

## Infoblätter - Extra-Themen (Elektrotechnik)

Zum Einheften in deine AP2-Unterlagen (GA2/Strom) - kompakt, prüfungsnah, mit Mini-Beispielen.

**Enthält:** PoE-Budget, Selektivität, EMV, Brandschutz, Abschaltbedingungen/Zs, Erdung/PA/Schirm, Überspannungsschutz (SPD).

Tipp: Drucke die Seiten einzeln aus und hefte sie hinter deinen Strom-Altprüfungen ein.

# Infoblatt 01: PoE (Power over Ethernet) - Standards und Leistungsbudget

Energieversorgung über Netzwirkkabel - schnell rechnen, ob das PoE-Budget reicht.

## Worum geht's?

- PoE liefert Gleichspannung (typisch 48 V) über Twisted-Pair-Kabel an Endgeräte (PD), z. B. Access Point, IP-Kamera, VoIP-Telefon.
- Ein PoE-Switch oder Injektor ist das speisende Gerät (PSE). Entscheidend ist das **Leistungsbudget** des PSE und der Bedarf aller PDs.

## AP2-Trigger

- Formulierungen wie: "PoE-fähig", "PoE-Standard", "PoE-Leistung (z. B. 220 W)" oder eine Liste mit mehreren PoE-Endgeräten.
- In Altprüfungen u. a.: **Winter 2023/24 Strom** (PoE-Budget / 802.3at/bt), **Sommer 2024 Strom** (AP (PoE), PoE-Switch).

## Wichtige Standards (grob)

- **802.3af (PoE)**: bis 15,4 W am PSE (an der Buchse), typ. bis ca. 12,95 W am PD.
- **802.3at (PoE+)**: bis 30 W am PSE, typ. bis ca. 25,5 W am PD.
- **802.3bt (PoE++ / 4PPoE)**: Type 3 bis 60 W am PSE (typ. 51 W PD), Type 4 bis 90-100 W am PSE (typ. 71-90 W PD).
- Merke: **Verluste im Kabel** (Länge/Temperatur) und ggf. Reserve einplanen.

## Rechenweg in der Prüfung

- 1) PD-Leistung je Endgerät bestimmen (Datenblatt oder angenommener Standard).
- 2) Alle PD-Leistungen **aufsummieren** (Worst-Case: alle ziehen maximal).
- 3) Mit PoE-Budget des PSE vergleichen (z. B. 220 W).
- 4) Optional: Reserve (z. B. 10-20 %) einplanen und begründen.

## Mini-Beispiel

- Gegeben: 8 IP-Kameras je 12 W und 2 Access Points je 18 W.
- Summe:  $8 \cdot 12 \text{ W} + 2 \cdot 18 \text{ W} = 96 \text{ W} + 36 \text{ W} = \mathbf{132 \text{ W}}$ . Bei 220 W Budget: ausreichend (mit Reserve i. d. R. auch).

## Typische Fehler

- Nur Ports zählen statt **Watt** zu rechnen.
- PD-Wert mit PSE-Maximum verwechseln (Kabelverluste ignoriert).
- Nicht klar schreiben, ob du mit Worst-Case rechnest.

# Infoblatt 02: Selektivität - Schutzorgane so abstimmen, dass nicht alles ausfällt

Koordination von Sicherungen/LS/RCD: downstream soll zuerst auslösen.

## Worum geht's?

- Selektivität bedeutet: Bei einem Fehler löst **nur** das nächstgelegene Schutzorgan aus (z. B. der LS des betroffenen Stromkreises) - nicht der vorgeschaltete Hauptschutz.
- Ziel: **Versorgungssicherheit** (Rest der Anlage bleibt an).

## AP2-Trigger

- Begriffe: "Selektivität", "vorgeschaltet/nachgeschaltet", "Hauptsicherung", "Unterverteilung".
- In Altprüfungen u. a.: **Sommer 2024 Strom** nennt Selektivität explizit (im Aufgaben-/Lösungskontext).

## Praxisregeln für die Prüfung

- **LS/MCB**: Selektivität ist nicht immer automatisch gegeben - sie hängt von Kennlinien (B/C/D), In-Werten und Herstellerangaben ab.
- **Schmelzsicherungen**: Oft bessere Selektivität möglich (Hersteller-Selektivitätstabellen).
- **RCD**: Für Staffelung nimmt man upstream oft einen **selektiven Typ S** mit höherem  $I_{\Delta n}$  (z. B. 300 mA), downstream 30 mA für Personenschutz.

