

Vorlesung

Elektrische Installationstechnik

Kapitel 3

Elektrische Energieversorgung in Gebäuden

Dr. Andreas Kühner
Version 1 / Mai 2009



Energie
braucht Impulse

Elektrische Energieverteilung in Gebäuden

Wohnbauten



Leitungsführung

-Allgemeine Bedingungen für die Netznutzung von Tarifkunden (AVB Netz)

Sie beinhaltet Bestandteile des Versorgungsvertrages und Regelungen, die sich im Wesentlichen auf die technischen Ausführungen beziehen.

-Technische Anschlussbedingungen (TAB)

Die „Technischen Anschlussbedingungen“ ermächtigen durch AVB Netz die Ausführung der Elektroinstallation, fordern, dass keine Rückwirkung der Verbraucheranlage ins Netz auftritt und eine rationelle Durchführung der Energieversorgung gewährleistet ist.

- Gewerbeordnung mit ihren ergänzenden Verordnungen

Sie beinhaltet z.B.: Aufzugsverordnung und Arbeitsstättenverordnung.

- Landesbauordnung mit ihren ergänzenden Verordnungen

Inhalte sind: Feuerungsverordnung, Garagenverordnung usw.

- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft

Zum Einstieg hier nun ein kleines Berechnungsbeispiel, welches die Problematik der Leitungsauswahl darzustellen versucht.

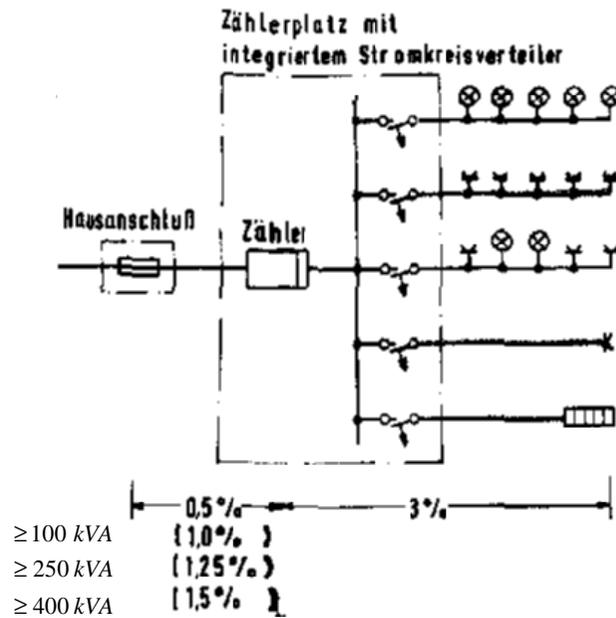
Beispiel:

In einem Mehrfamilienhaus befinden sich die Zählerplätze im Keller. Die Stromkreisverteiler sind nach DIN 18015 Teil 1 innerhalb der Wohnungen in der Nähe des Lastschwerpunktes. Die Verbindungsleitung zwischen Zählerplatz und Stromkreisverteiler hat eine Länge von 10 m. Wie lang dürfen die Leitungen der vom Stromkreisverteiler abgehenden Leitungen der Beleuchtungsstromkreise maximal sein, wenn Querschnitte von $3 \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ verwendet werden? Es ist ein $\cos \varphi = 1$ einzusetzen.

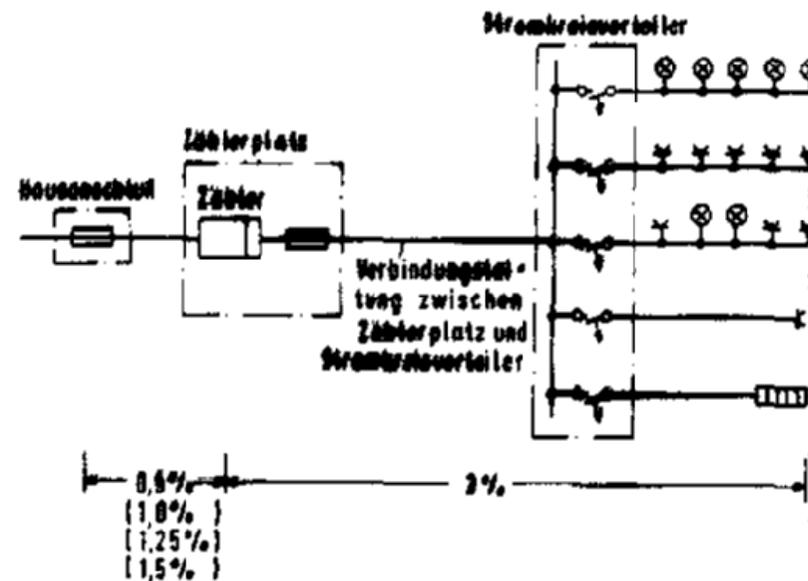
Voraussetzungen:

