

Planung und Realisierung eines elektrischen Kleinverteilers

Energieversorgung eines IT-Systems

Michael Dienert

19. Juni 2024

Inhaltsverzeichnis

1 Neuer Bildungsplan	1
1.1 Lernfelder, Zielanalysen, Lernsituationen	1
1.2 Rahmenvorgaben Lernsituationen	1
2 Lehrgang und Material	1
2.1 Lehrmaterial für den neuen Bildungsplan	1
3 Vorgaben des Bildungsplans	2
3.1 Vorgaben des Bildungsplans	2
3.2 Normen: VDE 0100	2
3.3 Lehrmaterial für den neuen Bildungsplan	2
4 Schutzmaßnahmen	2
4.1 TN-System	2
4.2 Automatische Abschaltung	3
4.3 Automatische Abschaltung	3
4.4 Fehlerstromtypen	3
4.5 Welcher RCD wird benötigt	4
5 Lernsituation	4
5.1 Hinweise Schaltplan	4

1 Neuer Bildungsplan

1.1 Lernfelder, Zielanalysen, Lernsituationen

- Bildungsplan für Fachinformatiker_{er} und Systemelektroniker_{er} 2019
- Lernfelder SE
- Zu jedem Lernfeld wurde eine *Zielanalyse* erstellt.
- Die Zielanalysen enthalten *Lernsituationen* zur Erarbeitung der Inhalte.
- Leider sind keine LS in den IT-Berufen online
- Ein Beispiel aus der Gastronomie

1.2 Rahmenvorgaben Lernsituationen

Eine Lernsituation besteht aus drei Teilen:

1. Beschreibung der Situation
2. Formulierung eines oder mehrerer Aufträge. Der oder die Aufträge **müssen** mit einem Operator (s.u.) beginnend formuliert werden.
3. Die Schüler_{er} erhalten eine Sammlung von für die Bearbeitung des Auftrags notwendigen Informationen. Diese Sammlung wird als *Datenkranz* bezeichnet.

2 Lehrgang und Material

2.1 Lehrmaterial für den neuen Bildungsplan

- KM stellt ab Jahr 2022 Mittel für die Erstellung von Lehrmaterial in den IT-Berufen bereit.
- Koordinator: Dr. Joachim Fels
- Ziel: Ausarbeitung von Unterrichtsmaterial und Fortbildungen für den neuen Bildungsplan IT
- sehr wichtig: Operatorenliste und Anforderungsstufen

3 Vorgaben des Bildungsplans

3.1 Vorgaben des Bildungsplans

- Zielanalyse
- Lernsituation 02
- Anlagendimensionierung, Leitungsdimensionierung
- Projekt möglich (zugeschaut und mitgebaut): Kleinverteiler
- *Normen* und Vorschriften

3.2 Normen: VDE 0100

- VDE 0100
- Literaturempfehlung: Kiefer, Schmolke, Callondann: VDE 0100 und die Praxis
- VDE 0100 wird ständig angepasst: immer aktuellste Auflage verwenden!

3.3 Lehrmaterial für den neuen Bildungsplan

- ITSE: Elektrofachkräfte
- Planung einer Unterverteilung für einen Serverraum mit Kaffeeküche
- Schutz gegen elektrischen Schlag
- Brand- und Leitungsschutz
- Betriebsmittel
- Fachbegriffe
- unzählige Abkürzungen (PE, RCBO, LS/FI, RCD, TN-S, ...)
- unüberschaubar grosses Regelwerk: VDE 0100

4 Schutzmaßnahmen

4.1 TN-System

- TN-C: nur zulässig, bei Leiterquerschnitt $> 10\text{mm}^2$ (CU) und fest verlegten Leitungen (Industrie)
- TN-S für alle Belange von IT-Systemelektronikern

- Stromkreisauftteilung: Teilabschaltungen im Fehlerfall, Beleuchtung, aktive IT-Komponenten
- Basisschutz: Schutz gegen direktes Berühren
- Fehlerschutz: automatische Abschaltung im Fehlerfall

4.2 Automatische Abschaltung

- Schutzleiter in jedem Stromkreis
- Verbindung aller Körper (leitende Gerätegehäuse) mit einem Schutzleiter
- Überstrom-Schutzeinrichtung (aka LS)
- Schleifenimpedanz beachten, Strom im Fehlerfall:

$$i > 10I_{N,LS} \text{ für Abschaltzeit} < 0.4s$$

$$\frac{230V}{160A} = 1.44\Omega \text{ bei } 16A \text{ LS}$$

4.3 Automatische Abschaltung

- **Zusätzlicher Schutz:** Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD, aka FI), $I_{Fehler} < 30mA$
- RCD darf **nicht** alleiniges Schutzmittel sein!
- RCD vorgeschrieben bei Steckdosenkreisen und (neu) Lichtstromkreisen, bei denen Laien die Leuchtmittel wechseln können
- Fehlerstrom-Schutzschalter mit integriertem Überstromschutz (**FI/LS**)
- Residual current operated Circuit-Breaker with Overcurrent protection
- vereint Leitungsschutzschalter mit thermischer und magnetischer Auslösung und Differenzstrom-Schutzschalter (Summenstromwandler)
- jeder Stromkreis erhält einen eigenen Fehlerstromschutz
- Teilabschaltung im Fehlerfall: hohe Verfügbarkeit
- Beispiel für einen FI/LS

4.4 Fehlerstromtypen

- Fehlerstrom Typ A: Wechselstrom- und Pulsstromsensitiv
- Fehlerstrom Typ F: wie Typ A und sensitiv für höherfrequente Fehlerströme bis 1kHz
- Fehlerstrom Typ B: wie F, zusätzlich *gleichstromsensitiv: allstromsensitiv*
- Fehlerstrom Typ B+: Frequenz der Fehlerströme darf bis 20kHz betragen; manche Hersteller spezifizieren bis 1MHz.

4.5 Welcher RCD wird benötigt

- Bei einphasig gespeisten Computernetzteilen mit Brückengleichrichtung auf der Primärseite können nur pulsformige (allerdings hochfrequente, $\gg 1\text{kHz}$) Fehlerströme fließen.
- Superbillige Steckernetzteile mit evtl. Einweggleichrichtung können glatte Fehlerströme erzeugen.
- RCD mindestens vom Typ F einsetzen.
- Schaltnetzteile arbeiten auf Frequenzen weit oberhalb von 1kHz , ein RCD vom Typ B+ (sehr teuer) würde derart hochfrequente Fehlerströme erkennen (Brandschutz)

5 Lernsituation

- Die vorgestellte Lernsituation lässt sich ohne kostenpflichtige Software abändern.
- Die Stromlaufpläne wurden mit dem Schaltplaneditor von KiCAD erstellt.
- KiCAD wird seit 1992 am CERN entwickelt und steht unter der GNU General Public License (GPL) version 3.
- Projektdateien: 7z-Archiv.
- KiCAD ist eine komplexe Anwendung, Einarbeitung ist notwendig.

5.1 Hinweise Schaltplan

- Betriebsmittel müssen nach DIN IEC 81346 gekennzeichnet werden.
- Übersicht über DIN IEC 81346, ab Seite 36
- Wichtig:
 - X Verbinder, Klemmleiste, Steckdosen
 - E Leuchten, Heizung, Kühlgerät?
 - Q Schalter