## Wie antwortet man AP2-sauber?

- Kurz definieren (nur betroffener Kreis löst aus).
- Dann Begründung: Vermeidung Gesamtausfall, bessere Verfügbarkeit.
- Wenn gefragt: Beispiel nennen (z. B. 30 mA RCD im Endstromkreis, vorgeschaltet 300 mA Typ S).

## Typische Fehler

- Kennlinie mit Selektivität verwechseln (C ist nicht automatisch selektiver als B).
- Bei RCD vergessen: Upstream muss ggf. Typ S sein, sonst lösen beide aus.

## Infoblatt 03: EMV in IT-Installationen - Störungen vermeiden

Trennung, Schirmung, Erdung: damit Datenleitungen stabil laufen.

### Worum geht's?

- EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit): Geräte dürfen sich nicht stören und müssen gegen Störungen robust sein.
- In IT-Infrastruktur relevant wegen: Netzteile, USV, Motoren/Antriebe, Leuchtstoff/LED-Treiber, lange Leitungswege, Schirme.

### AP2-Trigger

- Begriffe: "EMV", "Störeinstrahlung", "Trennung Energie/Daten", "Schirmung", "Potentialausgleich".
- In Altprüfungen taucht EMV mehrfach auf (z. B. **Sommer 2022 GA2, Sommer 2023 Strom, Winter 2023/24 Strom**).

### Schnelle Massnahmen (Prüfungsniveau)

- **Abstand:** Daten- und Energieleitungen getrennt führen; parallel nur mit Abstand, kreuzen möglichst im 90-Grad-Winkel.
- **Trassen/Abschirmung:** getrennte Kabelkanäle oder metallische Trassen, wo gefordert.
- **Twisted Pair:** Verdrillung reduziert Einstreuung; bei Bedarf STP/FTP statt UTP.
- **Schirm richtig anschliessen:** 360-Grad-Kontakt an Stecker/Buchse, Patchpanel und Rack bonding.
- **Potenzialausgleich:** Rack/Patchpanel an PA anbinden (vermeidet vagabundierende Ströme im Schirm).

### Mini-Beispiel Antwort

- Wenn gefragt: "Nennen Sie EMV-Massnahmen": 3-5 Punkte reichen (Trennung, 90-Grad-Kreuzung, Schirmung, PA, metallische Trassen).

### Typische Fehler

- Schirm nur einseitig oder 'lose' anschliessen, ohne PA-Konzept.
- Energie und Daten lange parallel im gleichen Kanal ohne Abstand/Trennung.

# Infoblatt 04: Brandschutz bei Leitungen und IT-Racks

Kabelausswahl, Verlegung und Abschottung - typische Zusatzfragen in GA2/Strom.

## Worum geht's?

- Brandschutz zielt auf geringe Brandlast, wenig Rauch/toxische Gase und das Stoppen von Brand-/Rauch-Ausbreitung (Kabeldurchführungen).
- IT-Racks sind oft 'Kabelsammler' - daher sind Verlegeweg, Kabeltyp und Abschottung wichtig.

## AP2-Trigger

- Begriffe: "Brandschutz", "Fluchtweg", "halogenfrei", "Rauchentwicklung", "Kabeldurchführung abschotten".
- In Altprüfungen kommt Brandschutz häufig vor (z. B. **Sommer 2023 Strom**, **Sommer 2024 Strom** im Lösungskontext).

## Prüfungsnahe Punkte

- **Halogenfrei (LSZH)**: weniger korrosive/toxische Gase; oft gefordert in Gebäuden/Fluchtwegen (abh. von Vorgaben).
- **CPR-Klassen** (EU-BauPVO): beschreiben Brandverhalten von Kabeln (Projektvorgaben beachten).
- **Abschottung**: Brandabschnitte nicht durch offene Kabelbündel 'kurzschliessen' - Durchbrüche mit zugelassenen Systemen abdichten (Brandschutzmanschette, Mörtel, Kissen, etc.).
- **Verlegewege**: keine unnötige Brandlast in Flucht- und Rettungswegen.

## Typische Fehler

- Nur 'halogenfrei' schreiben ohne Begründung (Rauch/korrosive Gase).
- Brandabschottung vergessen, wenn Leitungen durch Wände/Decken gehen.

# Infoblatt 05: Abschaltbedingungen, Schleifenimpedanz (Zs) und Kurzschluss

Prüfungs-Klassiker: Nachweis, dass Schutz schnell genug abschaltet.

## Worum geht's?

- Bei einem Fehler (z. B. L-PE) muss in TN-Systemen der Schutz **innerhalb der geforderten Zeit** abschalten (Schutz gegen elektrischen Schlag).
- Dazu prüft man die **Fehlerschleife**: Die Schleifenimpedanz Zs darf nicht zu hoch sein.