- Spannungsabfall nach DIN 18015 Teil 1 maximal 3 %.
- Querschnitt der Verbindungsleitung zwischen Zählerplatz und Stromkreisverteiler $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ nach DIN 18015 Teil 1.
- Der Spannungsabfall auf der Verbindungsleitung zwischen Zählerplatz und Stromkreisverteiler als auch auf der Leitung zwischen Überstromschutzorgan im Stromkreisverteiler und dem Verbrauchsmittel geht in die Berechnung ein.

Leitungsführung in Wohnbauten



Elektroinstallation nur mit Stromkreisverteiler



Elektroinstallation mit Stromkreisverteiler und Unterstromkreisverteiler

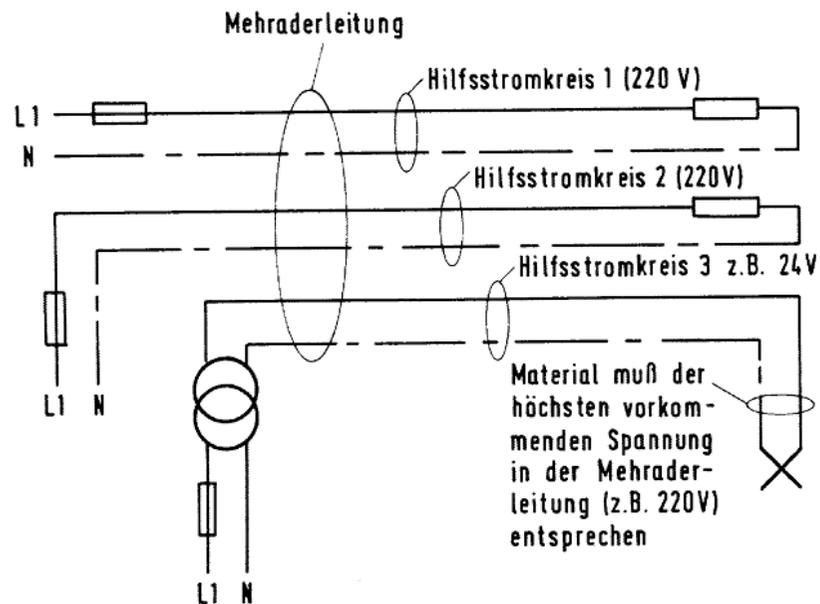
Zusammenfassen von Leitern von Stromkreisen

- Aderleitungen in Elektroinstallationsrohren oder -kanälen

Es dürfen nur die Leiter eines Hauptstromkreises einschließlich der zu diesem Hauptstromkreis gehörigen Hilfsstromkreise zusammengefasst werden.

- Mehr- und vieladrigte Leitungen und Kabel

Bei mehreren Hauptstromkreisen einschließlich der zugehörigen Hilfsstromkreise dürfen in einer mehr- bzw. vieladrigen Leitung einem mehr- bzw. vieladrigen Kabel vereinigt sein.



Zusammenfassen von Leitern von Stromkreisen

- Verbindungen oder Abzweige in gemeinsamen Kästen

Klemmen für verschiedene Stromkreise müssen bei Verbindungen oder Abzweigungen in einem gemeinsamen Kasten durch isolierende Zwischenwände getrennt werden. Die Ausnahme stellen Reihenklemmen dar.

- Aufteilung von Leitern eines Hauptstromkreises

Die einzelnen Leiter eines Hauptstromkreises dürfen nicht auf verschiedene Leitungen, Kabel, Kanäle oder Rohre verteilt werden. Bei Hilfsstromkreisen ist eine Aufteilung zulässig.

- Getrennte Führung von Hilfsstromkreisen

Bei getrennter Verlegung der Hilfsstromkreise von den Hauptstromkreisen dürfen mehrere Hilfsstromkreise in eine mehr- bzw. vieladrigen Leitung oder Kabel vereinigt werden.

- Gemeinsamer Neutraleiter

In Hauptstromkreisen ist es nicht zulässig einen gemeinsamen Neutraleiter zu verwenden, da er damit zum höchstbelasteten Leiter werden könnte.

