ihre Unterschiede (S. 89) wird dir nochmal erläutert, welche gängigen Netzformen es im elektrotechnischen Bereich der Niederspannungsversorgung in Deutschland gibt.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

---

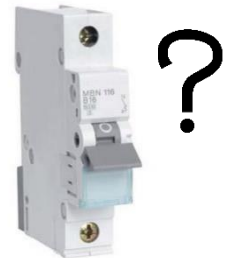


j.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... dass ein Leitungsschutzschalter thermisch und magnetisch auslösen kann.
- ... wie das Diagramm der Auslösekennlinien für Leitungsschutzschalter anzuwenden ist.
- ... welche Abschaltzeiten (mit einem Leitungsschutzschalter) in einem TN-Netz eingehalten werden müssen.

Triff eine zweite Einschätzung! Kennt ihr bereits die Sicherheitsregeln und auch alle sicherheitsrelevanten Bauteile, um mit der Modernisierung der Elektroinstallation in der Wohnung beginnen zu können?

<b>Ja, Sicherheitsregeln, Leitungsschutzschalter, FI-Schalter und Schmelzsicherungen sind bekannt.</b>	
<b>Nein, bisher haben wir nur die Sicherheitsregeln und den Leitungsschutzschalter kennengelernt.</b>	<b>X</b>



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



### Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter hast du geschafft!

Du hast den Leitungsschutzschalter kennengelernt. Schau dir die Aufgaben zu „Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter“ mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			
g.)			
h.)			
i.)			
j.)			



### Teilziel 1.3 – Fehlerstromschutzschalter

„Obwohl ihr bereits die wichtigen fünf Sicherheitsregeln und auch den Leitungsschutzschalter kennt, gibt es noch weitere sicherheitsrelevante Bauteile, die von Bedeutung für die Wohnung von Klaus sind“, erklärt euch Herr Pfennig. Eines davon ist der Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) der Englisch „Residual Current Protective Device“ heißt und daher auch mit RCD abgekürzt wird.

- a.) Herr Pfennig hat bei seinem Werkzeug bereits die relevanten Bauteile dabei. So auch einen Fehlerstromschutzschalter. Er zeigt euch die wichtigsten äußeren Merkmale (siehe Abb. 8).

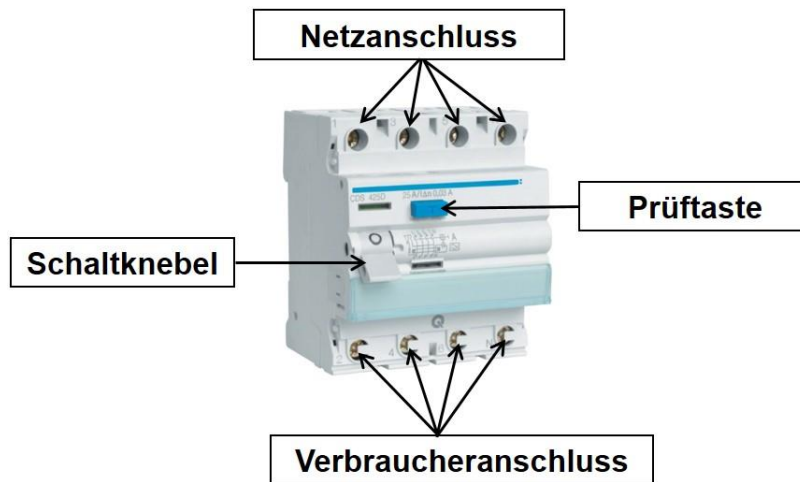


Abb. 8: Fehlerstromschutzschalter (RCD), äußere Merkmale

- b.) Ellen erinnert sich an den Leitungsschalter aus Teilziel 1.2 (ab S. 11) den ihr bereits kennt. Sie fragt, wie das Schaltsymbol des Fehlerstromschutzschalters aussieht? Hilf ihr und skizziere das Schaltsymbol.

P 3

Bezeichnung	Schaltsymbol
Fehlerstromschutzschalter	

- c.) Ellen hat den Fehlerstromschutzschalter von Herrn Pfennig genauer unter die Lupe genommen und darauf die beiden Angaben 40 A und  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$  entdeckt (siehe Abb. 9). Unterstütze Ellen bei der Recherche zur Bedeutung der Angaben und notiere das Ergebnis im Antwortfeld.



Abb. 9: Angaben auf RCD

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

Angabe	Erklärung...
40 A	<b>Bemessungsstrom des RCD, mit dem dieser dauerhaft belastet werden darf.</b>
$I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$	<b>Bemessungsdifferenzstrom bei dem der RCD abschaltet.</b>

L-Anmerkung: FKB S. 336 (27. Auflage, 2009) & TBB S. 203 (24. Auflage, 2011)

I6: Im TBB findest du die relevanten Angaben, wenn du im Sachwortverzeichnis nach „Differenzstromgeräte“ suchst.

16

- d.) Ellen möchte wissen, welche Bemessungsdifferenzströme es denn noch gibt. Notiere in aufsteigender Reihenfolge die fehlenden Angaben in mA.

$I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$
$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
$I_{\Delta n} = 100 \text{ mA}$
$I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$
$I_{\Delta n} = 500 \text{ mA}$

- e.) Welche drei gängigen Bemessungsströme kannst du ermitteln?

$I = 25 \text{ A}$
$I = 40 \text{ A}$
$I = 63 \text{ A}$

- f.) Ari fragt, warum Herr Pfennig für die Wohnung von Klaus einen FI-Schalter mit einem Bemessungsdifferenzstrom von  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$  geplant hat? Herr Pfennig zeigt euch hierfür einen zusammengefassten Auszug aus der DIN VDE 0100-410.

Fehlerstromschutzschalter mit Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$  sind nach DIN VDE 0100-410 für folgende Betriebsmittel vorzusehen:

- Steckdosenstromkreise mit einem Bemessungsstrom bis maximal 20 A, die für die Benutzung durch elektrotechnische Laien bestimmt sind.
- Tragbare Betriebsmittel im Außenbereich mit Bemessungsstrom bis 32 A.

Ausnahmen:

- Steckdosen, die durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen ständig überwacht werden.
- Steckdosen, die für den Anschluss nur eines bestimmten Betriebsmittels bestimmt sind.

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

Welches der genannten Betriebsmittel trifft auf die Wohnung von Klaus zu?  
Schreibe für Ari die richtige Antwort auf.

**Steckdosenstromkreise mit einem Bemessungsstrom bis maximal 20 A,  
die für die Benutzung durch elektrotechnische Laien bestimmt sind**

**Im Detail: es sind LS-Schalter B16 A in der Wohnung von Klaus verbaut  
(siehe Abb. 6, S. 12)**

- g.) Herr Pfennig ergänzt außerdem, dass ein FI-Schalter in ganz bestimmten Räumen vorgeschrieben ist. Welcher Raum davon ist für die Wohnung von Klaus von Bedeutung?

**Das Badezimmer.**

- h.) Muhamed weiß nun, warum Herr Pfennig einen Fehlerstromschutzschalter mit 40 A Bemessungsstrom und einem Bemessungsdifferenzstrom von  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$  ausgewählt hat. Ihm ist jedoch noch nicht klar, wie ein Fehlerstromschutzschalter überhaupt funktioniert.

Erkläre ihm in wenigen Worten die prinzipielle Funktionsweise eines Fehlerstromschutzschalters.

17

**Ein Fehlerstromschutzschalter überprüft den zu- und abfließenden Strom. Ab einem festgelegten Unterschied löst er aus.**

**Wichtig: Er löst nicht aus, wenn beide Ströme gleich groß sind.**

**Daher immer auch durch Einbau von LS-Schalter vor Überlast schützen.**

L-Anmerkung: Ggf. mit S zusammen Funktionsprinzip über das FKB besprechen, da im Sachwortverzeichnis des FKB mehrere mögliche Seiten angegeben sind und für schwache S das Ermitteln der relevanten Inhalte problematisch sein könnte. Außerdem hier thematisieren, dass ein reiner RCD bei Überstrom nicht abschaltet.

I7: Recherchiere im FKB nach dem Funktionsprinzip eines Fehlerstromschutzschalters. Suche dazu im Sachwortverzeichnis nach „Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen“.

P 4

- i.) Estelle fragt in die Runde, wie es denn mit der Abschaltzeit wäre, innerhalb der ein Fehlerstromschutzschalter ausschalten muss. Vithushan weiß sofort, dass ihr diese Zeit bereits in Kap. Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter aus Tab. 4 (S. 15) ermittelt habt.

L-Anmerkung: Anzumerken ist, dass auch ein LS-Schalter bei 5-fachem Bem.-Strom bei  $t \leq 0,2 \text{ s}$  auslöst, auch wenn nur 0,4 s gefordert sind.

Herr Pfennig gibt zu bedenken, dass dies nur die allgemein einzuhaltende Abschaltzeit im TN-Netz ist und beim Einbau eines Fehlerstromschutzschalters dieser bauteilbedingt sogar nach der Hälfte der Zeit abschalten muss.

Welche Abschaltzeit muss ein FI-Schalter daher mindestens einhalten?

**Eine Abschaltzeit von mindestens 0,2 Sekunden**

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

- j.) Herr Pfennig erklärt zudem: „Bei einem Wechselfehlerstrom, der den vorliegenden Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  des RCD in der Wohnung von Klaus um das 5-fache übersteigt, muss der RCD sogar innerhalb von  $0,04 \text{ s}$  abschalten.“

Gib an welchem Fehlerstrom das entspricht.

**$I_{\Delta n} = 150 \text{ mA}$**

- k.) Muhamed hat inzwischen die T-Taste auf dem Fehlerstromschutzschalter entdeckt. Er weiß, dass diese irgendwie mit dem Prüfen des Fehlerstromschutzschalters zusammenhängen muss, kann sich jedoch nicht mehr an die Prüffristen erinnern. Greif ihm etwas unter die Arme und notiere diese.

In stationären Anlagen...	<b>mind. alle 6 Monate</b>
In nicht stationären Anlagen...	<b>jeden Tag</b>



- l.) Vithushan merkt an, dass der FI-Schalter im Prinzip dem Leitungsschutzschalter aus Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter (S. 11) irgendwie ähnlich sieht. Er versteht nicht so ganz, weshalb man ihn dann überhaupt benötigt. Hilf Vithushan, indem du nachstehend die richtigen Antworten für den Leitungsschutzschalter und den Fehlerstromschutzschalter ankreuzt und so die Unterschiede deutlich machst.

Ein Leitungsschutzschalter dient ...

... dem Bestandsschutz...	<input type="checkbox"/>
... dem Personenschutz...	<input type="checkbox"/>
... dem Leitungsschutz...	<input checked="" type="checkbox"/>



... indem er verhindert, dass ein zu großer Stromfluss für eine unerlaubte Erwärmung der Leitung und somit Beschädigung der Kunststoffisolation führt. Er kann dies realisieren, da er eine...

... thermische...	<input checked="" type="checkbox"/>
... jahreszeitabhängige...	<input type="checkbox"/>
... druckabhängige...	<input type="checkbox"/>

... Auslösung besitzt, die relativ langsam anspricht, wenn der tatsächliche Strom den erlaubten Bemessungsstrom allmählich überschreitet. Für den Kurzschlussfall dient hingegen seine ...

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

... wohnungsgrößenabhängige...	
... magnetische...	X
... temperaturabhängige...	

... Auslösung, wofür der Leitungsschutzschalter in 400 ms (bis 230 V) bzw. 200 ms (bis 400 V) Sekunden abschalten muss.

Der Fehlerstromschutzschalter (RCD) den Herr Pfennig in der Wohnung seines Sohnes Klaus verbauen möchte, besitzt zwar ebenfalls eine Auslösung, die auf Magnetismus beruht, er begrenzt im vorliegenden Fall jedoch nicht(!) den Strom, sondern löst dann aus, wenn aufgrund eines Fehlerstroms die zu- und abfließenden Ströme ...

... gleich groß sind.	
... doppelt so groß sind.	
... mit ihrer Differenz den Bemessungsdifferenzstrom übersteigen.	X



Mit seinem Bemessungsdifferenzstrom von  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$  wird er für...

... den Verteilerkastenschutz...	
... den Personenschutz...	X
... den Leitungsschalterschutz...	

... eingesetzt. Sein Ansprechverhalten ist hierbei schneller als das des Leitungsschutzschalters, d. h. er löst bereits nach...

... 20 ms...	
... 200 ms...	
... 40 ms...	X

P 5

... aus, wenn ein Wechselstromfehler existiert der 5-mal so groß ist wie der Bemessungsdifferenzstrom von  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$ .

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

---



m.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... welche äußeren Merkmale ein FI-Schalter besitzt.
- ... welche Bemessungsangaben auf ihm abgebildet sind.
- ... bei welchen Betriebsmitteln FI-Schalter eingesetzt werden.
- ... dass ein FI-Schalter für das Bad von Klaus vorgeschrieben ist.
- ... welches Funktionsprinzip der FI-Schalter hat.
- ... welche gängigen Bemessungsströme und Bemessungsdifferenzströme bei FI-Schaltern vorkommen.
- ... wie und wann die Auslösung eines FI-Schalters zu prüfen ist.
- ... welche prinzipiellen Unterschiede es zwischen einem Leitungsschutzschalter und einem FI-Schalter gibt.

Triff eine dritte Einschätzung! Kennt ihr bereits die Sicherheitsregeln und auch alle sicherheitsrelevanten Bauteile, um mit der Modernisierung der Elektroinstallation in der Wohnung beginnen zu können?

<b>Ja, Sicherheitsregeln, Leitungsschutzschalter, FI-Schalter und Schmelzsicherungen sind bekannt.</b>	
<b>Nein, bisher haben wir nur die Sicherheitsregeln, den Leitungsschutzschalter und den FI-Schalter kennengelernt.</b>	<b>X</b>



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?





#### Teilziel 1.3 hast du geschafft!

Du hast den Fehlerstromschutzschalter kennengelernt. Schau dir die Aufgaben zu „Teilziel 1.3 – Fehlerstromschutzschalter“ mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			
g.)			
h.)			
i.)			
j.)			
k.)			
l.)			
m.)			



### Teilziel 1.4 – Schmelzsicherung

Norman hat zwischenzeitlich ebenfalls einen Blick in den Stromkreisverteiler geworfen und kann sofort die dort eingebauten Leitungsschutzschalter und FI-Schalter erkennen, die ihr bereits bei Teilziel 1.2 (S. 11) und Teilziel 1.3 (S. 18) besprochen habt. Da entdeckt er ein Bauteil, das ihm bisher unbekannt ist (siehe Abb. 10). Er fragt Lasko, ob er weiß, um welches Bauteil es sich handelt.



Abb. 10: NEOZED-Schmelzsicherung

**L-Anmerkung:** Die Inhalte bei Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter (S. 11 ff.) gehen nicht auf den Aufbau des LS-Schalters ein, sondern fokussieren dessen Funktion und Anwendung. Ggf. den Aufbau im Unterricht behandeln, z. B. wenn im vorliegenden Lernheft auf die unterschiedlichen Auslösemechanismen eingegangen wird. Hier bieten sich auch Versuche an.

- a.) Lasko kann sich nur noch daran erinnern, dass es etwas mit „schmelzen“ zu tun hat und er weiß noch, wie das zugehörige Schaltsymbol aussieht (siehe Abb. 11). Hilf den beiden und notiere zum Schaltsymbol die richtige Bezeichnung.

I8: Recherchiere im Sachwortverzeichnis des TBB nach „Schaltzeichen“. Das dort abgebildete Schaltzeichen gibt dir einen Hinweis auf den richtigen Begriff. Allerdings fehlt noch ein Teil der gesamten Bezeichnung.



Abbildung	Schaltsymbol	Bezeichnung
		<b>Schmelzsicherung</b>

Abb. 11: Typ D02

I 8

**L-Anmerkung:** Es wird bei b.) bewusst nicht mit einer Impulskarte auf den Begriff hingewiesen der im Sachwortverzeichnis steht. Die S sollen selbstständig recherchieren, ggf. mit unterstützenden Hinweisen durch den Lehrer.

- b.) Estelle fragt, ob man hier auch unterschiedliche Bemessungsstromstärken unterscheiden kann, so wie bei den LS-Schaltern und FI-Schaltern. Gemeinsam recherchiert ihr im FKB. Notiere die gängigen Bemessungsstromstärken im Bereich von 16 A bis 63 A.

16 A 20 A 25 A 35 A 50 A 63 A

P 6

- c.) Muhamed verfolgt aufmerksam, was bisher beim Teilziel 1.4 – Schmelzsicherung notiert wurde. Er meint jedoch, dass für ihn noch nicht klar ist, was Schmelzsicherungen generell absichern sollen.

Hilf ihm und notiere, was Schmelzsicherungen allgemein schützen sollen.

**Schmelzsicherungen schützen Leitungen und Geräte vor zu hohem Strom (Stichwort: Wärme!) bzw. vor einem Kurzschluss.**

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

- d.) Klaus fragt, ob man eine Schmelzsicherung auch dazu verwenden kann, um einen Fehlerstromschutzschalter abzusichern. Da dieser ja nicht einfach abschaltet, wenn er über seinem Bemessungsstrom betrieben wird. Das habt ihr ja bereits bei Teilziel 1.3 – Fehlerstromschutzschalter im Aufgabenteil I.) auf S. 21 gelernt. Sein Vater, Herr Pfennig, nickt.

Er fragt euch: „Was für eine Bemessungsstromstärke für die Schmelzsicherung würdet ihr denn wählen, wenn ihr einem FI-Schalter mit einem Bemessungsstrom von 40 A absichern wollt? Ihr habt ja bereits bei Aufgabenteil b.) auf S. 25 mögliche Bemessungsstromstärken benannt.“

Gewählte Bemessungsstromstärke
<b>35 A</b>

I9: Den Begriff der „Selektivität“ findest du auch im FKB, wenn du im Sachwortverzeichnis recherchierst.

- e.) Ellen hat derweil von Vithushan erzählt bekommen, dass bei Sicherungen die „**Selektivität**“ gewährleistet sein muss. Was hat Vithushan damit wohl gemeint? Was meinst du dazu?

I9

Betrachte als Hilfestellung auch Abb. 12 mit der Fehlerquelle auf der rechten Seite.

**In der Praxis werden Überstromschutzeinrichtungen hintereinander also in Reihe geschaltet. Selektivität beschreibt das Verhalten, dass bei einem Fehlerfall nur die dem Fehler direkt vorgeschaltete Sicherung abschalten darf.**

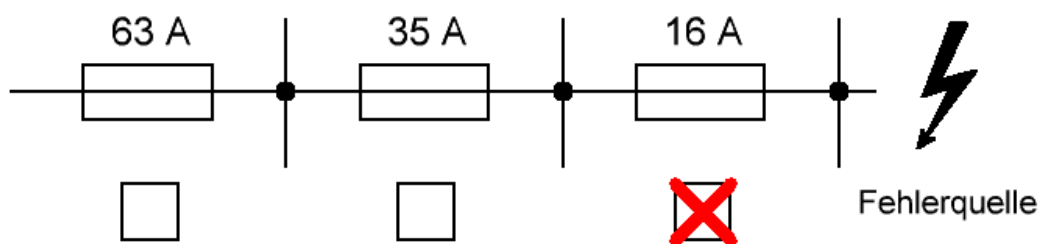


Abb. 12: Darstellung der Selektivität

- f.) Mache ein Kreuz bei der einzigen Sicherung in Abb. 12, die auslösen darf, wenn Selektivität gewährleistet sein soll.

P7

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 1 – Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen

---

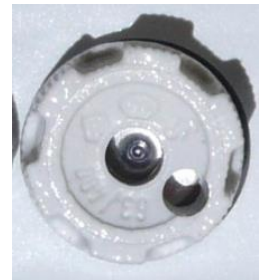


g.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... welches Schaltsymbol eine Schmelzsicherung besitzt.
- ... dass es unterschiedliche Bemessungsstromstärken bei Schmelzsicherungen gibt.
- ... dass Schmelzsicherungen für den Leitungs- und Geräteschutz eingesetzt werden.
- ... wie man die Bemessungsstromstärke einer Schmelzsicherung einem FI-Schalter anpassen kann.
- ... was man unter dem Begriff der Selektivität versteht.

Triff eine vierte Einschätzung! Kennt ihr bereits die Sicherheitsregeln und auch alle sicherheitsrelevanten Bauteile, um mit der Modernisierung der Elektroinstallation in der Wohnung beginnen zu können?

<b>Ja, Sicherheitsregeln, Leitungsschutzschalter, FI-Schalter und Schmelzsicherungen sind bekannt.</b>	<b>X</b>
<b>Nein, bisher haben wir nur die Sicherheitsregeln, den Leitungsschutzschalter und den FI-Schalter kennengelernt.</b>	



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



#### Teilziel 1.4 hast du geschafft!

Du hast die Schmelzsicherungen kennengelernt. Schau dir die Aufgaben zu „Teilziel 1.4 – Schmelzsicherung“ mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			
g.)			



### Ziel 2 – Planung der Installation

Für die normgerechte Ausführung einer Elektroinstallation ist eine genaue Planung unablässig. Hierfür müssen Vorgaben bzgl. des Aufbaus einer Verteilung sowie unterschiedliche Schaltplanarten bekannt sein. Ebenso die in den Schaltplänen vorkommenden Betriebsmittel. Mindestens genauso wichtig, ist das Wissen zu Charakteristiken unterschiedlicher Installationsschaltungen. Dies alles vor dem Hintergrund der in Ziel 1 (S. 7) gelernten Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen.



Herr Pfennig hat für die Wohnung von Klaus einen **Installationsschaltplan** von Bad und Flur mitgebracht. Dieser wird im Grundrissplan der Wohnung so dargestellt, wie die Elektroinstallation geplant ist (siehe Abb. 13).

Herr Pfennig legt Wert darauf, dass ihr unterschiedliche **Schaltpläne** und **Schaltungen** kennt, um die bestehende Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus **erweitern** zu können.

Gemeinsam macht ihr euch ans Werk den Plan zu analysieren.

