

ITSE, LF10: Energieversorgung eines IT-Systems

LS02: Elektrische Inbetriebnahme unter Berücksichtigung
der elektromagnetischen Verträglichkeit planen

Michael Dienert

Walther-Rathenau-Gewerbeschule Freiburg

19. Juni 2024

Inhalt

Neuer Bildungsplan

Lehrgang und Material

Vorgaben des Bildungsplans

Schutzmaßnahmen

Lernsituation

Lernfelder, Zielanalysen, Lernsituationen

- ▶ Bildungsplan für Fachinformatiker_„ und Systemelektroniker_„ 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

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

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

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

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

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

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**

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.

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.

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_{en} erhalten eine Sammlung von für die Bearbeitung des Auftrags notwendigen Informationen. Diese Sammlung wird als *Datenkranz* bezeichnet.

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.

Inhalt

Neuer Bildungsplan

Lehrgang und Material

Vorgaben des Bildungsplans

Schutzmaßnahmen

Lernsituation

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**

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

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**

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](#)

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**

Inhalt

Neuer Bildungsplan

Lehrgang und Material

Vorgaben des Bildungsplans

Schutzmaßnahmen

Lernsituation

Bildungsplan, Zielanalyse, LF10

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

Bildungsplan, Zielanalyse, LF10

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

Bildungsplan, Zielanalyse, LF10

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

Bildungsplan, Zielanalyse, LF10

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

Bildungsplan, Zielanalyse, LF10

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

Bildungsplan, Zielanalyse, LF10

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

Normen: VDE 0100

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

Normen: VDE 0100

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

Normen: VDE 0100

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

Normen: VDE 0100

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Inhalt

Neuer Bildungsplan

Lehrgang und Material

Vorgaben des Bildungsplans

Schutzmaßnahmen

Lernsituation

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_{iv}
- ▶ Stromkreisaufteilung: Teilabschaltungen im Fehlerfall, Beleuchtung, aktive IT-Komponenten
- ▶ Basisschutz: Schutz gegen direktes Berühren
- ▶ Fehlerschutz: automatische Abschaltung im Fehlerfall

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

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

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

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

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

Automatische Abschaltung

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

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

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

Automatische Abschaltung

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

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

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

Automatische Abschaltung

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

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

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

Automatische Abschaltung

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

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

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

Automatische Abschaltung

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

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

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

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

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

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

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

RCBO

- ▶ 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

RCBO

- ▶ 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

RCBO

- ▶ 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

RCBO

- ▶ 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

RCBO

- ▶ 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

RCBO

- ▶ 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

RCBO

- ▶ 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**

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Welcher RCD wird benötigt

- ▶ Bei einphasig gespeisten Computernetzteilen mit Brückengleichrichtung auf der Primärseite können nur pulsförmige (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)

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)

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)

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)

Welcher RCD wird benötigt

- ▶ Bei einphasig gespeisten Computernetzteilen mit Brückengleichrichtung auf der Primärseite können nur pulsförmige (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)

Inhalt

Neuer Bildungsplan

Lehrgang und Material

Vorgaben des Bildungsplans

Schutzmaßnahmen

Lernsituation

Materialerstellung

- ▶ 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.

Materialerstellung

- ▶ 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.

Materialerstellung

- ▶ 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.

Materialerstellung

- ▶ 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.

Materialerstellung

- ▶ 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.

Materialerstellung

- ▶ 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.

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

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

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

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