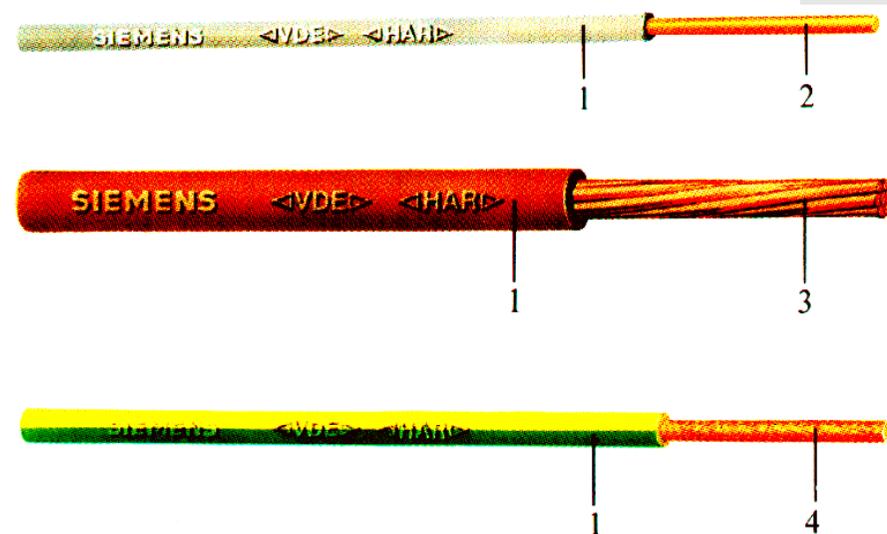
Häufig zur Anwendung kommenden Leitungen und Kabeln für feste Verlegung

— EnBW

Aderleitungen

Die Basisisolierung der Aderleitung benötigt zusätzlichen Schutz durch eine Elektroinstallationsröhre oder -kanal, welche nur mit Werkzeugen geöffnet werden sollen.

Die Verlegung ist nur innerhalb geeigneter Betriebsmittel zulässig, nicht erlaubt ist die direkte Verlegung auf Holzleisten, im, auf oder Unterputz, auf Pritschen, Rinnen oder Wannen. Andererseits ist die freie Verlegung für Schutz- und Potentialausgleichsleiter zulässig, da diese im Normalfall kein Strom führen.



- 1 PROTODUR-Isolierhülle
- 2 Kupferleiter, eindrätig
- 3 Kupferleiter, mehrdrätig
- 4 Kupferleiter, feindrätig

Häufig zur Anwendung kommenden Leitungen und Kabeln für feste Verlegung

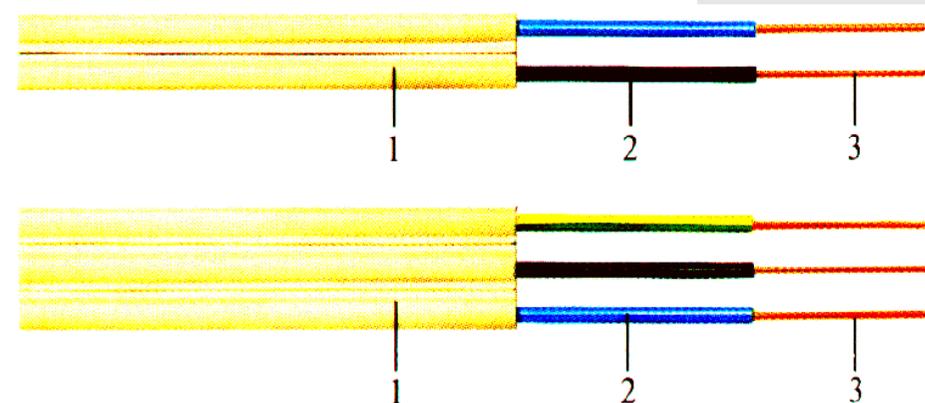
	1. Teil	2. Teil	3. Teil
Kennzeichen der Bestimmung			
Harmonisierte Bestimmung _____	H		
Anerkannter nationaler Typ _____	A		
Nennspannung U_0/U			
100/100 V _____	01		
300/300 V _____	03		
300/500 V _____	05		
450/750 V _____	07		
Isolierwerkstoff			
PVC _____	V		
PVC, wärmebeständig (90 °C) _____	V2		
PVC, kältefest (-25 °C) _____	V3		
Natur- und/oder Styrol-Butadienkautschuk _____	R		
Kautschuk, wärmebeständig (110 °C) _____	G		
Silikon-Kautschuk _____	S		
Mantelwerkstoff			
PVC _____	V		
Natur- und/oder Styrol-Butadienkautschuk _____	R		
Polychloroprenkautschuk _____	N		
chlorierter Kautschuk _____	N2		
Glasfasergeflecht _____	J		
Textilgeflecht _____	T		
Textilbeflechtung mit flammwidriger Masse _____	T2		
mit Textilgeflecht auf jeder Ader _____	T6		
Polyamidumhüllung auf jeder Ader _____	Q4		
Besonderheiten im Aufbau			
flache, aufteilbare Leitung _____	H		
flache, nicht aufteilbare Leitung _____	H2		
flache PVC-Leitung mit drei oder mehr Adern _____	H6		
mit Zugentlastungselement/Tragorgan _____	D3		
Kerneinlauf (kein Tragelement) _____	D5		
Leiterart			
eindräftig _____	-U		
mehrdräftig _____	-R		
feindräftig bei Leitungen für feste Verlegung _____	-K		
feindräftig bei flexiblen Leitungen _____	-F		
feinstdräftig bei flexiblen Leitungen _____	-H		
Lahnlitze _____	-Y		
Kupferleiter für Schweißleitungen, normale Flexibilität _____	-D		
Kupferleiter für Schweißleitungen, besonders hohe Flexibilität _____	-E		
Aderzahl _____	...		
Schutzleiter			
ohne Schutzleiter _____	X		
mit Schutzleiter _____	G		
Nennquerschnitt des Leiters _____	...		