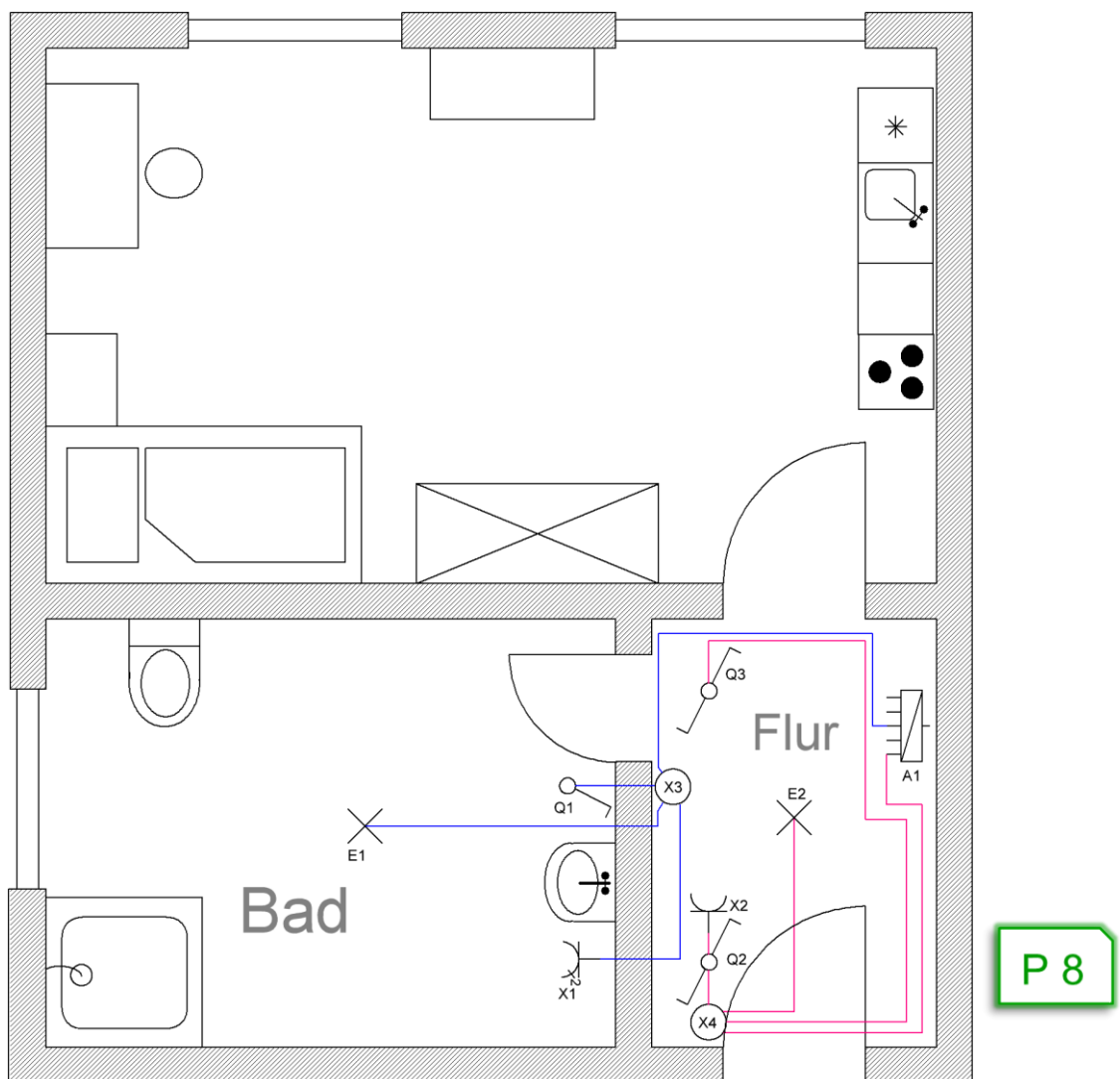


Abb. 13: Installationsschaltplan der Wohnung von Klaus



### Teilziel 2.1 – Unterschiedliche Installationsschaltpläne

Herr Pfennig erklärt euch, dass man im Installationsschaltplan die Position der Betriebsmittel und die Leitungswege erkennen kann. Die elektrischen Betriebsmittel sind mit Symbolen und Kennbuchstaben gekennzeichnet, ergänzt er. Er weist darauf hin, dass es vor der Planung wichtig ist, sich einen Überblick zu verschaffen.

**L-Anmerkung:**  
Teilziel 2.1 greift den Inhalt des Bildungsstandards „2.6.1 Grundlegende Schaltplanarten für die Installationstechnik unterscheiden und anwenden“ auf.

- a.) Matthias hat sich den Installationsschaltplan in Abb. 13 inzwischen neugierig angeschaut. Er schlägt vor, zunächst einmal die wichtigsten Schaltsymbole im Bad zu ermitteln. Die anderen stimmen zu, da auch ihnen nicht alle Schaltsymbole auf Anhieb bekannt sind.

Verbinde die Symbole in Abb. 14, wie im Beispiel zu sehen, miteinander. Wenn Du nochmal schauen möchtest, wo die Symbole im Installationsschaltplan vorkommen, schau in Abb. 13 (S. 29) nach.

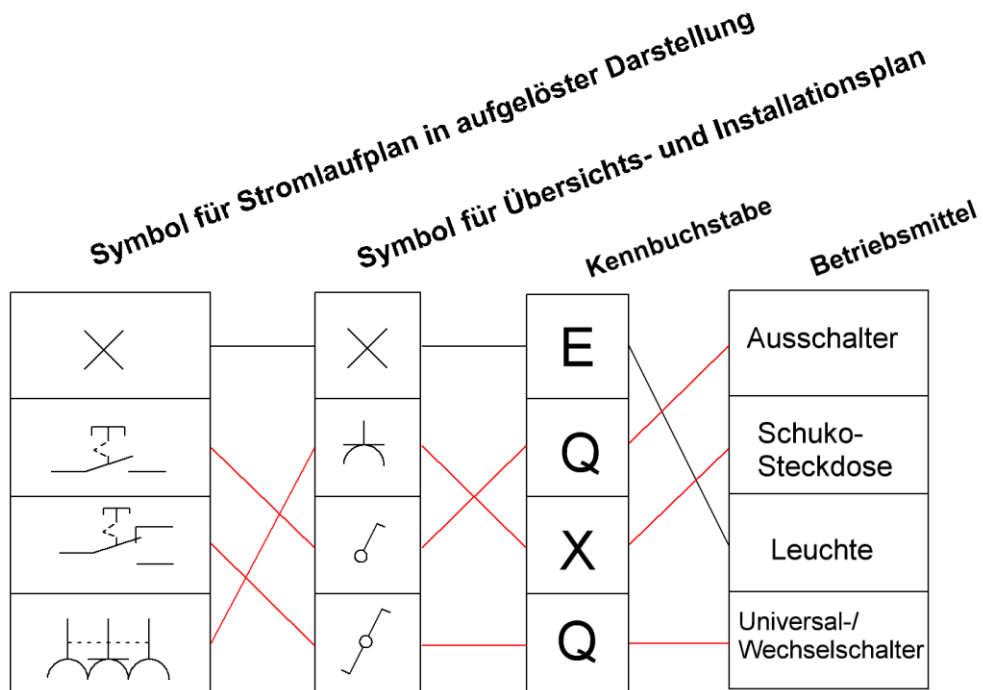


Abb. 14: Schaltsymbole, Kennbuchstaben und Bezeichnung von Betriebsmitteln



Wenn du nochmal nachschlagen möchtest, welche unterschiedlichen Schaltplanarten es gibt, kannst du dies im Kapitel Grundlagen 4 (S. 90) machen. Relevant sind für Teilziel 2.1 die ersten beiden Formen bei den Grundlagen im Anhang.

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

- b.) Ari hat in den Unterlagen von Herrn Pfennig einen weiteren Plan gefunden (siehe Abb. 15). Dieser sieht etwas anders aus, als der Installationsschaltplan, der im Grundrissplan in Abb. 13 (S. 29) eingetragen ist. Er fragt Herrn Pfennig, warum das so ist.

Herr Pfennig erklärt: „Die Darstellung der Installationsschaltungen im Grundrissplan kann etwas verwirrend sein, deshalb wird oft der **Übersichtsschaltplan** gewählt, wie in Abb. 15 zu sehen ist. Hier wird zwar auf den Grundriss verzichtet, es ist aber zu erkennen, wie die Leitungen zu verlegen sind. Bei der Planung trägt der Elektroniker die tatsächlich benötigten Aderzahlen in den Plan ein. Der Planer gibt dabei nicht an, welche Leitung verlegt werden soll, sondern nur wie viele Adern mindestens benötigt werden.“

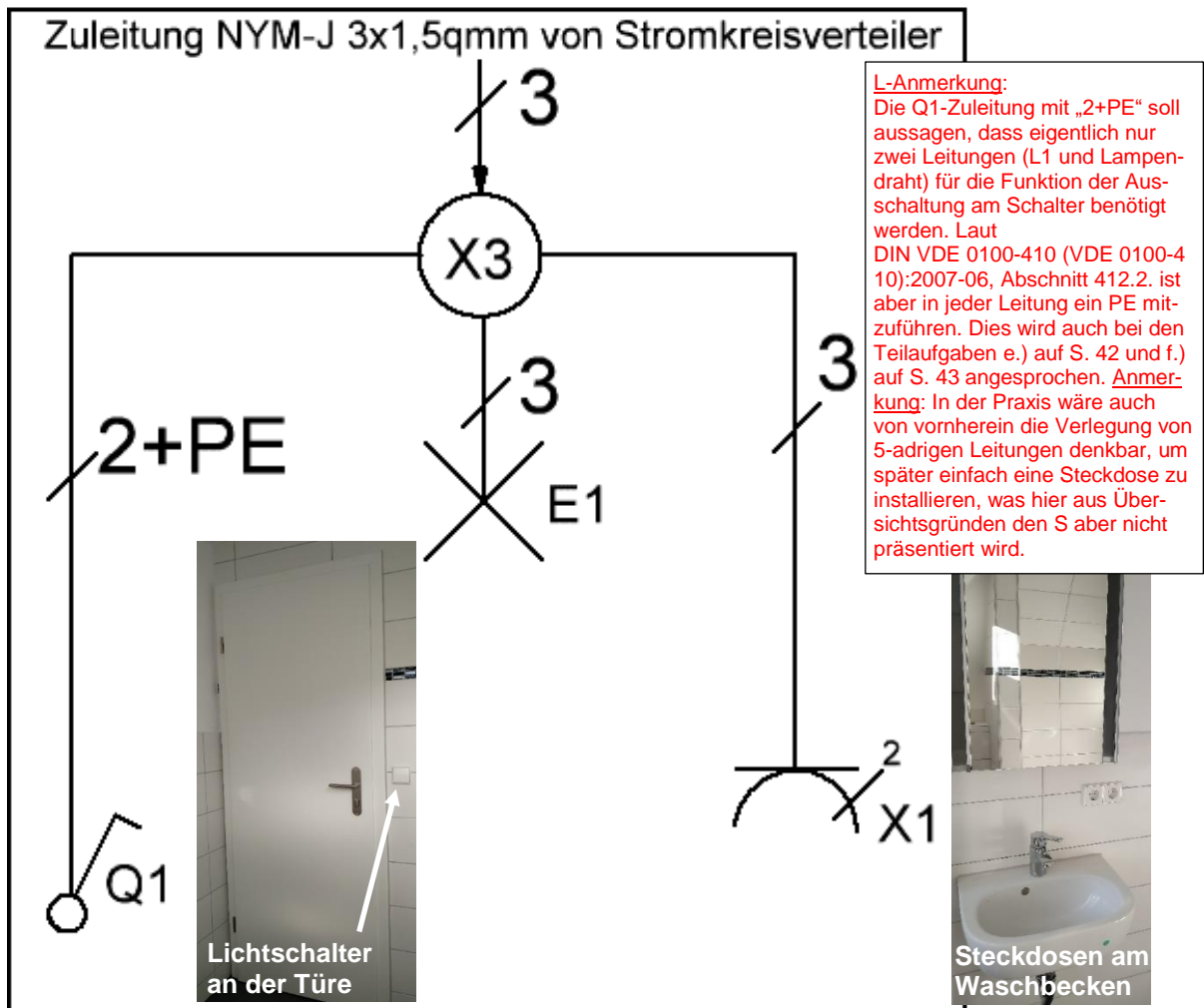


Abb. 15: Übersichtsschaltplan der Installationsschaltung im Bad

- c.) Ari ist nun neugierig. Er möchte wissen für welchen Raum der Übersichtsschaltplan in Abb. 15 gilt?

Hilf Ari und vergleiche dazu Abb. 15 mit dem Grundrissplan in Abb. 13. Notiere dann den Raum. **Hinweis:** Als Hilfestellung sind im Übersichtsschaltplan in Abb. 15 Fotos eingefügt, welche zeigen, wie die Installation von Lichtschalter und Steckdose im fertigen Zustand aussehen könnte.

**Schalter Q1, Steckdose X1, Lampe E1 => Badezimmer**



## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

Herr Pfennig lobt euch für die bisher gut laufende Planung und sagt: „Wie ihr bei den Fotos im Übersichtsschaltplan in Abb. 15 sehen könnt, dürfen Schalter und Steckdosen nicht willkürlich angebracht werden. Es müssen Abstände und Höhen berücksichtigt werden. Die elektrischen Leitungen dürfen nur in bestimmten Zonen verlegt werden, den sogenannten „**Installationszonen**“. Jeder Installateur muss diese Bereiche exakt kennen, auch ihr!“

**L-Anmerkung:** Bei den Aufgabenteilen d.) bis g.) des vorliegenden „Teilziel 2.1 – Unterschiedliche Installations-schaltpläne“ dürfte eine Unterstützung durch den L in den meisten Fällen notwendig sein. Die Teilaufgaben sind relativ umfangreich und erfordern den dezidierten Einsatz des TBB. Die Installationszonen müssen bei den S einheitlich hinsichtlich der Bemaßung sein.

- d.) Abb. 16 (S. 34) zeigt eine Skizze von Wand und Decke im Bad von Klaus, an der eure Schaltung mit den Betriebsmitteln installiert werden sollen.

Schneide die Seite, auf der sich Abb. 16 befindet, an der Randmarkierung ab. Nun kannst du Abb. 16 entlang des grauen Randes ausschneiden, sodass du Decke und Bad an einem Stück hast. Wenn du die Abb. nun am Übergang Decke-Wand faltest erleichtert dir das Modell die räumliche Vorstellung.



- e.) Vithushan kann sich vorstellen, dass die Installationszonen irgendwie senkrecht und waagrecht liegen müssen.

Überprüfe dies und informiere dich über die Installationszonen für die Leitungsführung in Wohngebäuden.

I 10

I10: Den Begriff der „Installationszone“ kannst du im Sachwortverzeichnis des TBB recherchieren.

Kennzeichne mit den gewonnenen Informationen die Bereiche in Abb. 16 in denen Leitungen verlegt werden dürfen. Verwende dafür eine Schraffur, wie im nebenstehenden Muster zu sehen.



Bemaße am Ende die Breite der Installationszonen und an der Wand den Abstand von der Decke.

**L-Anmerkung:** Es geht beim Einzeichnen des Installationsleitungsverlaufs nicht(!) darum, dass jeder S exakt die gleiche Lösung hat und um das Einhalten irgendwelcher Maßstäbe. Im Vordergrund muss das Einhalten der Installationszonen stehen.

- f.) Muhamed meint, dass es für die Höhe von Schaltern und Steckdosen garantiert Vorgaben gibt. Bestätige dies, indem du die Höhe der Schalter und Steckdosen in der Skizze Abb. 16 vom Boden weg bemaßt.

- g.) Übertrage die Leitungsverbindungen aus dem Übersichtsschaltplan in Abb. 15 (S. 31) in die von dir ausgeschnittene Wandansicht in Abb. 16. Beachte dabei unbedingt die Installationszonen.

P 9

- h.) Vergiss auch nicht, bei den einzelnen Leitungsabschnitten die Anzahl der verlegten Adern zu notieren. Genauso, wie du das im Übersichtsschaltplan in Abb. 15 (S. 31) sehen kannst.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

---

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

**L-Anmerkung:** Abweichend vom Lösungsvorschlag in Teilaufgabe e.) sind in der L-Version die Installationsbereiche nicht schraffiert, sondern einheitlich farblich in grün hinterlegt.

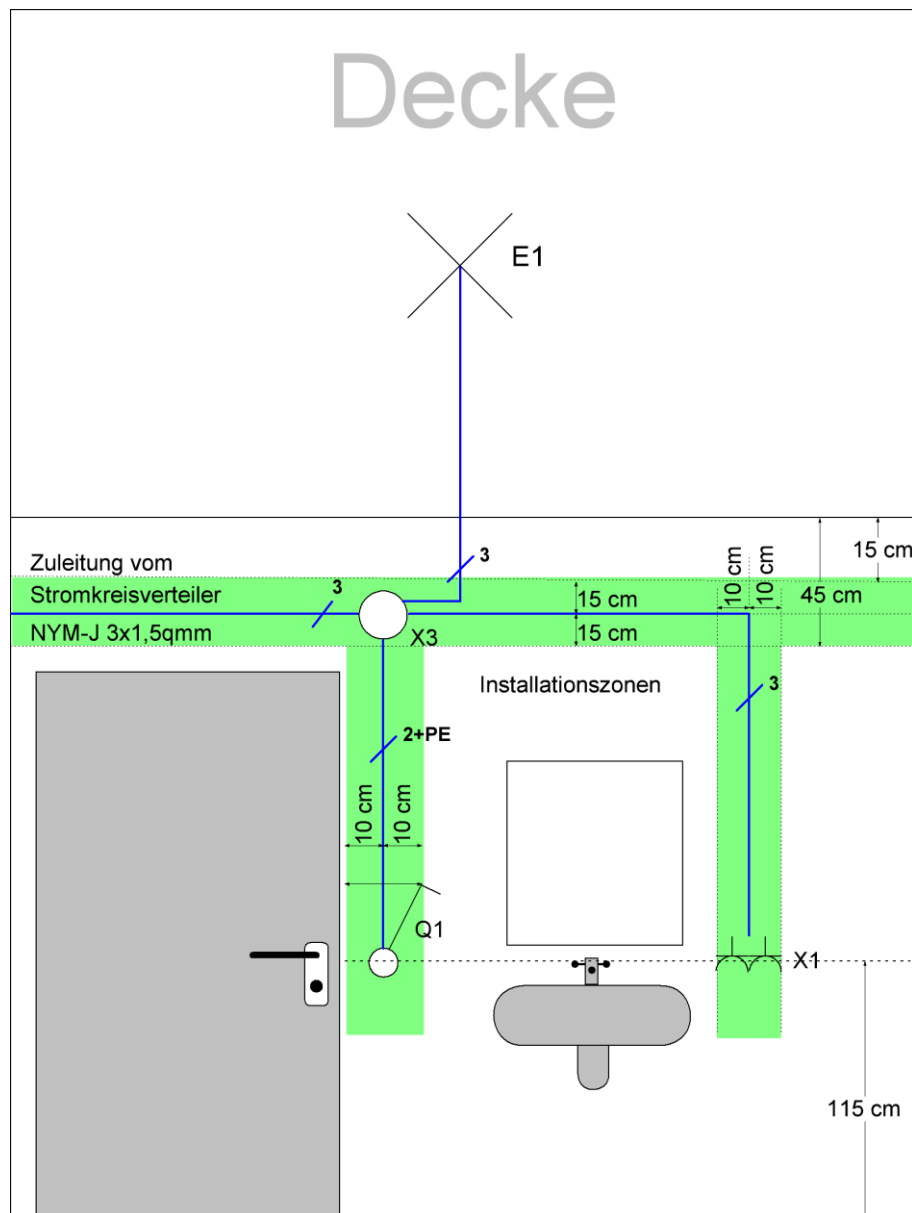
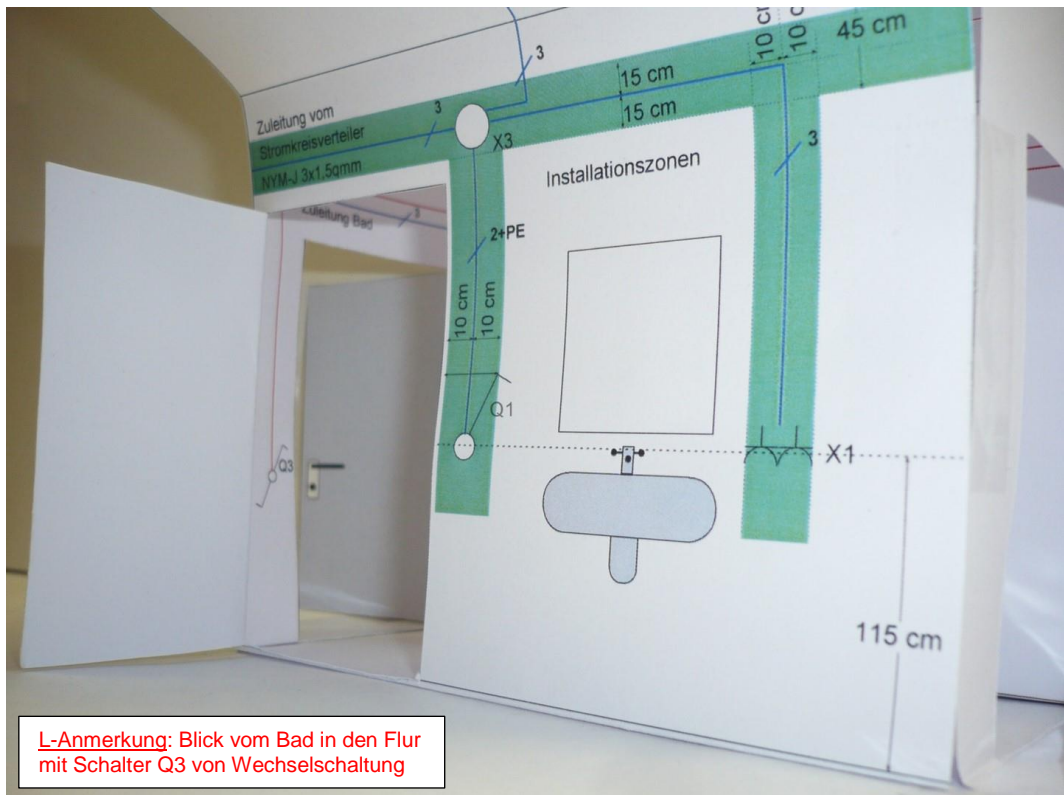
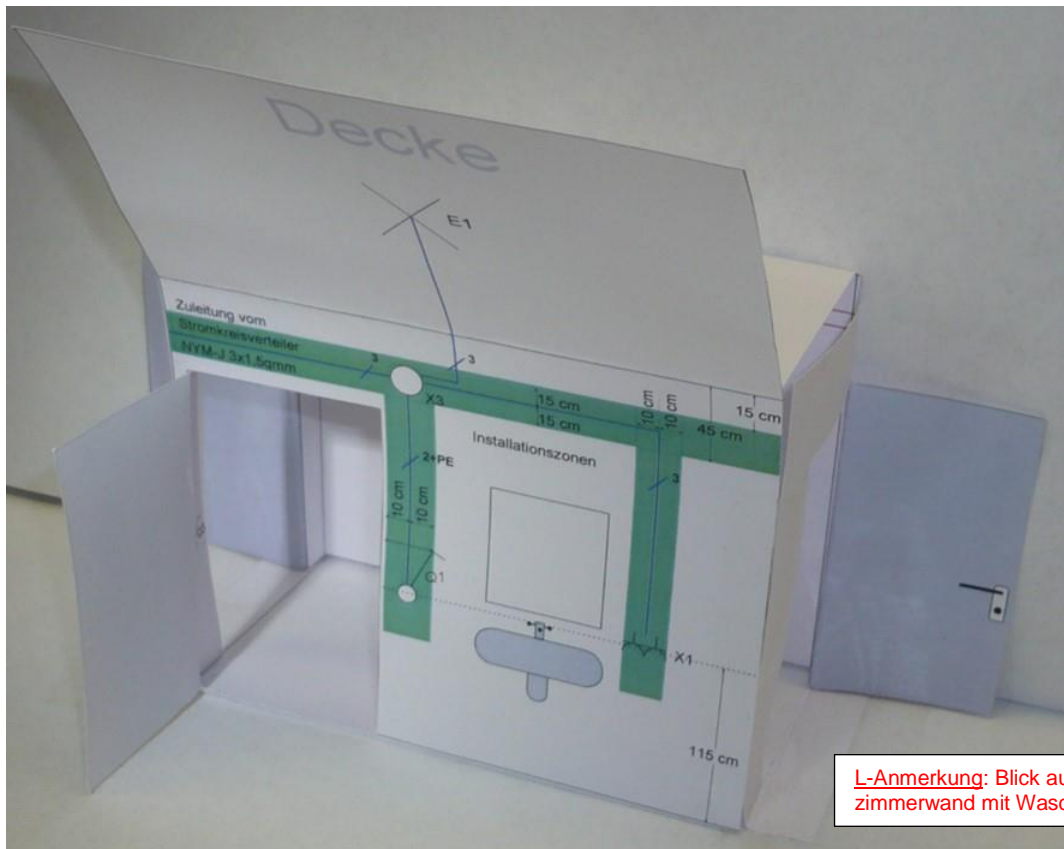