## AP2-Trigger

- Begriffe: "Schleifenimpedanz", "Zs", "Fehlerschleife", "Abschaltzeit", "Kurzschlussstrom".
- In Altprüfungen/Lösungen u. a.: **Winter 2023/24 Strom (Lösung)** nennt die Messung der Schleifenimpedanz.

## Kernformel (TN)

- $Z_s \leq U_0 / I_a$
- U0: Nennspannung gegen Erde (typ. 230 V).
- Ia: Strom, der das Schutzorgan *sicher* in der geforderten Zeit auslöst (magnetische Auslösung beim LS).

## Ia für LS (Prüfungsfähig, grob)

- Kennlinie B: Ia ca. 5 \* In
- Kennlinie C: Ia ca. 10 \* In
- Kennlinie D: Ia ca. 20 \* In
- Hinweis: In echten Tabellen stehen Bereiche - in der AP2 reicht meist der konservative Ansatz für den Nachweis.

## Mini-Beispiel

- LS B16, U0 = 230 V -> Ia = 5\*16 A = 80 A.
- $Z_{s\_max} = 230 \text{ V} / 80 \text{ A} = \mathbf{2,88 \text{ Ohm}}$ .
- Wenn gemessen: Zs = 1,4 Ohm -> Nachweis ok.

## Typische Fehler

- RCD mit Kurzschluss/LS verwechseln: RCD schützt zusätzlich, ersetzt aber den Überstromschutz nicht.
- Ia zu klein ansetzen (falsche Kennlinie) -> Nachweis wird 'zu gut'.

# Infoblatt 06: Erdung, Potentialausgleich und Schirmkonzept (Rack/Patchpanel)

Warum 'alles auf gleichem Potential' die IT stabiler und sicherer macht.

## Worum geht's?

- **Schutzerdung (PE):** Schutz gegen elektrischen Schlag (Fehlerströme sicher ableiten).
- **Potentialausgleich (PA):** leitfähige Teile auf ähnliches Potential bringen - reduziert Berührspannung und Störungen.
- **Schirmung:** reduziert EMV-Einstreuung - funktioniert nur sauber mit gutem PA/Bonding.

## AP2-Trigger

- Begriffe: "Erdung", "Potentialausgleich", "Rack erden", "Schirm auflegen", "Haupterdungsschiene".
- In Altprüfungen tauchen Erdung/PA/Schirm-Kontexte regelmässig auf (mehrere Strom-GA2).

## Prüfungsnahe Aussagen

- Rack/Metallteile an den Potentialausgleich anbinden (kurzer, niederohmiger Leiter).
- Patchpanel in den Rack-PA einbeziehen (Bonding).
- Schirm von Datenkabeln nur dann nutzen, wenn das Gesamtkonzept stimmt (sonst Störströme/Brummen).
- PE (Schutzleiter) und PA sind verwandt, aber nicht 'einfach egal' - PA ist das Verbindungsnetz zwischen leitfähigen Teilen.

## Typische Fehler

- Schirmung als 'Wundermittel' ohne PA-Konzept.
- Rack steht 'isoliert' ohne PA, obwohl viele geschirmte Leitungen ankommen.

# Infoblatt 07: Überspannungsschutz (SPD) - optional, aber sehr sinnvoll bei IT

Nicht immer Schwerpunkt in Altprüfungen, aber ein gutes Plus-Thema.

## Worum geht's?

- Überspannungen entstehen z. B. durch Blitz (direkt/nah) oder Schalthandlungen. IT-Hardware ist empfindlich (Netzteile, Switches, Router).
- SPDs (Surge Protective Devices) begrenzen die Spannungsspitze und leiten Energie gegen Erde ab.

## SPD-Typen (Kurzübersicht)

- **Typ 1:** Blitzstromableiter (Gebäudeeintritt, grobe Energie).
- **Typ 2:** Überspannungsableiter in Unterverteilung (mittlere Energie).
- **Typ 3:** Feinschutz nahe am Endgerät (Steckdosen-/Geräteschutz).
- Für Datenleitungen gibt es separate Ableiter (z. B. RJ45/Koax) - immer mit gutem PA kombinieren.

## Prüfungsnahe Kernaussage

- Koordination: Typ 1 -> Typ 2 -> Typ 3 (von grob nach fein) + kurzer Anschluss an PA/HES.
- Ohne guten Potentialausgleich wirkt SPD deutlich schlechter.