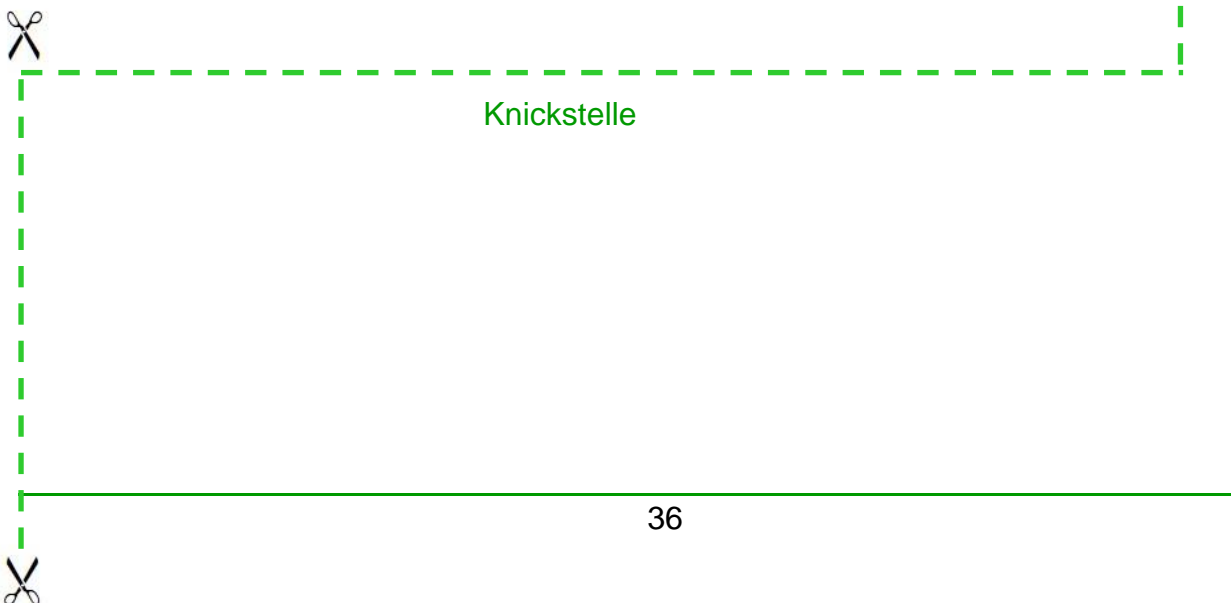
Abb. 16: Skizze der Elektroinstallation im Bad in der Wohnung von Klaus **zum Ausschneiden**

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation



**Hinweis:** Damit die von dir entworfene Skizze für die Leitungsverlegung im Bad von Klaus nicht verloren geht, kannst du auf dieser Seite eine kleine Tasche falten. Schneide dazu die Seite von unten links beginnend bis zum zweiten Scherensymbol ein und knicke dann die Ränder der Seite an den Knickstellen in die Blattmitte.



## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 2 – Planung der Installation

---

# Elektro-FIT Lernfeld 2

## Ziel 2 – Planung der Installation

I11: Recherchiere nach dem Begriff „Stromkreisverteiler“ im Sachwortverzeichnis des FKB, wenn du Unterstützung benötigst.

- i.) Ari interessiert es, ob man dem Installationsschaltplan der Wohnung von Klaus eigentlich auch entnehmen kann, wo der Stromkreisverteiler liegt?  
Suche den Stromkreisverteiler in Abb. 13 (S. 29) und kreise ihn ein, wenn du ihn gefunden hast. Wozu wird er benötigt?

**Der Stromkreisverteiler befindet sich im Flur. Die Bezeichnung ist A1.**

**Im Stromkreisverteiler kommt die Hauptzuleitung für die Wohnung an.**

**Durch die Sicherungen werden die Stromkreise auf die einzelnen**

**Zimmer und Verbraucher aufgeteilt.**



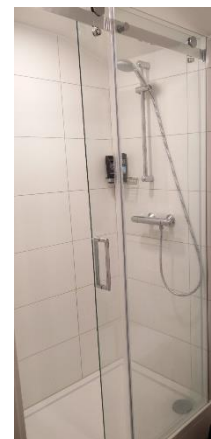
- j.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... welche Symbole in Installationsschaltplänen vorkommen können.
- ... dass der Übersichtsschaltplan eine vereinfachte, abgewandelte Form des Installationsschaltplans ist.
- ... wie man unter Einhaltung vorgegebener Installationszonen eine Elektroinstallation plant.
- ... welche Aufgabe der Stromkreisverteiler in der Wohnung von Klaus hat.

Herr Pfennig war es sehr wichtig, dass ihr unterschiedliche Installationspläne und -schaltungen kennt, um die bestehende Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus erweitern zu können.

Triff eine erste Einschätzung! Kennt ihr bereits alle **Installationsschaltpläne** und **-schaltungen** und wisst genug über die **Erweiterung von bestehenden Elektroinstallationen**, um die Installation in der Wohnung von Klaus umsetzen zu können?

<b>Ja, die elektrische Installation in der Wohnung von Klaus kann ohne Probleme vor Ort umgesetzt werden.</b>	
<b>Nein, bisher wurden nur die Grundlagen für unterschiedliche Installationspläne gelegt. Aber es fehlen noch Installationsschaltungen und die Erweiterung einer Installation.</b>	<b>X</b>



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



### Teilziel 2.1 hast du geschafft!

Du hast unterschiedliche Installationspläne und die darin vorkommenden Symbole kennengelernt. Schau dir die Aufgaben zum „Teilziel 2.1 – Unterschiedliche Installationsschaltpläne“ mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)	☹️ 😐 😊		
b.)	☹️ 😐 😊		
c.)	☹️ 😐 😊		
d.)	☹️ 😐 😊		
e.)	☹️ 😐 😊		
f.)	☹️ 😐 😊		
g.)	☹️ 😐 😊		
h.)	☹️ 😐 😊		
i.)	☹️ 😐 😊		
j.)	☹️ 😐 😊		





### Teilziel 2.2 – Grundlegende Installationsschaltungen (mit Darstellung im Stromlaufplan)

**L-Anmerkung:** Teilziel 2.2 greift den Inhalt des Bildungsstandards „2.4.2 Grundschaltungen der Installationstechnik für die Energieversorgung von Beleuchtung und Geräten planen und dokumentieren am Beispiel von Aus-, Wechsel- und Sparwechselschaltung“ auf.

Klaus ist schon ganz ungeduldig, da er möglichst schnell mit dem Umbau der Elektroinstallation in seiner zukünftigen Wohnung beginnen möchte. Sein Vater, Herr Pfennig, gibt zu bedenken, dass ihr noch nicht alle wichtigen Kenntnisse erworben habt und ihr zunächst auch Wissen zu unterschiedlichen Installationsschaltungen benötigt.

Derweil deutet Ellen auf den Installationsschaltplan in Abb. 13 (S. 29) und stellt fest, dass die Installationsschaltungen für Bad und Flur unterschiedlich sind.

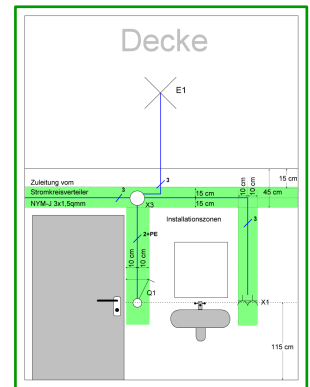
- a.) Finde zunächst heraus wie die Lampenschaltung im Bad genannt wird, die im Installationsschaltplan in Abb. 13 (S. 29) bzw. im Übersichtsschaltplan in Abb. 15 (S. 31) eingezeichnet ist.

In nebenstehender Abb. 17 siehst du hierfür den Lichtschalter im Bad und als Lösungskontrolle die Skizze aus Abb. 16, die du bei Teilziel 2.1 bereits vervollständigt hast.

Beschreibe die Funktion der Schaltung. Nenne Beispiele in welchen Räumen diese Schaltung sinnvoll ist.



Abb. 17: Lichtschalter im Bad



**AUSSCHALTUNG => Mit ihr können Verbraucher wie z. B. Leuchten ein- und ausgeschaltet werden. Die Ausschaltung ist sinnvoll in kleinen Räumen, z. B. Bad, WC, Abstellraum, Kellerraum, ...**

---

---

---

---



Wenn du dir die Merkmale der unterschiedlichen Lampenschaltungen nochmals ins Gedächtnis rufen möchtest, schau bei Grundlagen 5 – Lampenschaltungen in der Installationstechnik (S. 91) nochmal nach.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

- b.) Wie Ellen schon festgestellt hat, weicht die Installation im Flur vom Bad ab. Um welche Lampenschaltung handelt es sich im Flur?

Beschreibe in den nachstehenden Antwortzeilen die Funktion der Schaltung und nenne Beispiele, in welchen Räumen diese Schaltung generell sinnvoll ist.

Du siehst dafür in Abb. 18 auf der linken Seite die Badezimmertür von außen, rechts davon die Wohnzimmertür und dazwischen einen der beiden Lichtschalter im Flur.



Abb. 18: Flur mit Lichtschalter

**WECHSELSCHALTUNG => Mit ihr können Verbraucher, wie z.B. Leuchten von 2 Bedienstellen aus unabhängig voneinander ein- und ausgeschaltet werden. Die Wechselschaltung ist sinnvoll in Durchgangsräumen wie Flure, Gänge, Windfang, aber auch in Räumen in denen mehrere Schaltstellen gewünscht sind z. B. Schlafräume, Räume mit Balkon, Wohnzimmer, Kinderzimmer, ...**

- c.) Während du, Ellen und die anderen die unterschiedlichen Lampenschaltungen in Bad und Flur analysiert habt, hat Norman ein wenig in den Unterlagen geblättert, die Herr Pfennig mitgebracht hat.

Ihm ist der Schaltplan für das Bad in Abb. 19 (S. 42) aufgefallen, den er nicht kennt. Hilf ihm und kreuze an, um welche Darstellungsform es sich handelt.

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung.	
Übersichtsschaltplan.	
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung.	X
Installationsschaltplan.	

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



Vergiss nicht, dass du dir die Merkmale unterschiedlicher Lampenschaltungen nochmals ins Gedächtnis rufen kannst, wenn du bei Grundlagen 5 – Lampenschaltungen in der Installationstechnik (S. 91) nachschaust.

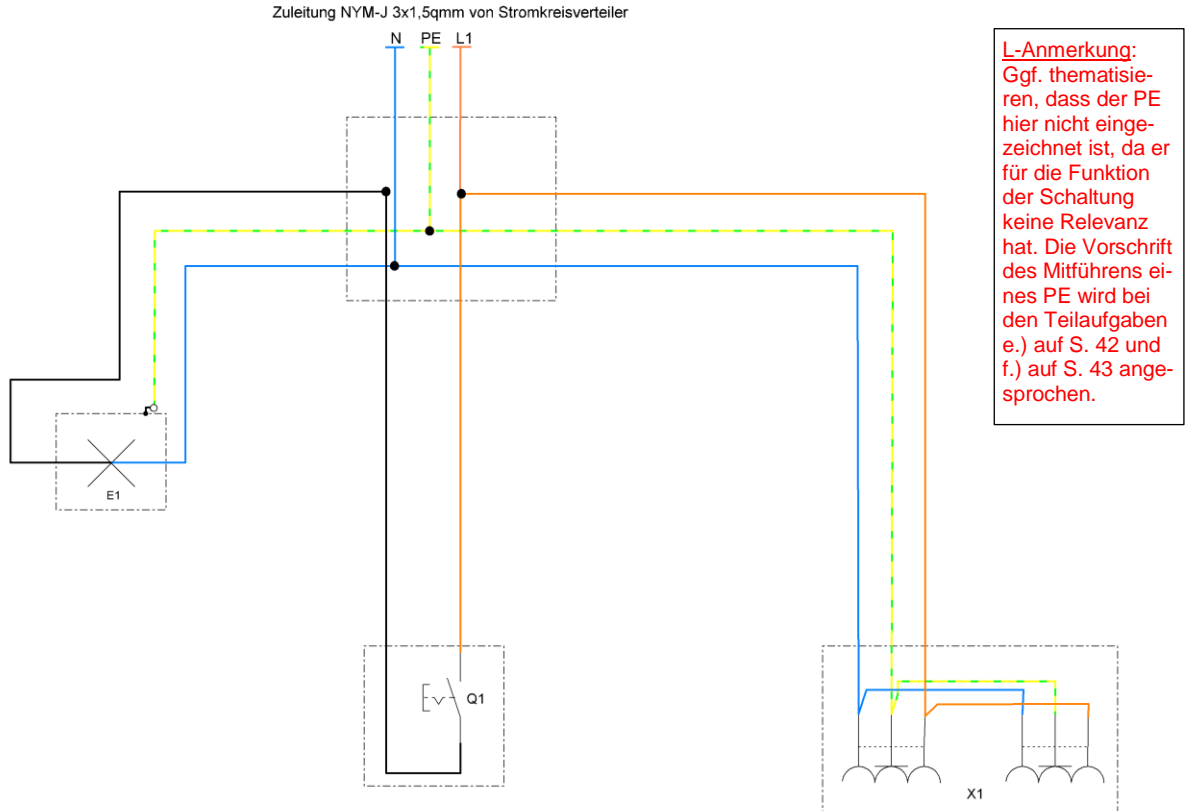


Abb. 19: Stromlaufplan des Badezimmers in zusammenhängender Darstellung

- d.) Analysiere die Schaltung genau und weise den folgenden Begriffen die richtige Aderfarbe zu. Norman hat bereits dem Neutralleiter die Farbe hellblau zugeordnet. Ergänze die anderen Felder.

<b>Stromführender Leiter ... L1</b>	<b>braun</b>
<b>Neutralleiter ... N</b>	<b>hellblau</b>
<b>Schutzleiter ... PE</b>	<b>grün/gelb</b>
<b>Schaltdraht / Lampendraht</b>	<b>schwarz</b>

- e.) Matthias ist aufgefallen, dass in Abb. 19 zum Schalter Q1 nur 2 Drähte gehen. Er merkt an, dass im Übersichtsschaltplan in Abb. 15 (S. 31) etwas anderes hinsichtlich der Aderangaben steht. Notiere die Angabe von dort.

**2 + PE**

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

- f.) Was meinst du, hat es mit dem Schutzleiter (PE) auf sich, obwohl dieser keinen Einfluss auf die Funktion der Schaltung hat? Begründe!

I 12

**In jeder Zuleitung ist ein PE mitzuführen, auch wenn nur Geräte mit SK II betrieben werden sollen. Somit enthält die Leitung zum Schalter nicht nur den Lampendraht und den Außenleiter L1, sondern auch den Schutzleiter (PE).**

- g.) Herr Pfennig erklärt euch, dass der **Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung** aus Abb. 19 (S. 42) auf den ersten Blick etwas verwirrend sein kann. Deshalb gibt es noch den **Schaltplan in aufgelöster Darstellung**.

Dabei wird auf Gehäuse und räumliche Anordnung verzichtet und nur die Schaltung dargestellt. In dieser Darstellung kann man leicht die Funktionsweise einer Schaltung erkennen.

Erstelle anhand des Planes in zusammenhängender Darstellung, einen Schaltplan in aufgelöster Darstellung.

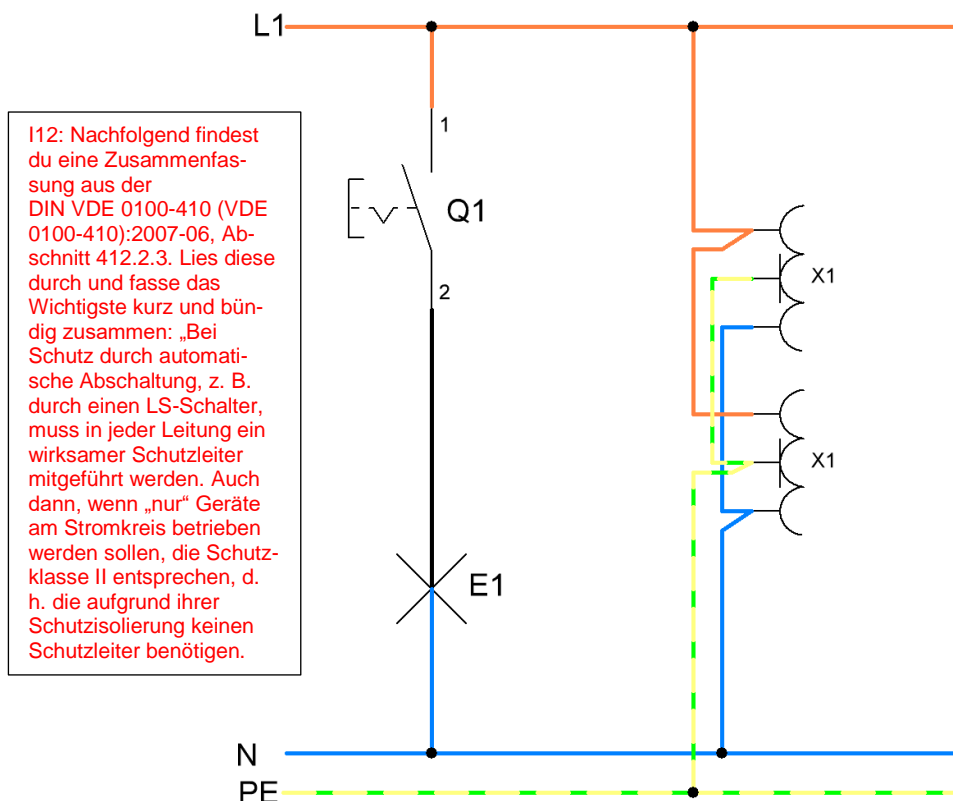


Abb. 20: Stromlaufplan des Badezimmers in aufgelöster Darstellung

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

- h.) Muhamed ist sich zwar nicht ganz sicher, meint aber, dass es vom Flur eigentlich auch einen Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung geben müsste. Du stimmst ihm sofort zu und ihr findet diesen in den Unterlagen von Herrn Pfennig (siehe Abb. 21).

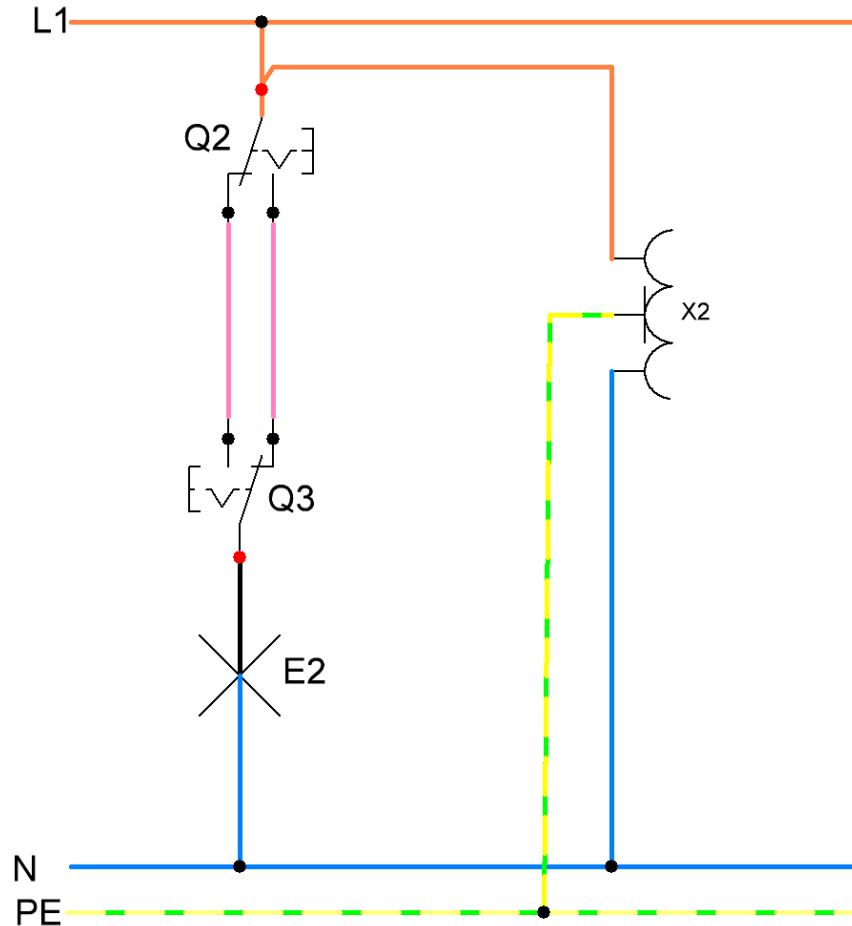


Abb. 21: Stromlaufplan des Flures in aufgelöster Darstellung

- i.) Ihr analysiert die Schaltung. Weise dafür den einzelnen Aderfarben die richtigen Leitungsbezeichnungen zu.

braun	<b>Stromführender Leiter ... L1</b>
hellblau	<b>Neutralleiter ... N</b>
rosa	<b>Korrespondierende</b>
grün/gelb	<b>Schutzleiter ... PE</b>
schwarz	<b>Schalt draht / Lampendraht</b>

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

# Elektro-FIT Lernfeld 2

## Ziel 2 – Planung der Installation

**L-Anmerkung:** Die 5-adrige Zuleitung zu Q3 wird hier bewusst gewählt, da dies aus Kostengründen und Praxistauglichkeit häufig der Fall ist. Zudem ist die Zuleitung für Teilziel 2.3 – Bestehende Elektroinstallationen erweitern in Aufgabenteil f.), S. 55 von Bedeutung, da hier die Wechselschaltung zur Sparwechselschaltung umgebaut werden soll.

j.) Muhamed hat in den Unterlagen von Herrn Pfennig weitergesucht, da er für die Wechselschaltung im Flur wissen möchte, wie der Schaltplan in zusammenhängender Darstellung aussieht. Leider hat Herr Pfennig diesen aber nicht dabei. Herr Pfennig empfiehlt euch den Plan einfach selbst zu zeichnen.

Nimm als Hilfestellung am besten den Übersichtsschaltplan des Flures in Abb. 22 der in den Unterlagen zu finden war. Auch die Hinweise der Impulskarte können wichtig für dich sein.

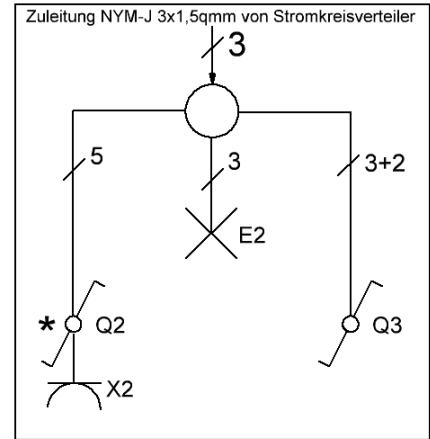


Abb. 22: Übersichtsschaltplan der Installationsschaltung im Flur

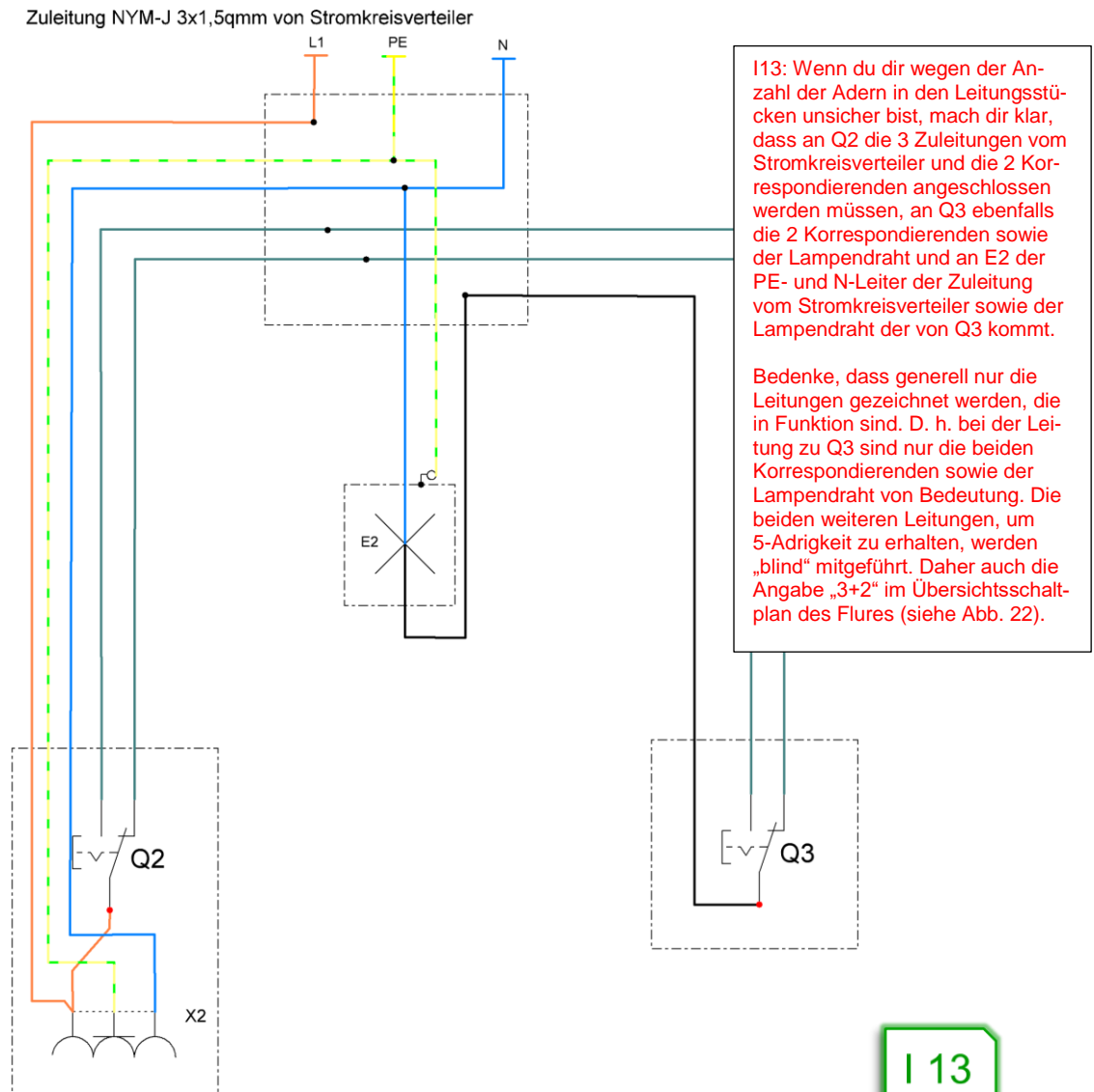


Abb. 23: Stromlaufplan des Flures in zusammenhängender Darstellung

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

I 13

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

---

- k.) Bestimmt ist dir bereits aufgefallen, dass im Übersichtsschaltplan in Abb. 22 (S. 45), abgesehen von der 3-adrigen Zuleitung des Stromkreisverteilers und vom Leitungsstück zu Q3, keine Angaben zur (Gesamt-)Aderanzahl in den einzelnen Leitungsstücken gemacht werden.

Notiere mithilfe des Stromlaufplanes in zusammenhängender Darstellung (Abb. 23) neben den zwei verbliebenen Querstrichen die entsprechende Anzahl an Adern.

- l.) Nun habt ihr alle nötigen Informationen, um auch in der Skizze vom Flur die Leitungsverlegung zu planen.

Skizziere dazu in Abb. 24 (S. 48) die Leitungen im Wand- und Deckenbereich des Flures unter Einhaltung der Installationszonen, welche du bereits bei der Skizze der Installation im Bad in Abb. 16 (S. 34) berücksichtigt hast.

- m.) Klaus wendet ein, dass ihr in der Skizze des Bades in Abb. 16 (S. 34) auch die Anzahl der Adern an den einzelnen Leitungsstücken notiert habt. Ergänze dies auch für den Flur in Abb. 24 (S. 48), falls noch nicht geschehen.



Wenn du eine Übungsaufgabe zu einer weiteren Lampenschaltung machen möchtest, schau im Kapitel Übungsaufgabe 2 – Vertiefung zu Lampenschaltungen auf S. 93 nach.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

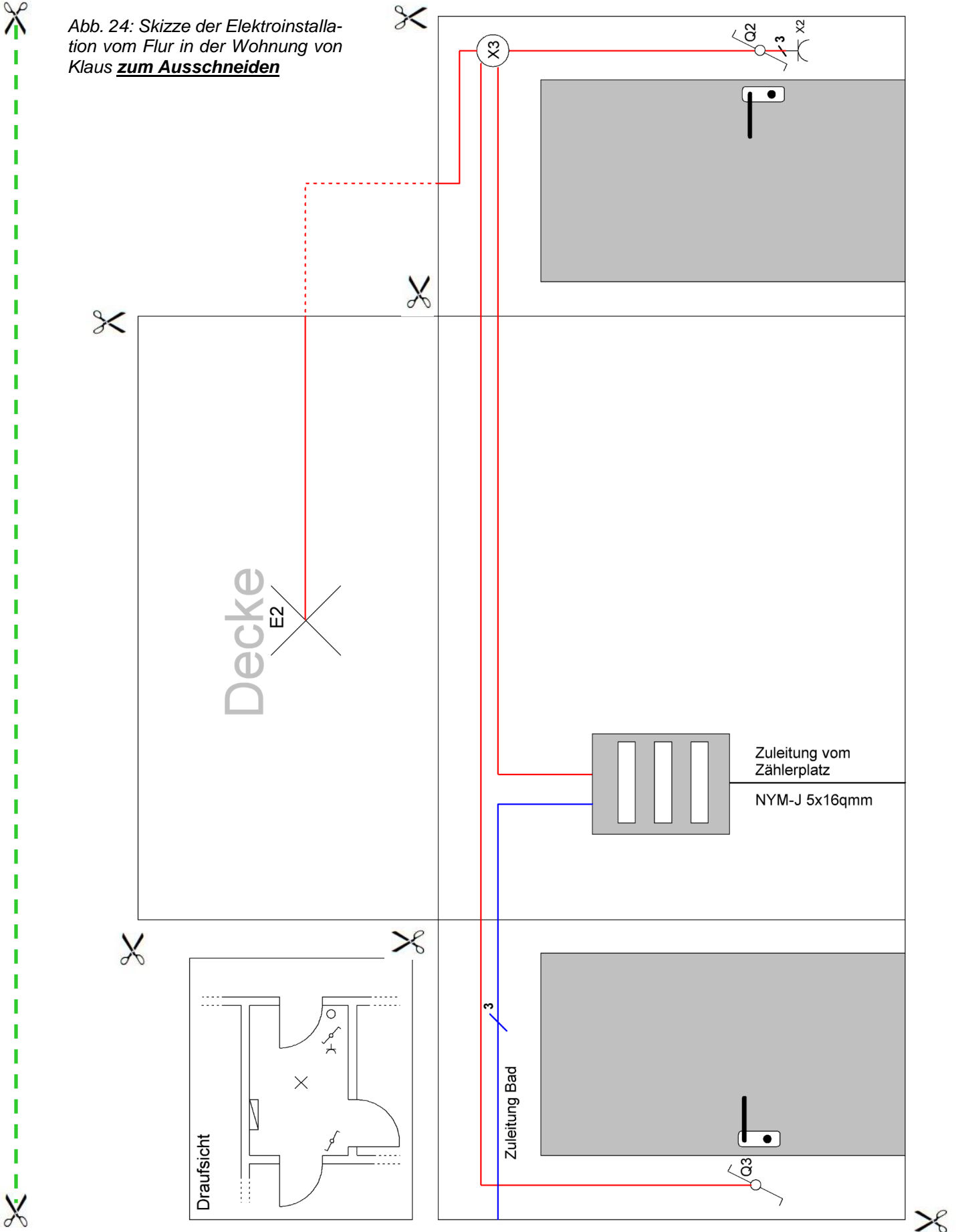
---



# Elektro-FIT Lernfeld 2

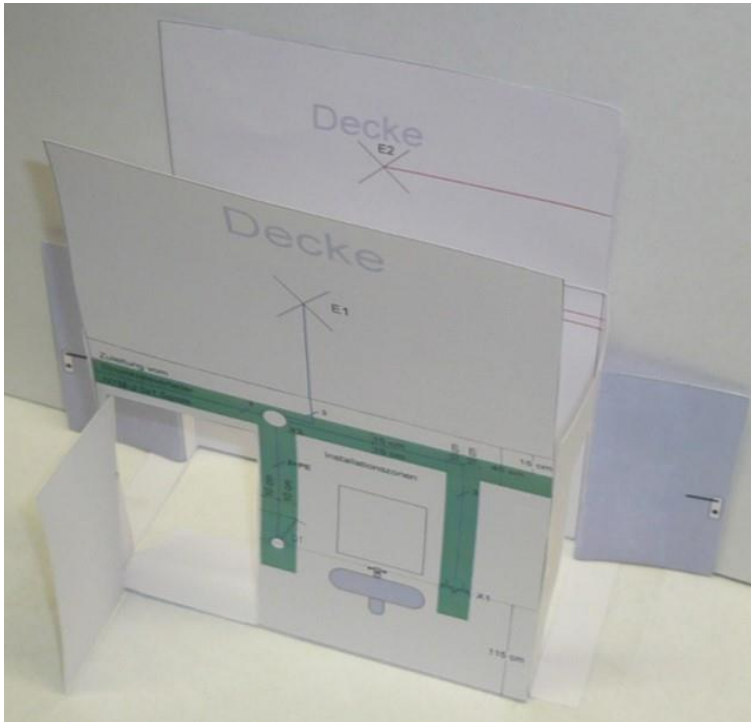
## Ziel 2 – Planung der Installation

Abb. 24: Skizze der Elektroinstallation vom Flur in der Wohnung von Klaus **zum Ausschneiden**

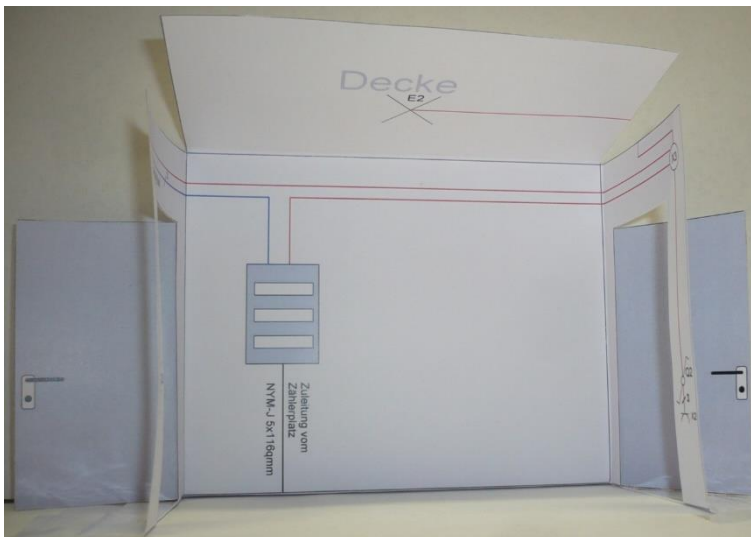


# Elektro-FIT Lernfeld 2

## Ziel 2 – Planung der Installation



**L-Anmerkung:** Gesamtes Modell von Bad und Flur



**L-Anmerkung:** Blick in den Flur, ohne Wand & Decke vom Badezimmer



**L-Anmerkung:** Blick in den Flur der Wohnung, vom Eingang aus



**L-Anmerkung:** Blick in den Flur der Wohnung, vom Wohnzimmer aus

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

---

**Hinweis:** Damit die von dir entworfene Skizze für die Leitungsverlegung im Flur von Klaus nicht verloren geht, kannst du auf dieser Seite eine kleine Tasche falten. Schneide dazu die Seite von unten links beginnend bis zum zweiten Scherensymbol ein und knicke dann die Ränder der Seite an den Knickstellen in die Blattmitte.



Knickstelle

50

Knickstelle

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 2 – Planung der Installation

---

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

---



n.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... welche grundlegenden Lampenschaltungsarten es gibt, z. B. die Ausschaltung oder die Wechselschaltung.
- ... dass es unterschiedliche Stromlaufpläne gibt, z. B. den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung oder in aufgelöster Darstellung.
- ... wie man anhand vorhandener Pläne, z. B. dem Übersichtsschaltplan, weitere Schaltungen ableiten kann, z. B. einen Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung.
- ... die Verlegung der Leitungen im Flur der Wohnung von Klaus zu planen und in eine Skizze des Flures einzuzeichnen.

Herr Pfennig war es sehr wichtig, dass ihr unterschiedliche Installationspläne und -schaltungen kennt, um die bestehende Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus erweitern zu können.

Triff eine zweite Einschätzung! Kennt ihr bereits alle **Installationsschaltpläne** und **-schaltungen** und wisst genug über die **Erweiterung von bestehenden Elektroinstallationen**, um die Installation in der Wohnung von Klaus umsetzen zu können?

Ja, die elektrische Installation in der Wohnung von Klaus kann ohne Probleme vor Ort umgesetzt werden.	
Nein, bisher wurden nur die Grundlagen für unterschiedliche Installationspläne und -schaltungen gelegt. Die Erweiterung einer Installation fehlt noch.	X



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



### Teilziel 2.2 hast du geschafft!

Du hast die Aufgaben zu „Teilziel 2.2 – Grundlegende Installationsschaltungen (mit Darstellung im Stromlaufplan)“ bearbeitet. Schau dir die Aufgaben zusammen mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)	☹️ 😐 😊		
b.)	☹️ 😐 😊		
c.)	☹️ 😐 😊		
d.)	☹️ 😐 😊		
e.)	☹️ 😐 😊		
f.)	☹️ 😐 😊		
g.)	☹️ 😐 😊		
h.)	☹️ 😐 😊		
i.)	☹️ 😐 😊		
j.)	☹️ 😐 😊		
k.)	☹️ 😐 😊		
l.)	☹️ 😐 😊		
m.)	☹️ 😐 😊		
n.)	☹️ 😐 😊		



### Teilziel 2.3 – Bestehende Elektroinstallationen erweitern

Das Erweitern bestehender Anlagen ist nicht immer ohne Probleme möglich. Vor dem Hintergrund gegebener Vorschriften ist jede Erweiterung sorgfältig abzuwägen.

Mindestens ebenso bedeutsam ist das Finden von Fehlern in elektrischen Installationen, da diese in vielen Fällen Gefahr für Leib und Leben bedeuten können.



Abb. 25: Beispiel für einen relativ alten Stromkreisverteiler

- a.) Lasko hat sich die Pläne für die Wohnung von Klaus in Abb. 13 (S. 29) angeschaut. Ihn interessiert, ob man bei einer Erweiterung der Elektroinstallation die Anzahl der Stromkreise vernachlässigen kann.

Herr Pfennig entgegnet sofort: „Laut DIN 18015-2 ist für Wohngebäude eine Mindestanzahl an Stromkreisen, d. h. Leitungsschutzschaltern, für Steckdosen und Beleuchtung vorgeschrieben. Zusätzlich sind für besondere Verbrauchsmittel über 2 kW eigene Stromkreise vorzusehen. Ebenso für Nebenräume.“

Ermittle die Mindestanzahl an Stromkreisen für die Wohnung von Klaus ohne Berücksichtigung von Sondergeräten.

I14: Die exakten Angaben, die in der DIN 18015-2 zur Anzahl der Stromkreise, Steckdosen, etc. gemacht werden, findest du, wenn du im Sachwortverzeichnis des TBB nach „Stromkreis“ suchst. Du kannst auch das FKB verwenden.

Wohnfläche	ca. 35 m <sup>2</sup>
Anzahl Stromkreise	≥ 3

I 14

- b.) Lasko fügt hinzu, dass damit ja nur die vereinfachte Anzahl der Stromkreise geklärt wurde. Offen ist noch die Anzahl der **Steckdosen** (☺), **Auslässe (Y-Auslass)** und **Anschlüsse für Sondergeräte (AG)** in jedem Raum.

Überprüfe, welche Räume der Wohnung die Normvorgaben erfüllen.

Raum	☺	Y-Auslass	AG	Normvorgabe ...
Flur (bis 3 m)	1	1	-	... erfüllt
Wohnzimmer (12 bis 20 m <sup>2</sup> )	4	1	-	... erfüllt
Kochnische	5	2	4	... erfüllt
Bad (> 4 m <sup>2</sup> )	3	2	0	... nicht erfüllt!

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation

---

- c.) Matthias hat sich nochmals den Installationsplan der Wohnung angesehen (Abb. 13, S. 29). Ihm ist aufgefallen, dass ein Raum die Vorgaben nach DIN 18015-2 nicht erfüllt.

Um welchen Raum geht es? Was könnte man tun, um das Problem zu lösen?

**Es geht um das Badezimmer. Man könnte als Lösung eine dritte Steckdose neben dem Waschbecken setzen.**

---

- d.) Estelle erkennt, dass eine Kochnische nach DIN 18015-2 **vier Anschlüsse für Sondergeräte** benötigt. Im Installationsplan in Abb. 13 (S. 29) ist jedoch nur ein Sondergerät eingezeichnet, das eine Leistung deutlich über 2 kW besitzt (bei entsprechender Ausführung ca. 7,5 kW). Um welches Sondergerät handelt es sich?

**Es handelt sich um den Elektroherd.**

---

- e.) Estelle ergänzt, dass sich im Vergleich zu Aufgabenteil b.) auf S. 54 durch das Sondergerät eigentlich die Anzahl der Stromkreise verändern müsste. Kreuze an auf welche Mindestanzahl sie sich verändert!

<b>2 Stromkreise</b>	
<b>5 Stromkreise</b>	
<b>4 Stromkreise</b>	<b>X</b>

- f.) Herr Pfennig hat zu der von euch erstellten Planung für die Wohnung bereits die entsprechenden Materialien besorgt, z. B. 3- bzw. 5-adrige Leitungstypen, Schalter und Steckdosen. Sie liegen in seinem Auto.

Da kommt Klaus die Idee, dass er im Flur gerne eine Änderung hätte. Im wäre es viel lieber, wenn er auch beim Schalter Q3 eine Steckdose hätte. Herr Pfennig entgegnet sofort, dass das nicht so einfach ist. Ihr überprüft, was der Grund dafür ist!

Notiere zunächst mithilfe deines Übersichtsschaltplan der Installationsschaltung für den Flur (Abb. 22, S. 45) die Anzahl der Adern pro Leitungstück.

Zwischen der 3-adrigen Zuleitung vom Stromkreisverteiler und...

... Q2	<b>5</b>	<b>Adern</b>
... E2	<b>3</b>	<b>Adern</b>
... Q3	<b>3+2</b>	<b>Adern</b>



I15: Du siehst in deinem Stromlaufplan des Flures in zusammenhängender Darstellung, dass L1 zu Q2 gelegt wird und zu Q3 nur der Lampendraht geht, welcher die Lampe an- und ausschaltet, je nachdem, welcher Korrespondierende stromführend ist. Überlege, was mit der Steckdose an Q3 passieren würde, wenn man sie auch an den Lampendraht anschließt?

I 15

- g.) Betrachte nun deinen Stromlaufplan des Flures in zusammenhängender Darstellung, den du in Abb. 23 (S. 45) entworfen hast. Beschreibe die eintretenden Folgen, wenn man am Schalter Q3 eine Steckdose anbringt.

**Bei der vorhandenen Wechselschaltung wird an einen Schalter der stromführende Leiter angeschlossen und am anderen der Lampendraht. Würde man eine Steckdose an diesem Schalter anschließen würde sie mit der Lampe an- und ausgehen.**

- h.) Du spürst, dass Klaus die zweite Steckdose im Flur sehr wichtig ist und auch Herr Pfennig bemerkt dies. Da hat Herr Pfennig eine Idee! Zu Q3 ist ja bereits eine 5-adrige Leitung geplant worden, sodass momentan 2 Adern ohne Funktion sind (siehe Abb. 22, S. 45). Herr Pfennig kennt eine Erweiterung zu einer Wechselschaltung für Lampen, bei der zwei Steckdosen realisiert werden können, wenn 5-adrige Leitungen verlegt werden.

Norman hat hierfür auch schon einen entsprechenden Übersichtsschaltplan und einen Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung gefunden (siehe Abb. 26 und Abb. 27). Leider fällt Norman der richtige Begriff für diese Art der Lampenschaltung gerade nicht ein.

Notier den Namen dieser Lampenschaltung. Beschreibe ihre Funktion!

**Es handelt sich um die Sparwechselschaltung.**

**Funktion: Bei der Sparwechselschaltung liegt an beiden Schaltern**

**Spannung von L1 an. Ein Schaltkontakt an jedem Schalter wird für den**

**Korrespondierenden benötigt, am anderen wird jeweils der Lampendraht angeschlossen.**



Wenn du die Planung einer weiteren elektrischen Installation üben möchtest, schau bei Übungsaufgabe 3 – Elektrische Installation im Wohnzimmer (S. 95) nach und skizziere die Elektroinstallation für Wohnzimmer und Kochnische.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

# Elektro-FIT Lernfeld 2

## Ziel 2 – Planung der Installation

- i.) Estelle hat damit begonnen den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung für die Sparwechselschaltung im Flur zu zeichnen. Unterstütze sie und vervollständige den Stromlaufplan mithilfe von Abb. 26 und Abb. 27.

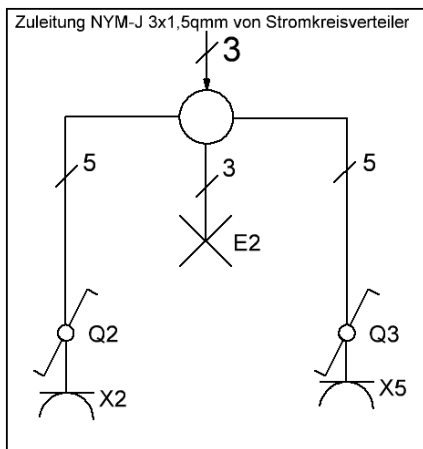


Abb. 26: Übersichtsschaltplan der Installationsschaltung für den Flur

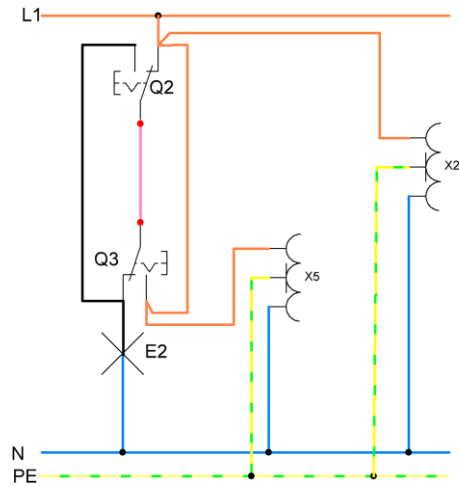
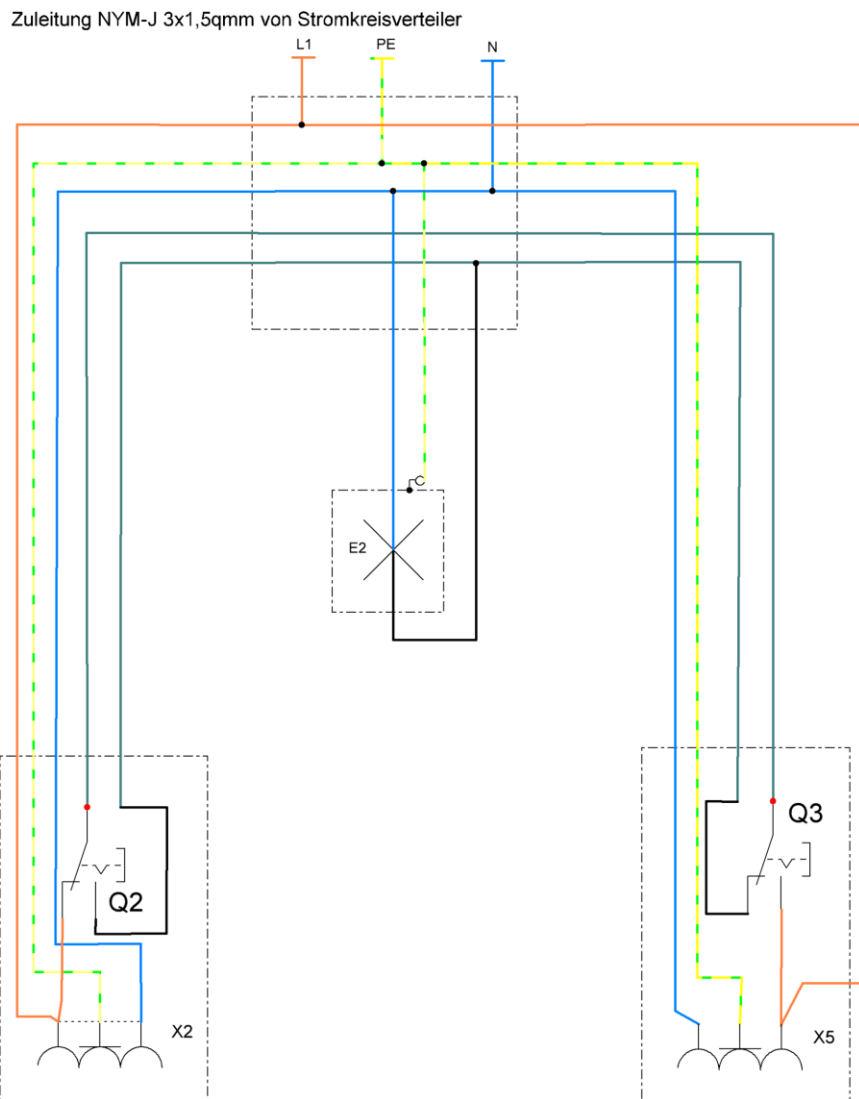


Abb. 27: Neuer Stromlaufplan des Flures in aufgelöster Darstellung



## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 2 – Planung der Installation



j.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... welche Mindestanzahl an Stromkreisen in einer Wohnung nach DIN 18015-2 vorgeschrieben sind und welche elektrische Mindestausstattung in Wohnungen vorgesehen ist.
- ... welche Sondergeräte über 2 kW momentan in der Wohnung von Klaus geplant sind.
- ... wie eine bestehende Lampenschaltung (Wechselschaltung) geschickt so umfunktioniert werden kann, dass an beiden Schaltern eine Steckdose angebracht werden kann (Sparwechselschaltung).
- ... wie die Sparwechselschaltung in unterschiedlichen Schaltplänen dargestellt wird (Übersichtsschaltplan, Stromlaufplan aufgelöst und Stromlaufplan zusammenhängend).

Herr Pfennig war es sehr wichtig, dass ihr unterschiedliche Installationspläne und -schaltungen kennt, um die bestehende Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus erweitern zu können.

Triff eine dritte Einschätzung! Kennt ihr bereits alle **Installationsschaltpläne** und **-schaltungen** und wisst genug über die **Erweiterung von bestehenden Elektroinstallationen**, um die Installation in der Wohnung von Klaus umsetzen zu können?

Ja, die elektrische Installation in der Wohnung von Klaus kann ohne Probleme vor Ort umgesetzt werden.	X
Nein, denn es wurden nicht alle Bereiche besprochen, die Herr Pfennig eingangs von Ziel 2 (S. 29) wichtig waren.	



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



#### Teilziel 2.3 hast du geschafft!

Du hast die Aufgaben zur Erweiterung von bestehenden Elektroinstallationen bearbeitet. Schau dir die Aufgaben zu Teilziel 2.3 mit deinem Trainer an. Bewerte zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			
g.)			
h.)			
i.)			
j.)			

## Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)

Die Sicherheitsregeln und Schutzeinrichtungen aus Ziel 1 (S. 7) zusammen mit den Inhalten zu Schaltplänen, (Grund-)Schaltungen der Installationstechnik und dem Wissen über die Möglichkeiten der Erweiterung einer bestehenden Elektroinstallation aus Ziel 2 (S. 29) sind die Grundlagen für die normgerechte Ausführung einer Installation vor Ort.

Ihr seid mit euren Schaltplänen endlich in der Wohnung von Klaus angekommen. Alle sind aufgeregt und freuen sich darauf, dass ihr bald mit der Elektroinstallation beginnen könnt. Da diskutieren Estelle und Ellen plötzlich heftig darüber, wie die Leitungen normgerecht in der Wohnung zu verlegen sind. Ellen will die Leitungen einfach direkt auf der Wand anbringen, Estelle ist der Meinung, dass dies im Bad nicht erlaubt ist.

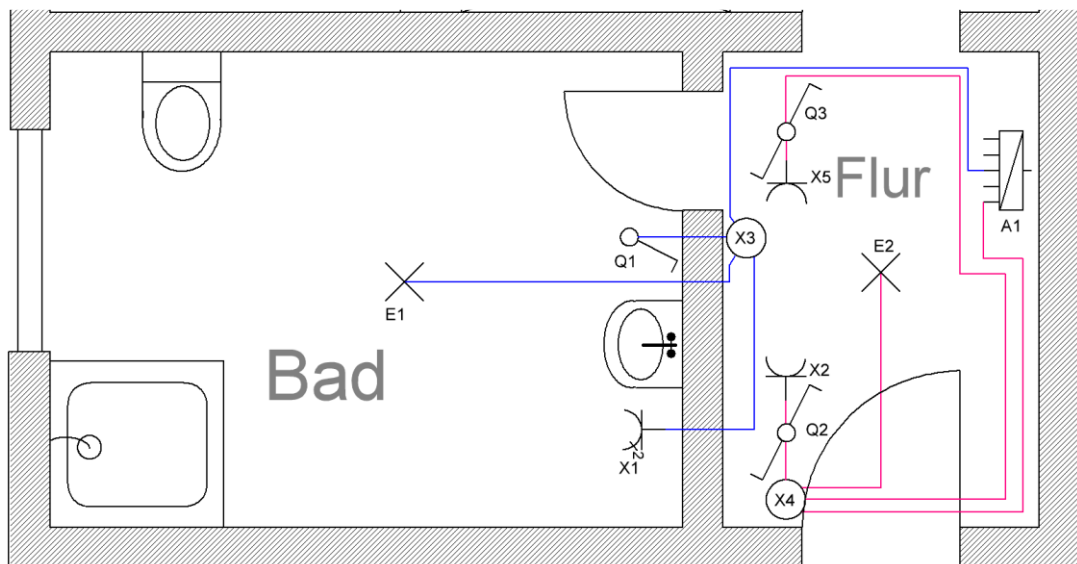


Abb. 28: Auszug des Installationsschaltplans der Wohnung von Klaus

Lasko hat derweil mehrere unterschiedliche Leitungstypen in der Hand und ist sich auch nicht so ganz sicher, welcher denn nun geeignet ist. Zu allem Überfluss kann Muhamed die Angaben auf den elektrischen Betriebsmitteln nicht richtig deuten. Chaos scheint auf der kleinen Baustelle auszubrechen, doch Herr Pfenning behält die Ruhe und meint: „Eines nach dem anderen! Wir werden gemeinsam eine Lösung erarbeiten.“



### Teilziel 3.1 – Normgerechte Verlegung von Leitungen

Bei der normgerechten Verlegung von Leitungen sind die Angaben in den Plänen für eine Elektroinstallation von erheblicher Bedeutung. In den nachstehenden Aufgaben gilt es, diese Angaben in den Schalt- und Installationsplänen zu berücksichtigen, die du bereits entwickelt hast. Hierfür befindet ihr euch bereits im Bad in der Wohnung von Klaus. Nimm dir deine Skizze der Elektroinstallation des Bades zur Hand (Abb. 16, S. 34). Ihr betrachtet diese nochmal näher.

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)

I16: Die Angabe der Verlegeart kannst du im TBB finden, wenn du im Sachwortverzeichnis nach „Schaltzeichen“ schaust und dort bis zu den „Schaltzeichen für Installationspläne“ blätterst.

- a.) Herr Pfennig macht klar, dass Klaus die Leitungen im Bad nach DIN VDE 0100-701.52 auch auf Putz verlegen darf, da nur elektrische Betriebsmittel des Bades versorgt werden, ein Schutzleiter mitgeführt wird und ihr einen RCD mit  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  plant.

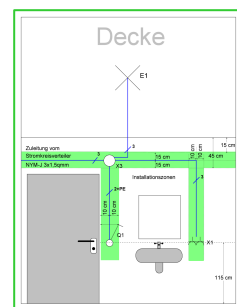
I 16

Klaus möchte das nicht, da er es nicht schön findet und fordert eine Verlegung **„unter Putz“**. Leider kennt er das Symbol dafür nicht. Ergänze in der Tabelle unter jedem Symbol zunächst den Namen der richtige Verlegeart.

<b>Auf Putz</b>	<b>Unter Putz</b>	<b>Im Putz</b>

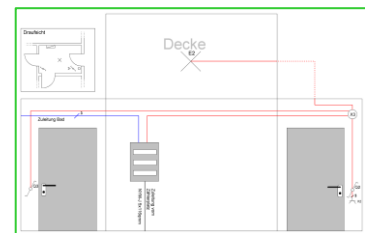
- b.) Dir fällt außerdem auf, dass in eurer Skizze der Elektroinstallation des Bades keine Angaben für die Verlegeart an den Leitungen gemacht wurden.

Ergänze das Symbol für die Verlegung **„unter Putz“** an allen Leitungsstücken deiner Skizze der Elektroinstallation im Bad und im Übersichtsschaltplan (Abb. 15, S. 31).



- c.) Nimm dir deine Skizze der Elektroinstallation im Flur zur Hand (Abb. 24, S. 48) und zeichne dort ebenfalls die Verlegeart unter Putz ein.

Ebenso im Übersichtsschaltplan des Flures (Abb. 26, S. 57).



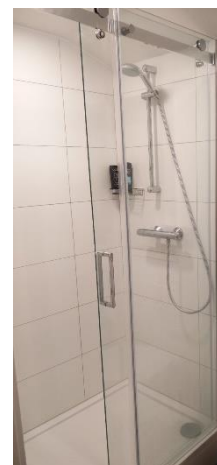
- d.) Klaus hat sich überlegt, dass er neben seiner Dusche gerne eine Steckdose hätte, um sich die Haare gleich nach dem Duschen föhnen zu können.

Vithushan sieht das Ganze kritisch und hatte bereits bei Teilziel 2.1 im Aufgabenteil e.) auf S. 32 das richtige Gespür für den senkrechten und waagrechten Verlauf der Installationszonen. Er tippt darauf, dass es im Badezimmer Bereiche gibt, in denen Steckdosen keinesfalls zugelassen sind.

Zeichne in den Auszug auf dem Installationsschaltplan in Abb. 28 (S. 60) bei der Duschwanne die **Bereiche 0, 1 und 2** ein und **bemaße Bereich 2**.

**Hinweis:** eine maßstäbliche Zeichnung ist nicht notwendig.

**L-Anmerkung:** Ggf. S darauf hinweisen, dass nur Bereich 0 „in der Wanne“ ist und Bereich 1 bis Wandhöhe  $\geq 2,25 \text{ m}$  verläuft und darin nur bestimmte fest angeschlossene Betriebsmittel angebracht werden dürfen, wenn Zuleitung von hinten durch Wand gelegt wird, z.B. Wasserpumpe, Lüfter, etc.). Dies geht aus Abb. 28 (S. 60) nicht hervor!



I 17

I17: Schau im Sachwortverzeichnis des TBB nach „Dusche“.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)

- e.) Innerhalb welcher Bereiche darf Klaus keinesfalls Steckdosen anbringen?  
Ab welchem Abstand zur Duschwanne ist eine Steckdose erlaubt?

**Innerhalb aller drei Bereiche 0, 1 und 2 dürfen keine Steckdosen installiert werden. Eine Steckdose ist ab 60 cm (ggf. mit Fadenmaß ermitteln) erlaubt (vgl. TBB, Europa, 24. Auflage 2011, S. 168), d. h. außerhalb von Bereich 2.**

- f.) Nach der Klärung des Steckdosenproblems hat sich Estelle gleich die Schlitzfräse gegriffen und möchte damit beginnen, die Kabelkanäle an der Wand zu fräsen. Sie hat die Idee, Leitungen zu sparen und will immer den „kürzesten Weg“ zwischen den einzelnen Punkten nehmen.

Du bist skeptisch und erinnerst dich daran, dass ihr etwas anderes gelernt habt. Gib das Teilziel und den Aufgabenteil an, bei dem ihr den Inhalt der „Installationszonen“ geklärt habt.


Notiere für Estelle, was zu berücksichtigen ist!

**Teilziel 2.1, Aufgabenteil e.) auf S. 32 => Die Verlegung der Leitungen ist nur in den vorgegebenen Installationszonen erlaubt, um zu einem späteren Zeitpunkt beurteilen zu können, in welchen Bereichen stromführende Leitungen liegen können.**

- g.) Lasko war bereits an Herrn Pfennigs Auto und hat zwei unterschiedliche Leitungstypen für die Installation im Bad geholt. Entschlüssele deren Bezeichnung.

I 18

I18: Schau im Sachwortverzeichnis des TBB nach „Leitung, Kurzzeichen“.

NYIF-J – 3 x 1,5		NYM-J – 3 x 1,5	
			
<b>N</b>	<b>Genormte Leitung</b>	<b>M</b>	<b>Mantelleitung</b>
<b>Y</b>	<b>Kunststoffisolierung/Mantel</b>	<b>J</b>	<b>Schutzleiter</b>
<b>I</b>	<b>Stegleitung</b>	<b>3</b>	<b>Aderanzahl</b>
<b>F</b>	<b>Flachleitung</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5 mm<sup>2</sup> Aderquerschnitt</b>

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)

I19: Wenn du das FKB verwendest und im Sachwortverzeichnis nach „Schutzpotentialausgleich, in Baderäumen“ suchst, findest du die Mindestinstallationsstiefe für Stegleitungen.

- h.) Lasko schlägt den Leitungstyp NYIF-J – 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> vor, da dieser relativ flach ist. Du bist skeptisch, da die Schlitze für die Leitungsverlegung von Estelle nur ca. 3 cm tief angebracht werden konnten. Begründe deine Skepsis!

I 19

**Stegleitungen dürfen nur in trockenen Räumen verlegt werden,**

**was das Badezimmer wäre, UND(!) wenn außerhalb Bereich 2**

**(siehe TBB) UND(!) ≥ 6 cm unter(!) Putz,**

**Maßgeblich hier: DIN VDE 0100-701**



- i.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... wie Leitungen in Schaltplänen gekennzeichnet werden, wenn sie auf, unter oder im Putz verlegt werden.
- ... welche drei Bereiche um Nasszellen, wie z. B. eine Dusche, herum einzuhalten sind, wenn bspw. eine Steckdose installiert werden soll.
- ... dass bei der Erstellung der Leitungsschlitze mit der Schlitzfräse die bekannten Installationszonen zu berücksichtigen sind.
- ... dass der Leitungstyp „Stegleitung“ nur unter sehr strengen Auflagen im Bad zugelassen ist und vorzugsweise in trockenen Räumen eingesetzt wird, während eine NYM-Leitung verlegt werden darf.

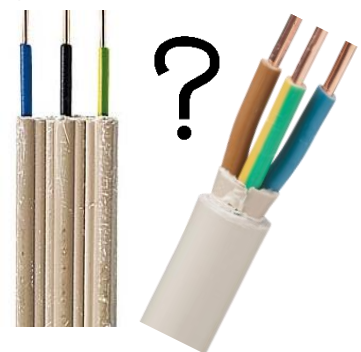
Ellen und Estelle hatten zu Beginn von Teilziel 3.1 über die Leitungsverlegung diskutiert, während Lasko zwei unterschiedliche Leitungstypen zur Auswahl hatte und Muhamed über die Angaben auf den elektrischen Betriebsmitteln rätselte.

Triff eine erste Einschätzung! Konnten alle Unklarheiten der Mithelfer bei der Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus beseitigt werden?

Ja, alle Unklarheiten konnten geklärt werden.

Nein, Muhameds Unklarheiten sind noch nicht geklärt!

X



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?



## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)



#### Teilziel 3.1 hast du geschafft!

Du hast die Aufgaben zur normgerechten Verlegung von Leitungen bearbeitet. Schau dir die Aufgaben zu Teilziel 3.1 mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			
g.)			
h.)			
i.)			



#### Teilziel 3.2 – Berücksichtigung von Betriebsmittelangaben

Während inzwischen die Verlegung der Leitung und der Leitungstyp geklärt werden konnten, rätselt Muhamed noch über die Angaben für das Leuchtmittel. Er ist sich nicht sicher, ob die gewählte Leuchtstofflampe für das Badezimmer geeignet ist, nachdem es bereits bei der „Stegleitung“ in Teilziel 3.1 einiges zu berücksichtigen gab.

- a.) Die Lampenfassung für die zwei Leuchtstofflampen besitzt das Typenschild in Abb. 29. Hilf Muhamed und entschlüssele die grün markierten Angaben.

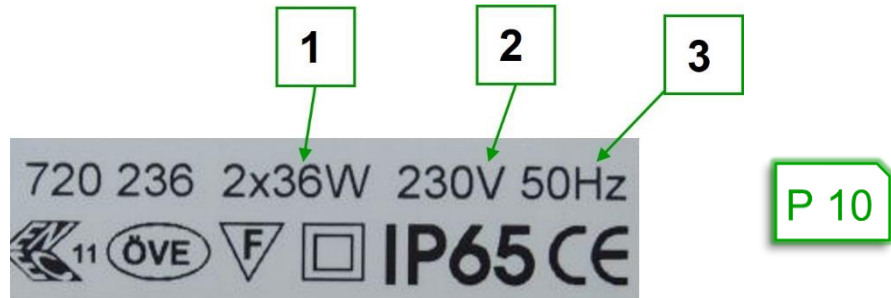


Abb. 29: Typenschild Lampengehäuse

1	<b>Bemessungsleistung je Leuchtstofflampe</b>
2	<b>Netzspannung, <math>U = 230\text{ V}</math></b>
3	<b>Netzfrequenz, <math>f = 50\text{ Hz}</math></b>

Matthias fallen zwei Angaben in Abb. 30 auf, die er in den Unterlagen von Herrn Pfennig bereits gesehen hat (siehe Tab. 5).



Abb. 30: Schutzklasse und Schutzart der Lampe

Symbol			
Schutzklasse	Schutzklasse 1	Schutzklasse 2	Schutzklasse 3

Tab. 5: Schutzklassen

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)

b.) Recherchiere nach der Bedeutung der drei Schutzklassen und notiere sie.

	Schutzklasse 1	Schutzklasse 2	Schutzklasse 3
Schutz durch...	... angeschlossenen Schutzleiter (bei Metallgehäuse).	... Gerät mit Schutzisolierung (kein Schutzleiter nötig).	... Kleinspannung.

c.) Was hat es mit der Kennzeichnung **IP65** auf sich?

Abkürzung	IP	International Protection
Erste Ziffer	6	Berührungs- und Fremdkörper-schutz: Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht). Vollständiger Berührungsschutz.
Zweite Ziffer	5	Wasserschutz: Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus allen Richtungen.

I 20

I20: Schau im Sachwortverzeichnis des FKB nach „IP-Kennzeichnung“.

d.) Ari ist der Meinung, dass man die Lampe überall im Bad montieren darf. Auch innerhalb der einzelnen Sicherheitsbereiche 0, 1 und 2, die ihr aus Teilziel 3.1– Normgerechte Verlegung von Leitungen in Aufgabenteil d.) auf S. 61 kennt. Schließlich hätte die Lampe ja eine „Schutzisolierung“ und immerhin „IP65“. Er legt dir für seine Behauptung Tab. 6 vor.

Bereich 0	Mindestens Schutzart IPX7, ortsfest angebracht und mit Kleinspannung betrieben bis AC 12 V und DC 30 V.
Bereich 1	Mindestens Schutzart IPX4, ortsfest angebrachte, fest angeschlossene Verbraucher.
Bereich 2	Mindestens Schutzart IPX4, Installationsgeräte allgemein, ausgenommen Steckdosen.

P 11

Tab. 6: Schutzarten und zulässige Betriebs- und Verbrauchsmittel

Wie schätzt du den Vorschlag von Ari vor dem Hintergrund der Forderungen in Tab. 6 ein? Begründe deine Entscheidung.

**Mit IP65 und fester Installierung dürfte die Lampe maximal im Bereich 1 angebracht werden.**

## Elektro-FIT Lernfeld 2

### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)

---



e.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... wie die Angaben auf der geplanten Lampe im Bad von Klaus als ortsfestes Betriebsmittel zu entschlüsseln sind.
- ... welche Schutzklassen und -arten es gibt und was diese bedeuten.
- ... wie bei der Planung der Lampe im Bad von Klaus die Sicherheitsbereiche berücksichtigt werden müssen.

Muhamed hat über die Angaben auf den elektrischen Betriebsmitteln gerätelt, vor allem was die Lampe angeht.

Triff eine zweite Einschätzung! Konnten die Unklarheiten von Muhamed geklärt werden?

Ja, alle Unklarheiten konnten geklärt werden.	X
Nein, es gibt noch ungeklärte Punkte.	



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2
















### Ziel 3 – Ausführung der Installation (auf der Baustelle)



#### Teilziel 3.2 hast du geschafft!

Du hast die Aufgaben zur Berücksichtigung von Betriebsmittelangaben bearbeitet. Schau dir die Aufgaben zu Teilziel 3.2 mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)	  		
b.)	  		
c.)	  		
d.)	  		
e.)	  		

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

### Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

Der Planung aus Ziel 2 (S. 29) und der normgerechten Ausführung einer Elektroinstallation aus Ziel 3 (S. 60) schließt sich zunächst eine Prüfung an. D. h., eine Elektroinstallation darf niemals einfach nach Errichten in Betrieb genommen werden! Oberstes Gebot ist eine Prüfung bzw. Analyse, bei der neben der ordnungsgemäßen Funktion normierte Messgrenzen einzuhalten sind.

Ihr seid voller Tatendrang da ihr wisst, dass ihr nach der Umsetzung der Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus kurz vor der Inbetriebnahme steht. Auch Herr Pfennig ist gespannt darauf, ob sich euer Einsatz bei der Entwicklung und Umsetzung der entwickelten Schaltpläne aus Ziel 2 (S. 29) auszahlen wird.

Lasko würde die Elektroinstallation gerne ohne zu Zögern in Betrieb nehmen. Herr Pfennig gibt jedoch zu bedenken, dass bei der ganzen Vorfreude doch noch einige Prüfungen durchgeführt werden müssen, bestimmte Messwerte einzuhalten sind und die Ergebnisse der Prüfung auch dokumentiert werden sollten.

Ari weiß nicht so genau, was Herr Pfennig damit meint und kann sich auch unter vorgeschriebenen Messwerten nichts vorstellen. Klaus ist derweil felsenfest davon überzeugt, dass bei der Elektroinstallation in seiner Wohnung alles seine Richtigkeit hat.



Abb. 31: Messgerät für Messungen nach DIN VDE 0100-600



#### Teilziel 4.1 – Vorgeschriebene Messgrenzen (nach DIN VDE 0100-600)

- a.) Herr Pfennig gibt zu bedenken, dass es gute Gründe gibt, weshalb die Prüfung der elektrischen Anlage von euch als Errichter genau mittels **Prüfprotokoll** und **Übergabebericht** dokumentiert werden muss. Warum ist das so?

I 21

**Dies dient vor allem als Nachweis bei Haftungsproblemen  
oder bei späteren Reklamationen.**

I21: Auf die Prüfung und Inbetriebnahme einer Elektroinstallation nach DIN VDE 0100-600 wird im FKB unter „Prüfen von bzw. der Schutzmaßnahmen“ eingegangen.

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

- b.) Norman fragt sich, welche Schritte beim Prüfen nach DIN-VDE 0100-600 denn genau eingehalten werden müssen? Er weiß noch, dass es in Summe **drei Prüfschritte** waren, bei denen die **Reihenfolge** wichtig ist.

Notiere für Norman an den richtigen drei Prüfschritten die richtige Nummer 1, 2 bzw. 3.

Prüfschritt	Nummer
Testen	-
Erproben	2
Betätigen	-
Besichtigen	1
Messen	3
Befühlen	-

- c.) Klaus kann es nicht schnell genug gehen, daher hat er bereits aus den Unterlagen seines Vaters herausgesucht, welche Messwerte bei der Prüfung der Elektroinstallation unter anderem zu kontrollieren sind.

Hilf Klaus, die richtigen Vorgabewerte zu ermitteln und trage diese dann bei den Messwerten in der abgebildeten Tabelle ein.

I22: Der RCD und seine Grenzwerte sind dir bereits aus Teilziel 1.3 – Fehlerstromschutzschalter im Aufgabenteil c.) auf S. 18 und Aufgabenteil i.) auf S. 20 bekannt. Hinweise zum Isolationswiderstand stehen im FKB unter „Messen des Isolationswiderstandes“.

Messwert	Vorgabewert
Isolationswiderstand	$\geq 1,0 \text{ M}\Omega$ , FKB S. 342
Auslösezeit $t$ des RCD	$t \leq 0,2 \text{ s}$
Auslösestrom $I_{\Delta n}$ des RCD	$I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$

I 22

- d.) Klaus hat zudem zwei weitere Werte entdeckt, die für das sichere Abschalten von immenser Bedeutung sind. Ergänze in nachstehender Tabelle die richtigen Begriffe bei den Abkürzungen für die Werte.

I23: Sieh im Sachwortverzeichnis des FKB unter „Schutz(-maßnahmen) im TN-System“ nach.

Abkürzung	Begriff
$Z_s$	<b>Schleifenimpedanz</b>
$I_k$	<b>Kurzschlussstrom</b>

I 23

- e.) Der Begriff der **Schleifenimpedanz** ist Muhamed nicht bekannt. Er fragt sich, welche Schleife damit wohl gemeint ist?

Herr Pfennig erklärt euch den Zusammenhang: „Aus Sicherheitsgründen ist das Wichtigste in einem Fehlerfall das zügige Abschalten des Stromkreises.“

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

**L-Anmerkung:**  
Es muss hier entsprechend des Leistungsvermögens der Klasse abgewogen werden, inwieweit die Impedanz als Begriff in die Tiefe gehend behandelt wird. Bspw. ihre Eigenschaften als Wechselstromwiderstand durch die Phasenverschiebung von Strom und Spannung. Oder, ob die Impedanz einfach als „Schleifenwiderstand“ gesehen wird.

Zudem sollte man die S dazu anhalten, die Erklärung von Herrn Pfennig langsam und mit Bedacht zu lesen und im Sinne der gelernten Strategien wichtige Inhalte bspw. zu unterstreichen.

Das habt ihr bereits bei Ziel 1 (ab S. 7) gelernt. Dabei hängt das Abschalten maßgeblich von der Höhe des **Kurzschlussstromes  $I_K$**  ab, da er bestimmt, wie schnell bspw. ein LS-Schalter auslöst. Daran erinnert ihr euch bestimmt noch aus Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter (S. 11).

Und genau in diesem Punkt kommt die **Schleifenimpedanz (der Schleifenwiderstand)  $Z_S$**  ins Spiel. Denn der Kurzschlussstrom  $I_K$  kann immer nur so groß werden, wie es der Widerstand eurer Elektroinstallation zulässt, z. B. entsprechend dem Eigenwiderstand der von euch verlegten Leitungen NYM-J – 3 x 1,5, die ihr ja in Teilziel 3.1 ab S. 60 besprochen habt, oder in Abhängigkeit von Übergangswiderständen.

Gelangt bspw. der Außenleiter L1 an ein metallisches Lampengehäuse, an das der Schutzleiter PE angeschlossen werden muss, so treiben 230 V Spannung den Kurzschlussstrom vom L1 über den PE. Dabei ist die Schleifenimpedanz oder der Schleifenwiderstand nichts anderes, als die Sammelbezeichnung für alle zusammengefassten Widerstände, die den Kurzschlussstrom  $I_K$  in der „Kurzschlusschleife“ hemmen.

Der Wert für  $Z_S$  sollte also möglichst klein sein, damit  $I_K$  groß werden kann und die dem Fehlerfall am nächsten stehende Sicherung zuverlässig auslöst. In der Praxis gilt  $Z_S \approx 1 \Omega$ .

Beantworte Muhameds Frage. Auf welche Schleife bezieht sich die Schleifenimpedanz (bzw. der Schleifenwiderstand) und wie groß ist sie ungefähr?

**Die Schleife beschreibt alle Widerstände, durch die im Kurzschlussfall**

**der Kurzschlussstrom  $I_K$  fließen „muss“ und die folglich hintereinander**

**liegen, z. B. Leitungs-/Übergangswiderstände, Trafowiderstand, etc.**

**(vgl. auch FKB Europa, 2009, S. 345). Praxismesswert:  $Z_S \approx 1 \Omega$ .**

f.) Muhamed möchte es jetzt schon gerne genau wissen und bohrt nach. Er fragt: „Kann man diese Schleifenimpedanz  $Z_S$  auch irgendwie berechnen?“

Herr Pfennig ergänzt daraufhin: „Die **Schleifenimpedanz  $Z_S$**  wird mit einem Messgerät **gemessen** und dann der mögliche **Kurzschlussstrom  $I_K$  berechnet**. Anschließend wird in Abhängigkeit vom Abschaltstrom geprüft, ob  $Z_S$  klein genug ist. Denn nach DIN VDE 0100-600 muss folgendes gelten!“

$$Z_S \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a} \quad I_K = \frac{U_0}{Z_S} \quad I_K > I_a$$

$Z_S$  ... Schleifenimpedanz (Schleifenwiderstand)

$U_0$  ... Nennwechselspannung

$I_a$  ... Abschaltstrom der Schutzeinrichtung

$I_K$  ... Kurzschlussstrom (im Fehlerfall)



## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

Gib zunächst die Begriffe und die Werte für  $U_0$  und  $I_a$  an.

Abkürzung	Begriff	Wert
$U_0$	<b>Nennwechselspannung</b>	<b>230 V</b>
$I_a$	<b>Abschaltstrom der Schutzeinrichtung</b>	<b>80 A</b>

Die gesuchten Werte kennst du bereits aus Teilziel 1.2 (S. 11) in Aufgabenteil g.) und i.) unter Berücksichtigung des geplanten LS-Schalter B16A.



g.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... aus welchen Gründen ein Prüfprotokoll und ein Übergabebericht für eine Elektroinstallation bei der Prüfung angefertigt werden sollten.
- ... dass die drei Schritte Besichtigen, Erproben und Messen zu berücksichtigen sind.
- ... welche Vorgabewerte für die Messwerte Isolationswiderstand, Auslösezeit und Auslösestrom einzuhalten sind.
- ... dass die Schleifenimpedanz  $Z_s$  den Kurzschlussstrom  $I_k$  definiert.
- ... wie die Schleifenimpedanz  $Z_s$  und der Kurzschlussstrom  $I_k$  bestimmt werden.

Erinnere dich an den Anfang von Ziel 4! Lasko wollte die Elektroinstallation sofort in Betrieb nehmen, während Ari sich nichts unter den vorgeschriebenen Messwerten vorstellen konnte und Klaus davon überzeugt war, dass mit seiner Wohnung alles in Ordnung ist.

Triff eine erste Einschätzung! Kann die Elektroinstallation ohne weiteres in Betrieb gehen nur weil Klaus meint, dass alles in Ordnung ist?

<b>Ja, die Elektroinstallation kann in Betrieb gehen, da Klaus immerhin der Sohn eines Elektromeisters ist und schon weiß was er tut.</b>	
<b>Nein, denn bevor eine Inbetriebnahme erfolgt müssen die besprochenen Prüfungen noch durchgeführt werden.</b>	<b>X</b>



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern



### Teilziel 4.1 hast du geschafft!

Du hast die Aufgaben zu den vorgeschriebenen Messgrenzen nach DIN VDE 0100-600 bearbeitet. Schau dir die Aufgaben zu Teilziel 4.1 mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			
g.)			

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern



### Teilziel 4.2 – Analyse einer Elektroinstallation und Interpretation der Messwerte

Endlich ist es soweit und ihr könnt die Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus prüfen. Bei der Sichtprüfung habt ihr bereits festgestellt, dass die Leitungen ordnungsgemäß in den Installationszonen verlegt sind und entsprechend angeschlossen wurden. Auch bei der Durchgangsprüfung der Leitungen im spannungsfreien Fall waren zunächst keine Fehler festzustellen.



Abb. 32: Sicherungen im Stromkreisverteiler der Wohnung von Klaus

- a.) Muhamed hat die Elektroinstallation im Flur angeschossen. Allerdings ist er sich nicht sicher, ob er einen Fehler gemacht hat. Er glaubt, dass er die beiden Korrespondierenden „überkreuz“ angeschlossen hat (siehe Abb. 33).

Was meinst du zur Befürchtung von Muhamed, einen Fehler gemacht zu haben? Würde sich die Funktion der Schaltung verändern?

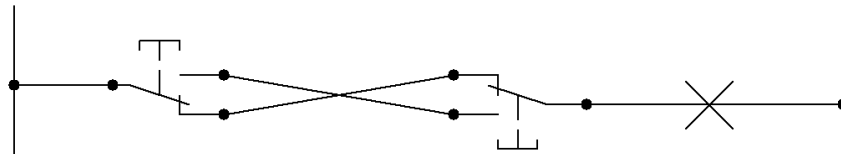


Abb. 33: Wechselschaltung – Korrespondierende „überkreuz“ angeschlossen

**Die Funktion verändert sich nicht. Die Korrespondierenden können beliebig „überkreuz“ angeschlossen werden.**

- b.) Auch Herr Pfennig beruhigt Muhamed und ergänzt zur Schaltung in Abb. 33, dass es viel schlimmer gewesen wäre, wenn Muhamed die Korrespondierenden aus Versehen miteinander verbunden hätte (siehe Abb. 37, S. 85). Wie würde sich die Funktion der Schaltung dann verändern?

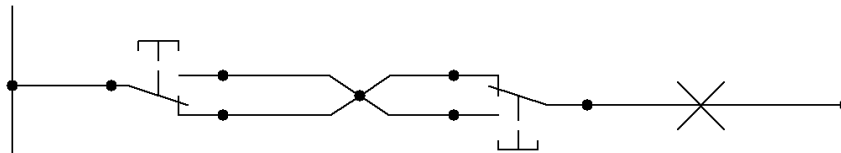


Abb. 34: Wechselschaltung – Korrespondierende miteinander verbunden

**Das Licht ist immer an und kann nicht ausgeschaltet werden!**

P 12

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

Bei der Erstinbetriebnahme von Flur- und Badezimmerstromkreis wurden von euch und Herrn Pfennig mit dem Messgerät im Bad folgende Werte ermittelt (abgesichert mit **FI / LS B16A / 30 mA**):

1. Isolationswiderstand:  $R_{iso} = 3,4 \text{ M}\Omega$
2. Auslösezeit:  $t = 37 \text{ ms}$
3. Auslösestrom:  $I_{\Delta n} = 21,4 \text{ mA}$
4. Schleifenimpedanz:  $Z_s = 0,5 \Omega$



Abb. 35: Messung an Steckdose

L-Anmerkung:  
Die Diskussion der Messwerte ist relativ offen gehalten => S ggf. unterstützen, Ergebnisse im Plenum besprechen.

Vergleiche in den folgenden Teilaufgaben die Messergebnisse mit den jeweiligen Grenzwerten aus Teilziel 4.1 (S. 69) und beurteile die einzelnen Messungen ausführlich.

c.) Isolationswiderstand:  $R_{iso} = 3,4 \text{ M}\Omega$ .

**Der Isolationswiderstand ist mit  $3,4 \text{ M}\Omega$  über dem geforderter Grenzwert von  $1 \text{ M}\Omega$  und somit laut Norm in Ordnung.**

**Anmerkung: Dennoch wird eine Fehlersuche empfohlen, da bei Neuinstallation ein Isolationswiderstand erwartet wird, der im Messbereichsendwert des Messgerätes liegt ( $\geq 300 \text{ M}\Omega$ ).**

L-Anmerkung:  
Ggf. andiskutieren, dass die Schleifenimpedanz zwischen Außenleiter L und Schutzleiter PE gemessen wird, während der Netzzinnenwiderstand zwischen Außenleiter L und Neutralleiter N. Je nach System sind beide Werte gleich groß (TNC) bzw. weichen, sofern kein Fehler im System vorliegt, nur leicht voneinander ab (TNS).

d.) Auslösezeit  $t = 37 \text{ ms}$  und Auslösestrom:  $I_{\Delta n} = 21,4 \text{ mA}$

**Gefordert:  $t = 0,2 \text{ s}$  bei  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  (vgl. Teilziel 1.3, S. 18).**

**Beispiel: Typ A, Wechselfehlerstrom => spätestens bei Erreichen von  $I_{\Delta n}$**

**=> ist gewährleistet!**

P 13

e.) Schleifenimpedanz:  $Z_s = 0,5 \Omega$ .

Vergleiche zunächst den gemessenen Wert mit dem praxisnahen Wert von Teilziel 4.1, Aufgabenteil e.), ab S. 70.

**Bezogen auf übliche Praxiswerte von  $Z_s \approx 1 \Omega$  liegt die gemessene Schleifenimpedanz zunächst im Rahmen.**

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern

---

Berechne, ob die Höhe des Kurzschlussstroms  $I_K$  bei der Schleifenimpedanz von  $Z_S = 0,5 \Omega$  ausreicht, wenn angenommen wird, dass die verbauten LS-Schalter B16A im TN-System innerhalb von  $t = 0,4 \text{ s}$  magnetisch auslösen müssen.

$$I_K = \frac{U_0}{Z_S} = \frac{230 \text{ V}}{0,5 \Omega}$$

$$I_K = 460 \text{ A}$$

$$\text{magnetische Auslösung: } I_a = 5 \cdot 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$$

$$I_K > I_a \Rightarrow I_K \text{ ausreichend, da größer als } I_a!$$

**Kontrolle: Die gemessene Schleifenimpedanz  $Z_S$  muss kleiner sein als...**

$$Z_S \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a} = \frac{2}{3} \cdot \frac{230 \text{ V}}{80 \text{ A}}$$

$$Z_S \leq 1,916 \Omega \cdot$$

**=> gemessene Schleifenimpedanz ist kleiner als 1,916  $\Omega$**

**=> alles in Ordnung!**



Wenn du eine Übung zur Schleifenimpedanz machen möchtest, schau einfach bei Übungsaufgabe 4 – Schleifenimpedanz (S. 96) nach, dort findest du ein Beispiel.

Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern



f.) Du hast in den vergangenen Teilaufgaben zusammen mit den Helfern der Elektroinstallation für die Wohnung von Klaus gelernt, ...

- ... welchen Auswirkungen Verdrahtungsfehler auf eine Wechselschaltung haben können.
- ... wie die Messwerte der Elektroinstallation in der Wohnung von Klaus zu interpretieren sind.
- ... wie man die gemessenen Werte für weitergehende Berechnungen hinsichtlich des Einhaltens der Abschaltzeit einsetzt.

Erinnere dich an den Anfang von Ziel 4! Lasko wollte die Elektroinstallation sofort in Betrieb nehmen, während Ari sich nichts unter den vorgeschriebenen Messwerten vorstellen konnte und Klaus davon überzeugt war, dass mit seiner Wohnung alles in Ordnung ist.

Triff eine zweite Einschätzung! Kann die Elektroinstallation nun in Betrieb gehen und ist alles in Ordnung?

<b>Ja, die Elektroinstallation kann in Betrieb gehen, da sich bei Prüfung der Elektroinstallation alle Werte im Vorgabebereich befunden haben.</b>	<b>X</b>
<b>Nein, denn bevor eine Inbetriebnahme erfolgt müssen noch weitere, ausgedehnte Prüfungen durchgeführt werden.</b>	



Alles bearbeitet?

Ergebnis kontrolliert?

## Elektro-FIT Lernfeld 2

Ziel 4 – Prüfen und Inbetriebnehmen einer Elektroinstallation sowie ggf. Beseitigen von Fehlern



### Teilziel 4.2 hast du geschafft!

Du hast die Aufgaben zur Analyse einer Elektroinstallation und Interpretation der Messwerte bearbeitet. Schau dir die Aufgaben zu Teilziel 4.2 mit deinem Trainer an. Bewertet zusammen, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

Bewertung der Aufgaben:

Teilaufgabe	Wie hast du die Aufgabe gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
a.)			
b.)			
c.)			
d.)			
e.)			
f.)			



## Profiaufgaben

Die Profiaufgaben sind eine zusätzliche Herausforderung, wenn du die Übungen komplett gemeistert hast. Die Profiaufgaben helfen dir noch besser zu werden.

### P 1

Ist die Sicherheitsregel 4 auch in Wohngebäuden anzuwenden (Begründung)?  
Nenne ein Beispiel bei dem Regel 4 berücksichtigt werden muss.

**Nein, da unter 1000 V.**

**Beispiel: bei Freileitungen und in Kabelnetzen.**

P1

### P 2

Der Vormieter von Klaus hat einen Leitungsschutzschalter vom Typ B 16 A verbaut. Da seine Mikrowelle einen sehr hohen Anlaufstrom besitzt, hat dieser sporadisch ausgelöst. Bei der Wohnungsübergabe hat er Klaus den Rat gegeben, diesen im Sinne der Wohnungssanierung doch einfach gegen einen Leitungsschutzschalter vom Typ C 16 A zu ersetzen, um das Problem zu beheben. Ist dieser Austausch ohne weiteres erlaubt?

**Bei einem Leitungsschutzschalter vom Typ C 16 muss der**

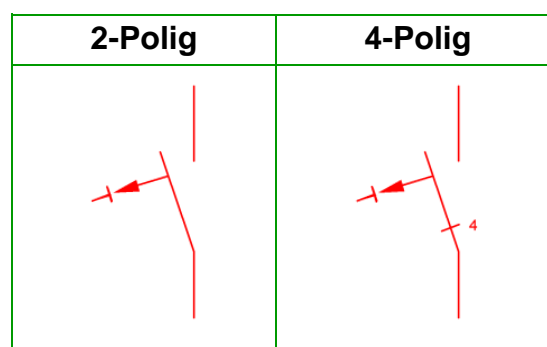
**Kurzschlussstrom mindestens  $10 \cdot 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$  betragen. Es muss.**

**gewährleistet sein, dass dieser Kurzschlussstrom auch fließen kann.**

P2

### P 3

Fehlerstromschutzschalter gibt es in zwei oder vierpoliger Ausführung, was auch für die Wohnung von Klaus nicht irrelevant ist. Wie unterscheiden sich die unterschiedlich poligen Fehlerstromschutzschalter im Schaltsymbol? Gib beide Symbole an.



P3



**P 4**

Ausgehend von den Erkenntnissen die ihr in Aufgabenteil h.) (S. 20) gewonnen habt, weißt du bereits, dass ein Fehlerstromschutzschalter nie alleine eingebaut werden darf, da er Schaden bei zu hohen Betriebsströmen nehmen kann.

Aus diesem Grund werden häufig die nachstehenden abgebildeten Kombinationsgeräte eingebaut.



Gib den vollständigen Namen des Kombinationsgerätes an und beschreibe seine Funktion.

**Kombination aus Leitungsschutzschalter und Fehlerstromschutzschalter**

**RCBO ... Residual Current operated Circuit Breaker with integrated**

**Overcurrent Protection**

**Der LS-Schalter schützt vor zu hohem Betriebsstrom, der RCD**

**übernimmt den Personenschutz.**

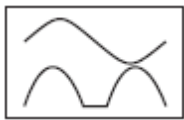
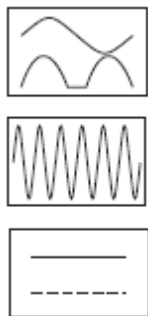


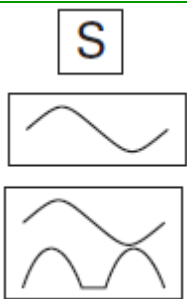
Bei Profiaufgabe P 2 (S. 79) hat der Vermieter Klaus den Tipp gegeben doch einfach einen Leitungsschutzschalter vom Typ C 16 A einzubauen. Angenommen, die Stromleitungen sind nicht für diesen Leitungsschaltertyp ausgelegt, da der Stromfluss zu groß werden kann und die Leitungen bzw. deren Isolierung überhitzen können. Würde der Fehlerstromschutzschalter bei einer solchen Überlastung abschalten? Begründe!

**Nein, würde er nicht, da zu- und abfließender Strom nach wie vor**

**gleich groß sind.**

**P 5**

Herr Pfennig hat auch noch andere Fehlerstromschutzschalter dabei, die unterschiedlichste Fehlerströme identifizieren können. Ordne den Symbolen und der Beschreibung den richtigen Typ so zu, wie es im Beispiel bei Typ „B+“ bereits gemacht wurde. Recherchiere dazu ggf. im TBB (Sachwortverzeichnis „Differenzstromgeräte“).

Typ	Symbol	Fehlerstromarten, die vom RCD erfasst werden...	Anwendungsbeispiele
<b>A</b>		Reine Wechselfehlerströme mit geringen Oberschwingungen Pulsierende Gleichfehlerströme	Hausinstallationen.
<b>B</b>		Wie Typ A, glatte Gleich- und Wechselfehlerströme mit Frequenzen bis 2 kHz	Hausinstallationen, Aufzugsteuerungen, Frequenzumrichter mit Drehstromanschluss, Versuchsanlagen in Laboren, Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen.
<b>B+</b>		Wie Typ B, glatte Gleich- und Wechselfehlerströme bis 20 kHz	Wie bei Typ B, jedoch sind die Auslösebedingungen bis 20 kHz spezifiziert.
<b>AC</b>		Reine Wechselfehlerströme	In Deutschland nicht zugelassen
<b>S</b>		Selektiv (mindestens 40 ms Zeitverzögerung)	Zur Reihenschaltung mit anderen Fehlerstromschutzschaltern geeignet.

P5

### P 6

Herr Pfennig erwähnt, dass man heutzutage vorzugsweise Schmelzsicherungen vom Typ D0 (NEOZED-System)<sup>1</sup> verbaut. Welchen Vorteil haben diese gegenüber den älteren Sicherungen vom Typ D (DIAZED-System)<sup>2</sup>? Einen hauptsächlichen Unterschied siehst du auch in Abb. 36.



Abb. 36: DIAZED- und NEOZED-Schmelzsicherung im direkten Größenvergleich

**Das D0-System ist platzsparender (vgl. auch FKB, Stichwort: Schmelzsicherungen)**

P6

### P 7

In der Wohnung von Klaus sind Leitungsschutzschalter des Typs B 16 A verbaut. Es wird angenommen, dass durch den Leitungsschutzschalter 79 A Strom fließen und dieser bei 80 A magnetisch auslöst.

- a) Ermittle mit Hilfe der Auslösekennlinie des Leitungsschutzschalters in Abb. 7 (S. 13), wie lange es maximal dauert, bis seine thermische Auslösung anspricht.

**Die Auslösezeit des thermischen Auslösers kann bis ca. 8 s betragen.**

<sup>1</sup> NEOZED ... Neuer zweiteiliger Edison-Schraubstöpsel (griechisch „neos“ ... deutsch „neu“)

<sup>2</sup> DIAZED .. Diametral abgestufter zweiteiliger Edison-Schraubstöpsel

- b) Wegen der Selektivität muss der Leitungsschutzschalter vor der Schmelzsicherung auslösen. Wähle den Bemessungsstrom der vorgeschalteten Schmelzsicherung mit Hilfe der Auslösekennlinie so aus, dass dies gewährleistet ist. Gib eine Begründung an!

Hinweis: Die Kennlinien für die Schmelzsicherung findest du im TBB unter „Sicherungen“. Verwende Form 2, wenn vorhanden.

**Es muss eine Schmelzsicherung mit einem Bemessungsstrom von 35 A verwendet werden, um Selektivität zu gewährleisten. Bei 20 A würde die Schmelzsicherung bei ca. 80 A bereits nach ca. 1 bis 2 Sekunden auslösen und somit vor dem LS-Schalter**

P7

### P 8

Auf dem Installationsschaltplan der Wohnung von Klaus in Abb. 13 (S. 29) kannst du erkennen, dass die Verteilerdose X3 außerhalb des Badezimmers angebracht ist. Was könnten Gründe für dieses Vorgehen sein?

Kleiner Tipp: Hierbei geht es darum mit wenig Aufwand zu arbeiten (denk an die Oberfläche der Wand im Bad) und Sicherheitsrisiken zu vermeiden.

**Die Fliesen im Bad müssen nicht ausgeschnitten werden.**

**Es kann kein Wasserdampf in die Dose eindringen.**

**Die Dose ist außerhalb der Sicherheitsbereiche.**

P8

### P 9

In Bezug auf die Höhe der Schalter und Steckdosen, findet man in Plänen oft folgende Abkürzungen. Welche Begriffe stecken hinter diesen Abkürzungen und weshalb sind sie sehr wichtig?

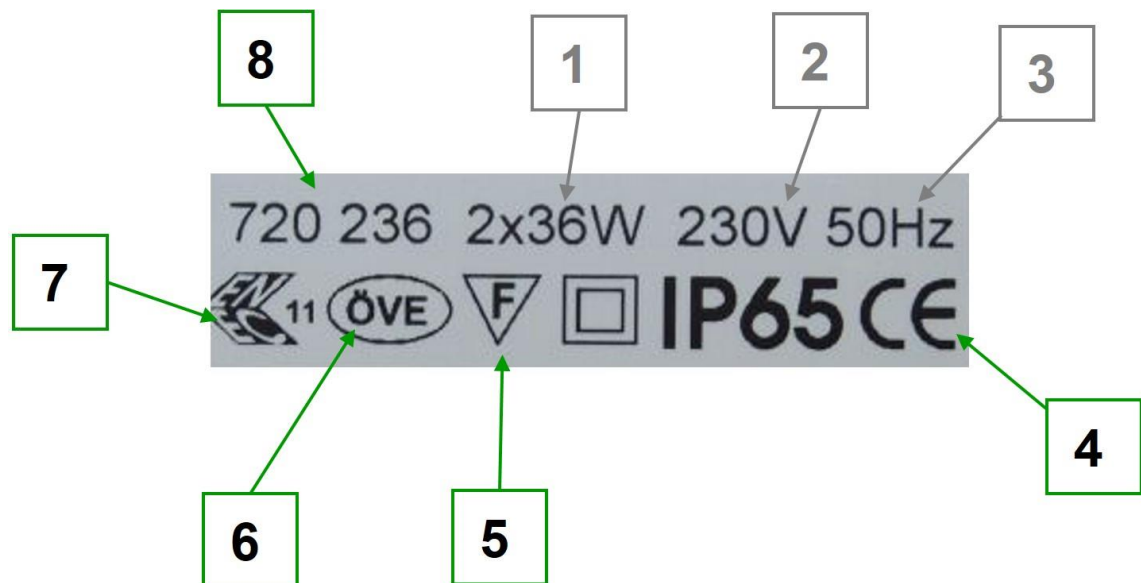
Abkürzung	Begriff
OK	Oberkante
FFB	Fertigfußboden
RFB	Rohfußboden

**Dies ist wichtig, weil beim Anzeichnen der Betriebsmittel auf der Baustelle die Bodenhöhe berücksichtigt werden muss. Der geplante Bodenaufbau muss zur vorgesehenen Höhe der Betriebsmittel addiert werden.**

P9

**P 10**

Entschlüssele auch alle anderen Angaben, die auf der Lampe vorkommen, welche im Bad von Klaus installiert werden soll.



4	<b>CE-Kennzeichnung (Produkt entspricht den Anforderungen der EU)</b>	5	<b>Brandschutzsymbol =&gt; Leuchte für direkte Montage auf normal entflammbarer Oberfläche (vgl. (FKB, Europa, 27. Auflage 2009, S. 364)</b>
6	<b>Prüfsiegel des österreichischen Verbandes für E-technik</b>	7	<b>Europäisches Konformitätszeichen</b>
8	<b>Artikelnummer</b>		

P10

**P 11**

Klaus überlegt sich im Bad einen 80 l Wandspeicher für Warmwasser (Boiler) anzubringen (siehe Datenblatt der einzelnen Typen in Abb. 37, S. 85). Dieser soll an L1/L2/L3/N/PE angeschlossen werden.

Welche Leistung kann der Boiler erreichen, wenn er derart angeschlossen wird?

**Maximal 6 kW**

Typ	1	2	3	4
Bestell-Nr.	231251	231252	231253	231254
Nenninhalt	30 l	50 l	80 l	100 l
Breite	410 mm	510 mm	510 mm	510 mm
Höhe	770 mm	740 mm	1050 mm	1050 mm
Tiefe	420 mm	510 mm	510 mm	510 mm

Technische Merkmale

Anschlussleistung ~ 230 V	1-4 kW	1-4 kW	1-4 kW	1-4 kW
Anschlussleistung ~ 400 V	1-6 kW	1-6 kW	1-6 kW	1-6 kW
Netzanschluss	1/N/PE, 2/N/PE, 3/N/PE	1/N/PE, 2/N/PE, 3/N/PE	1/N/PE, 2/N/PE, 3/N/PE	1/N/PE, 2/N/PE, 3/N/PE
Nennspannung	230/400 V	230/400 V	230/400 V	230/400 V
Frequenz	50/- Hz	50/- Hz	50/- Hz	50/- Hz
Bereitschaftsstromverbrauch/24 h	0,46 kWh	0,54 kWh	0,67 kWh	0,86 kWh
Farbe	weiß	weiß	weiß	weiß
Schutzart (IP)	IP25	IP25	IP25	IP25
Energieeffizienzklasse	A	B	B	C
Gewicht	22,9 kg	27,6 kg	37,8 kg	39,5 kg

Abb. 37: Daten der einzelnen Warmwasserspeicher-Typen

Ist die Installation in den Bereichen 1 und 2 im Bad zulässig? Wie muss der Anschluss ausgeführt werden?

**Ja, die Installation ist zulässig, da mindestens IPX4 und ein gefordert sind. Beides wird berücksichtigt.**

Beim Baden oder Duschen kann es vorkommen, dass der Warmwasserspeicher etwas Spritzwasser abbekommt. Inwiefern ist er dagegen geschützt?

**Wasserschutz: 5 => Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus allen Richtungen => Somit ist lediglich Spritzwasser unbedenklich.**

P11

**P 12**

Ein Schalter ist falsch eingebaut. Wie verändert sich die Funktion der Schaltung?

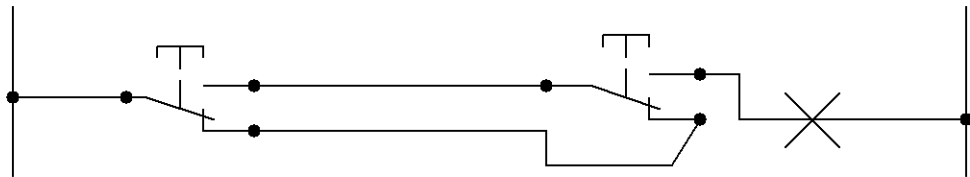


Abb. 38: Daten der einzelnen Warmwasserspeicher-Typen

**Der falsch eingebaute Schalter auf der rechten Seite unterbricht bei Betätigung die Verbindung zur Leuchte. Daher verliert die Schaltung ihre Funktion sobald der Schalter betätigt wird.**

P12

**P 13**

Nach dem Versuch der Inbetriebnahme der FI-Stromkreise mit angeschlossenen Verbrauchern löst der RCD sofort aus. Nenne mögliche Ursachen wenn ein Defekt des RCD auszuschließen ist.

- 1. Defektes Gerät oder mit Isolationsfehler.**
- 2. Defektes Gerät der Schutzklasse I mit Körperschluss.**
- 3. Isolationsfehler in der Elektroinstallation.**
- 4. RCD zwar verbaut, aber N des RCD-Stromkreises versehentlich auf Nicht-RCD-Neutralleiterklemmleiste aufgelegt => kein Rückstrom über N der durch RCD geht => dieser löst aus.**

P13



## Grundlagen

Bei den Grundlagen werden dir wichtige elektrotechnische Sachverhalte und Gesetzmäßigkeiten erklärt.

### Grundlagen 1 – Leitungsschutzschalter

Leitungsschutzschalter sollen, wie der Name schon sagt, die Leitung, aber auch die daran angeschlossenen Anlagen vor einer Überbelastung schützen. Die Auslösung funktioniert dabei in zwei Varianten:

- Bei einem Kurzschluss entsteht schnell ein sehr hoher Fehlerstrom. Der LS-Schalter löst dabei magnetisch aus.
- Bei einer längeren Belastung die den Bemessungsstrom nur geringfügig überschreitet löst der LS-Schalter nach einer längeren Zeit thermisch aus.

Es gibt drei verschiedene Typen von LS-Schaltern:

- Typ B löst bei 3- bis 5-fachem Bemessungsstrom aus.
- Typ C löst bei 5- bis 10-fachem Bemessungsstrom aus.
- Typ D löst bei 10- bis 20-fachem Bemessungsstrom aus.

Die Typen C & D werden nur bei Geräten mit hohem Einschaltstrom verwendet. I. d. R. sind in Endstromkreisen (Steckdose) Leitungsschutzschalter B16 A verbaut.

- 1 ... Schalthebel
- 2 ... Thermische Auslösung
- 3 ... Magnetische Auslösung
- 4 ... Funkenlöschkammer für den beim Trennen entstehenden Lichtbogen

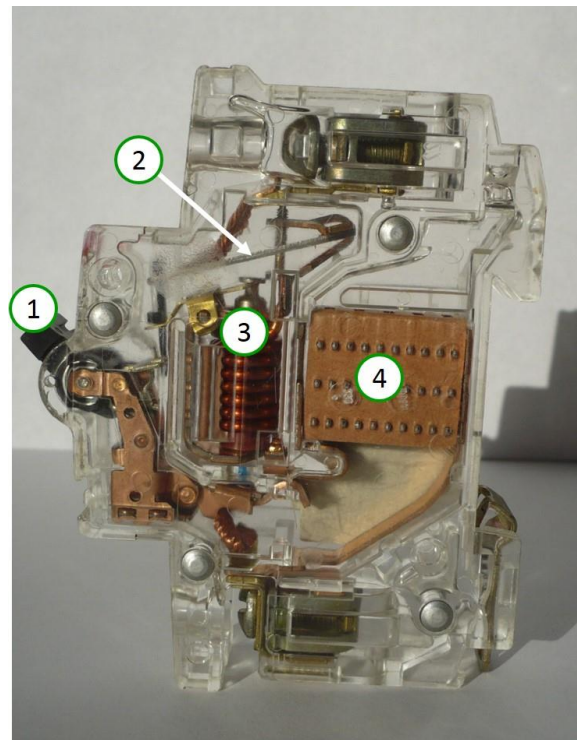


Abb. 39: LS-Schalter



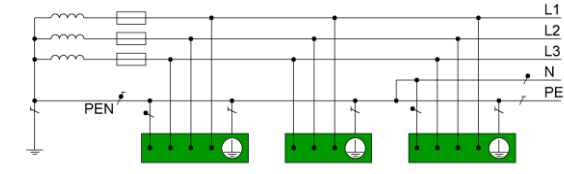
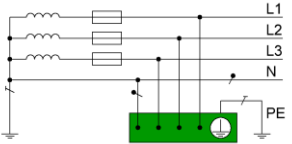
Rechenbeispiel anhand eines LS-Schalters vom Typ C 32 A

Wie und nach welcher Zeit löst der LS-Schalter bei 64 A und bei 256 A aus?

<p>Als ersten Schritt rechnet man das Verhältnis zwischen Fehler- und Bemessungsstrom aus in diesem Fall:</p> $\frac{64 \text{ A}}{32 \text{ A}} = 2$ <p>Diesen Wert sucht man dann an der unteren waagrechten Skala.</p>	
<p>Wenn man vom berechneten Wert ausgehend senkrecht nach oben geht, schneidet man den roten Bereich in zwei Punkten. Diese Punkte grenzen die Zeit ein in welcher der LS-Schalter auslösen muss.</p> <p>In unserem Fall schließen die zwei Punkte auf der linken Skala die beiden Zeiten 15 Sekunden und 1,5 Minuten ein, d. h. innerhalb dieses Zeitraums löst der LS-Schalter aus.</p> <p>Da die Auslösung im oberen Bereich des Diagrammes erfolgt ist sie thermisch.</p>	
<p>Bei einem Fehlerstrom von bspw. 256 A geht man folgender Maßen vor:</p> $\frac{256 \text{ A}}{32 \text{ A}} = 8$ <p>Anhand der unteren Skala sieht man, dass man sich im blauen Bereich befindet. Der LS-Schalter muss daher spätestens nach 0,4 Sekunden magnetisch auslösen.</p>	

**Grundlagen 2 – Netzformen und ihre Unterschiede**

Im Niederspannungs-Drehstromnetz gibt es zwei gängige Systeme. Das TN- und das TT-System.

	<b>TN-System</b>	<b>TT-System</b>
<b>Erdung der Stromquelle</b>	Erfolgt über eine Verbindung zwischen Sternpunkt und Betriebserder.	Erfolgt über eine Verbindung zwischen Sternpunkt und Betriebserder.
<b>Erdung der Verbraucher</b>	Erfolgt über eine Verbindung zwischen Verbraucher und Betriebserder.	Erfolgt direkt am Verbraucher.
<b>Beispiel</b>		

In deutschen Haushalten sind die TT-Systeme (Terre Terre) nicht erlaubt. Sie sind in der Ausführung günstiger, aber die nötigen Erdungswiderstände können nicht immer garantiert werden. Das abgebildete Beispiel für ein TN-System ist ein TN-C-S-System (Terre Neutre Combiné Séparé), die gängigste Variante. Hier wird der PEN-Leiter am Hausanschluss in einen PE- und einen N-Leiter aufgeteilt.

**Grundlagen 3 – Fehlerstromschutzschalter (RCD)**

Eine Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) ist eine zusätzliche Schutzeinrichtung. Hierbei werden alle ein- und ausgehenden Ströme durch den RCD geführt und gemessen. Die Summe der Ströme muss im Normalfall 0 ergeben. Entsteht eine Differenz, weil z.B. ein Teil des Stromes über den PE zurückfließt, ist diese durch einen Fehler im Betriebsmittel verursacht. Der Schalter löst sofort aus, d. h. er unterbricht den Stromkreis allpolig. Dabei werden alle Betriebsmittel vom Netz getrennt. Ein RCD kann LS-Schalter und andere Schutzmaßnahmen ergänzen aber nicht ersetzen. Ein Kurzschluss im Betriebsmittel oder ein gleichzeitiges Berühren eines aktiven Leiters und des Neutralleiters führt nicht zur Auslösung.

- 1** Abschaltrelais
- 2** Messwicklung
- 3** Ferritkern
- 4** Prüftaste

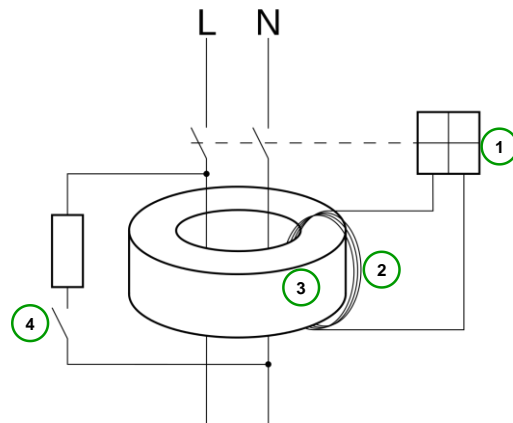


Abb. 40: RCD (Quelle: Wikipedia; Urheber: Markus Matern; Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported)

### Grundlagen 4 – Unterschiedliche Schaltplanarten

Im Wesentlichen kann man bei Schaltplänen zwischen der einpoligen und der allpoligen Darstellung unterscheiden:

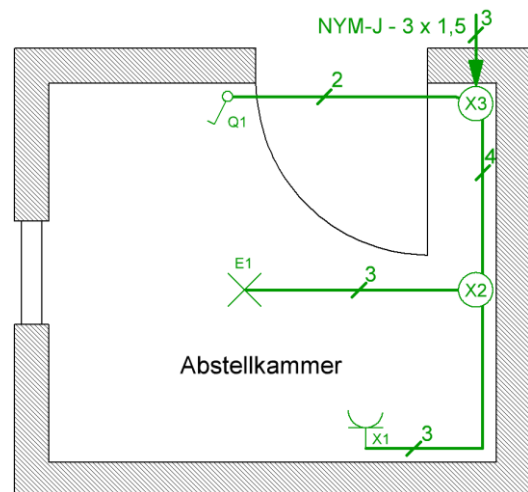
Bei der **einpoligen Darstellung** wird, um die Pläne übersichtlich zu halten, jede Leitung, auch wenn sie aus mehreren Adern besteht als eine Linie gezeichnet. Einpolige Darstellungen dienen zur Leitungsverlegung. Aus ihnen kann nicht zwingend die Funktion einer Schaltung ausgelesen werden.

Bei der **allpoligen Darstellung** wird jede einzelne Ader als eine separate Linie gezeichnet. Sie zeigt die Funktion der Steuerung und ist aufgrund ihrer Vollständigkeit etwas unübersichtlicher.

Nachstehend werden dir vier unterschiedliche Schalplanarten am Bsp. einer **Abstellkammer** erklärt.

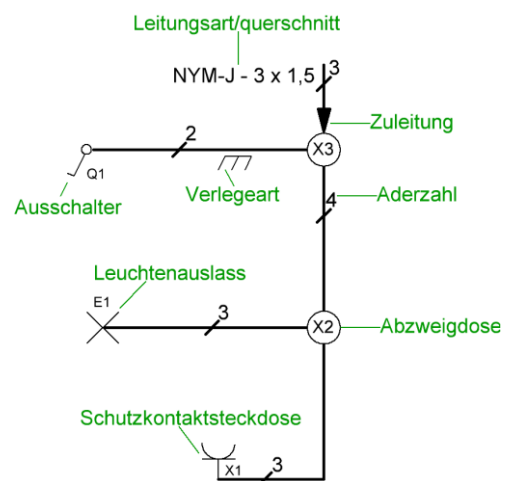
#### Installationsschaltplan der Abstellkammer:

In dieser Schaltplanart werden die Leitungen und Bauteile möglichst maßstabsgetreu in den Grundrissplan eingezeichnet. Es sind alle zur Leitungsverlegung benötigten Informationen wie Aderanzahl, Leitungsart und deren Position im Raum vorhanden.



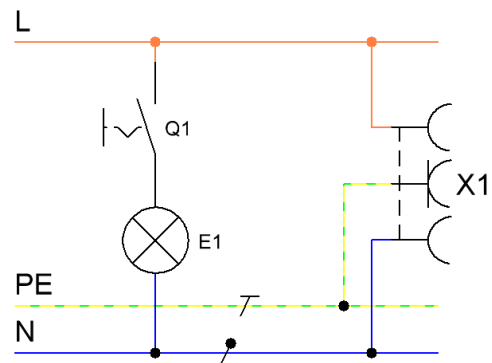
#### Übersichtsschaltplan der Abstellkammer:

Diese Schaltplanart ist, genau wie die vorherige, einpolig und zeigt eine Übersicht über die Anlage. Es sind bis auf die Umgebung dieselben Informationen vorhanden. Bei kleineren Anlagen, wie in diesem Beispiel einer Abstellkammer, wird versucht zusätzlich auf die ungefähre Einbaulage zu achten.



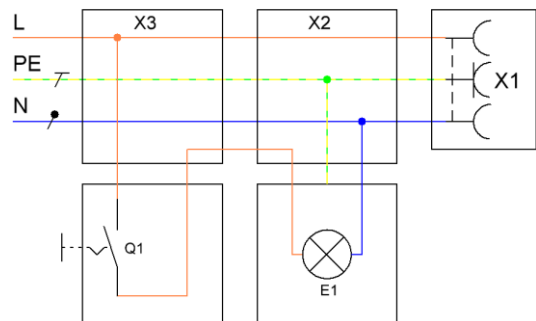
### Stromlaufplan der Abstellkammer in aufgelöster Darstellung:

In dieser nach den Stromwegen aufgelösten Darstellung sind sämtliche Bauteile allpolig aufgeführt. Auf die Bauteilgehäuse und die räumlich korrekte Darstellung wird verzichtet, um den Plan übersichtlich zu gestalten. Alle Leitungen sind, wenn möglich, waagrecht, senkrecht und ohne Kreuzungen einzuzeichnen.



### Stromlaufplan der Abstellkammer in zusammenhängender Darstellung:

In dieser Schaltplanart werden zusätzlich zur aufgelösten Darstellung Bauteile zusammenhängend dargestellt. Auch die räumliche Anordnung kann berücksichtigt werden.

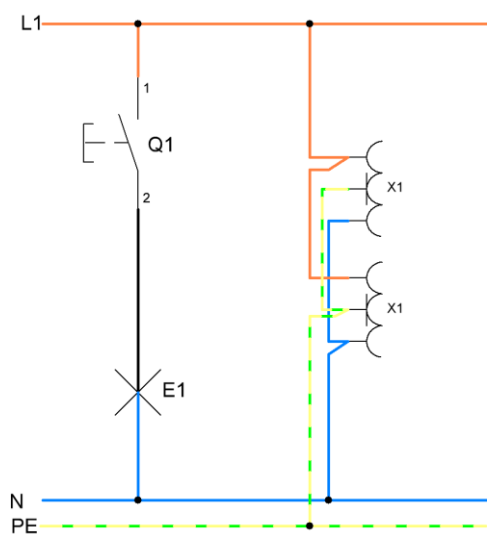


## Grundlagen 5 – Lampenschaltungen in der Installationstechnik

Damit ihr die korrekte Anzahl an Drähten verlegen könnt, müsst ihr die Schaltungen genau planen. Dabei wird die Schaltung in verschiedenen Arten dargestellt. Jede der drei nachfolgend abgebildeten Darstellungen gibt euch neue Informationen.

### Ausschaltung:

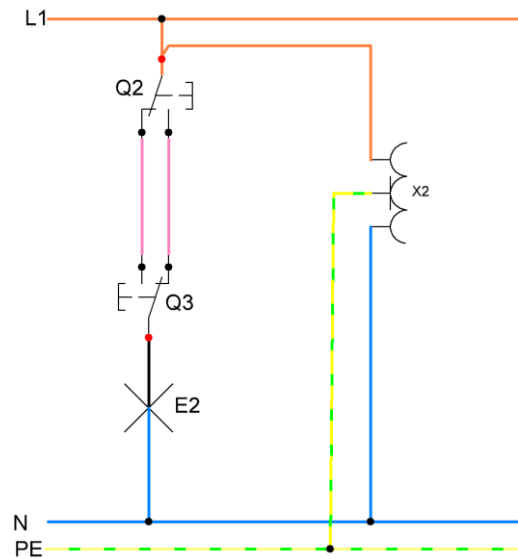
Im Bad handelt es sich um eine Ausschaltung mit 2 Steckdosen. Die Leitungen werden in einer Verteilerdose verklemmt und mit der Zuleitung verbunden. Am Schalter kann das Licht an- und ausgeschaltet werden, die Steckdosen haben dauernd Strom.



### Wechselschaltung:

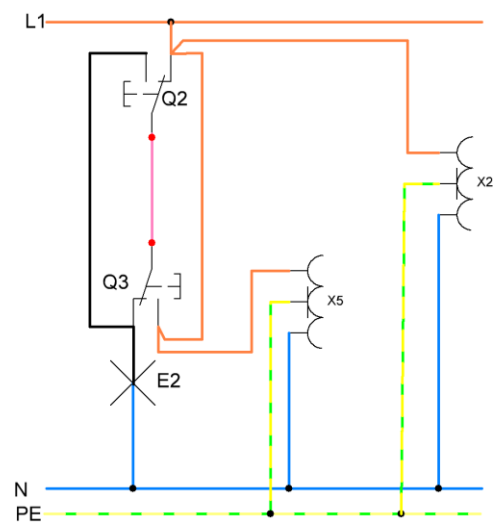
Nachdem nun die Planung für das Bad abgeschlossen ist, widmen wir uns der Schaltung im Flur. Die Schalter Q2 und Q3 schalten beide die Lampe E2. Diese Funktion nennt man Umschalten. Beide Schalter ändern den Zustand der Lampe, auch wenn sie vorher nicht betätigt worden sind. Das bedeutet, ist die Lampe an, wird sie bei Betätigung ausgeschaltet. Ist sie aus, dann geht das Licht an. Egal an welchem der Schalter man drückt. Unter dem Schalter Q2 befindet sich eine Steckdose X2

Im Schaltplan in aufgelöster Darstellung kannst du die Funktionsweise der Schaltung erkennen. Die Leiter, welche die 2 Wechselschalter miteinander verbinden, nennt man Korrespondierende.



### Sparwechselschaltung:

Die Sparwechselschaltung hat dieselbe Funktion wie die Wechselschaltung. Auch hier kann die Lampe von beiden Schaltern aus- oder angeschaltet werden. Allerdings spart man beim Anschließen einer zweiten Steckdose eine Ader, die zusätzlich verlegt werden müsste. Es gibt daher auch nur eine Korrespondierende.





## Übungsaufgaben

### Übungsaufgabe 1 – Leitungsschutzschalter

a.) Ergänze die Tabelle mit den fehlenden Werten.

Bemessungsstrom	n-facher Bemessungsstrom			
n = 1	n = 3	n = 5	n = 10	n = 20
$I_n = 10 \text{ A}$	30 A	50 A	100 A	200 A
$I_n = 13 \text{ A}$	39 A	65 A	130 A	260 A
$I_n = 16 \text{ A}$	48 A	80 A	160 A	320 A
$I_n = 32 \text{ A}$	96 A	160 A	320 A	640 A

b.) Bestimme jeweils minimale und maximale Abschaltzeit.

LS-Schalter	Stromstärke	minimale Abschaltzeit	maximale Abschaltzeit
B 10	15 A	ca. 1 min	ca. 18 min
B 10	20 A	ca. 15 s	ca. 1,5 min
B 16	24 A	ca. 1 min	ca. 18 min
B 16	32 A	ca. 15 s	ca. 1,5 min
C 10	15 A	ca. 1 min	ca. 18 min
C 16	32 A	ca. 15 s	ca. 1,5 min

c.) Welche Auslösung spricht bei den oben genannten Aufgaben an?

**Thermische Auslösung (Bimetall)**

### Übungsaufgabe 2 – Vertiefung zu Lampenschaltungen

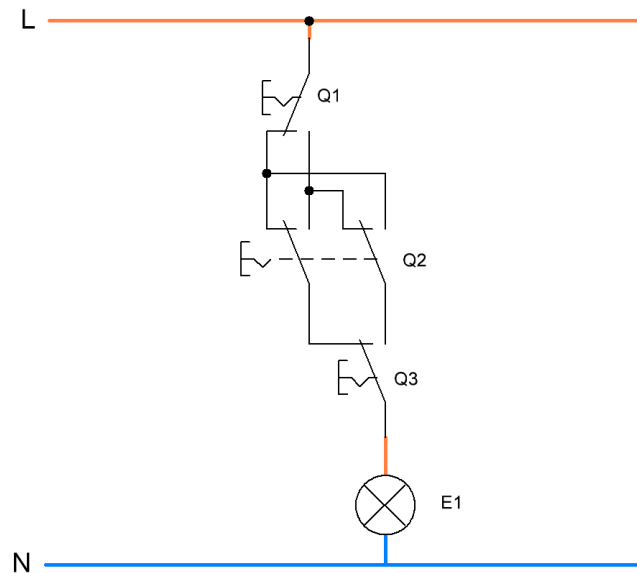
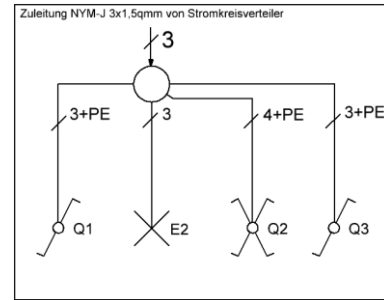
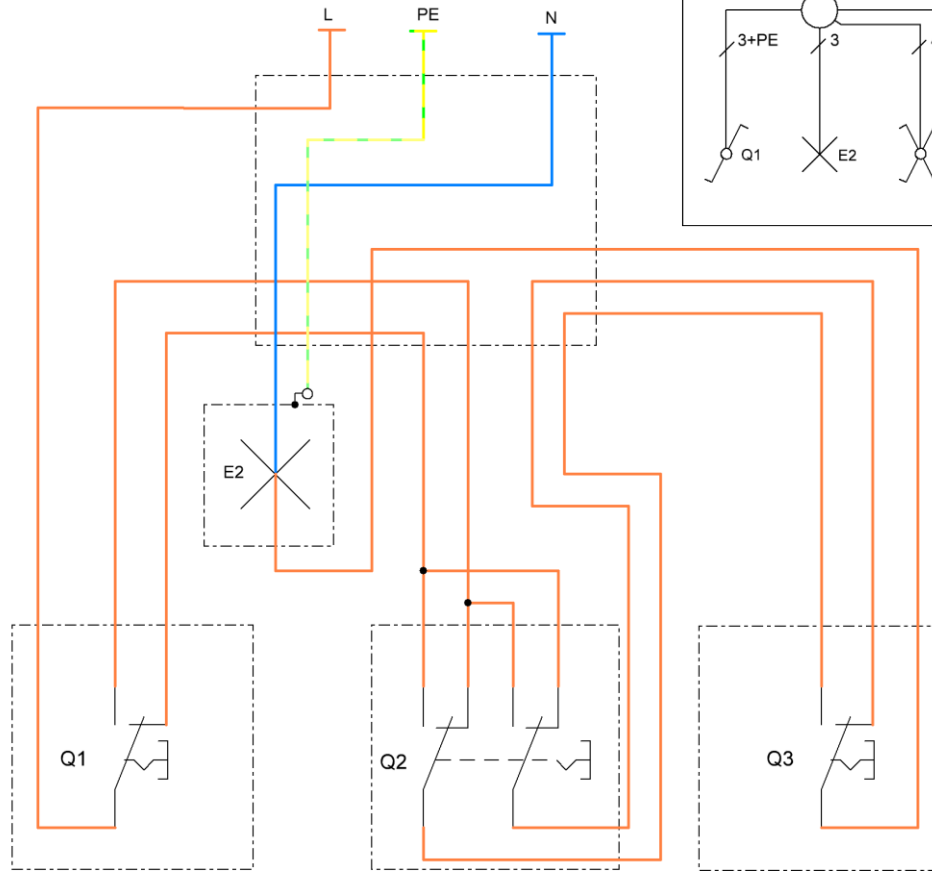
Nachstehend findest du den Stromlaufplan einer weiteren Lampenschaltung in zusammenhängender Darstellung.

a.) Ermittle den Namen der Schaltung.

**Kreuzschaltung**

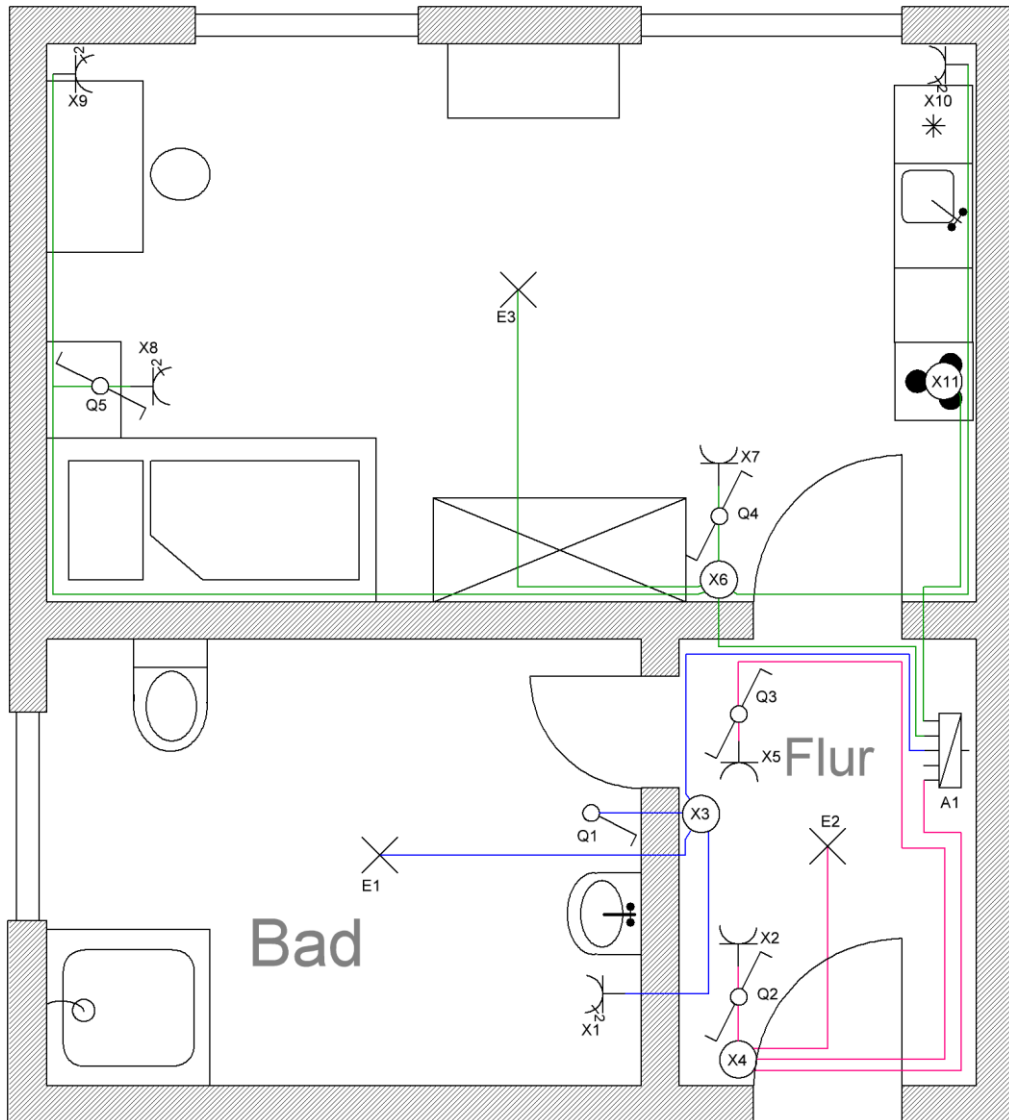
b.) Leite aus dem Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung und dem Übersichtsschaltplan den **Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung** ab.

Zuleitung NYM-J 3x1,5qmm von Stromkreisverteiler



### Übungsaufgabe 3 – Elektrische Installation im Wohnzimmer

Nachstehend siehst du den Grundriss der Wohnung von Klaus. Es gilt die Elektroinstallation für die Lampenschaltung mit Steckdosen im Wohnzimmer und den Anschluss des elektrischen Herdes in der Kochnische zu planen. Skizziere in einer separaten Farbe (z. B. grün) die Leitungen für Wohnzimmer und Kochnische.



Folgende Vorgaben sind einzuhalten:

- **Erster Stromkreis (Wohnzimmer)** mit Zuleitung von Stromkreisverteiler A1.
- Verteilerdose X6 für erste Zuleitung links im Wohnzimmer neben Türe.
- Wechselschaltung mit einem Schalter von Verteilerdose X6 abzweigend links neben der Türe und einer sinnvollen Platzierung für Schalter zwei, die frei wählbar ist. An beiden Schalter je eine Steckdose (X7 bzw. X8).
- Lampe von X6 abzweigend zur Mitte der Raumdecke.
- Von X6 abzweigend je zwei Steckdosen neben Bett (X7), Schreibtisch (X8) und in der Ecke im Raum, in welcher der Kühlschrank steht (X9).
- **Zweiter Stromkreis (Kochnische)** mit Zuleitung von Stromkreisverteiler A1.
- Verteilerdose X10 über elektrischem Herd für den dreiphasigen Anschluss.



## Übungsaufgabe 4 – Schleifenimpedanz

Bei der Anlagenprüfung nach DIN VDE 0100-600 wird in der Wohnung von Klaus über den Steckdosenstromkreis im Bad eine Schleifenimpedanz von  $Z_s = 5,2 \Omega$  gemessen. Es soll nun geprüft werden, ob dieser Wert in Ordnung ist, wenn mit einem LS-Schalter B13A abgesichert wird.

- a.) Bestimme zunächst den Kurzschlussstrom der fließen würde, wenn es zu einem Kurzschluss kommen würde.

$$I_K = \frac{U_0}{Z_s} = \frac{230 \text{ V}}{5,2 \Omega} = 44,23 \text{ A}$$

$$\underline{I_K = 44,23 \text{ A}}$$

- b.) Im Falle eines Kurzschlusses muss der Leitungsschutzschalter bei  $120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$  in mindestens  $t = 0,4 \text{ s}$  abschalten. Ab dem wie vielfachen des Nennstromes ist dies der Fall bei einem LS-Schalter der Klasse „B“?

Hinweis: Schau ggf. noch einmal im Kapitel Teilziel 1.2 – Leitungsschutzschalter (ab S. 11) nach.

**Ab dem 5-fachen des Nennstromes**

- c.) Bestimme den Strom der benötigt wird, damit der Leitungsschutzschalter unmittelbar den Stromkreis unterbricht.

$$I_a = 5 \cdot 13 \text{ A} = 65 \text{ A}$$

- d.) Wird dieser Strom im Kurzschlussfall mit der angegebenen Schleifenimpedanz erreicht? Begründe!

**Nein, wird er nicht, da der Kurzschlussstrom aufgrund der zu hohen**

**Schleifenimpedanz von  $5,2 \Omega$  nur maximal auf  $44,23 \text{ A}$  steigen kann.**

**D. h. der LS-Schalter löst zwar aus, aber nicht in der vorgeschriebenen**

**Zeit von  $t = 0,4 \text{ s}$ .**