Häufig zur Anwendung kommenden Leitungen und Kabeln für feste Verlegung

— EnBW

Stegleitungen

Stegleitungen dürfen im und unter Putz verlegt werden, wobei die Leitung im gesamten Verlauf von Putz bedeckt sein muss (min 4 mm Putzstärke). Die Verlegung ist nur in trockenen Räumen zulässig, also nicht in Bädern, Sauna, Schwimmbädern, usw. In Hohlräumen von Decken und Wänden, falls diese aus Stein, Beton oder ähnliche nicht brennbaren Stoffen ist die Installation mit Stegleitungen möglich. Die Verlegung auf Holz und die Bündelung in Kanälen ist nicht gestattet. Die Befestigung der Stegleitung muss ausschließlich mit Gips, Kleber, Schellen oder Nägel mit Isolierstoffunterlegscheiben erfolgen.



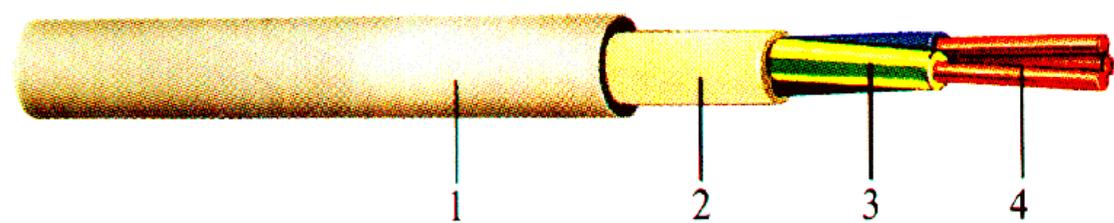
- 1 Gummihülle
- 2 PROTODUR-Isolierhülle
- 3 Kupferleiter, eindrätig

Häufig zur Anwendung kommenden Leitungen und Kabeln für feste Verlegung

— EnBW

PVC Mantelleitung (NYM, NYMZ, NYMT)

Die PVC-Mantelleitung ist für die Verlegung in feuchten, nassen Räumen, sowie im, auf, unter Putz und im Mauerwerk geeignet. Im Beton nur dann, wenn dieser keinen Schüttel-, Rüttel- oder Stampfprozess unterworfen wird. Bei kurzen Strecken darf sie sogar unter Verwendung von Schutzrohren unterirdisch verlegt werden.

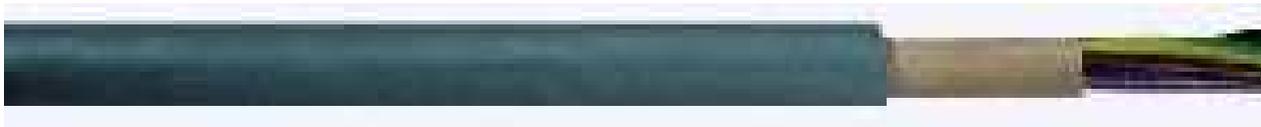


- 1 **PROTODUR-Mantel**
- 2 **Adernumhüllung**
- 3 **PROTODUR-Isolierhülle**
- 4 **Kupferleiter, ein- oder mehrdrähtig**

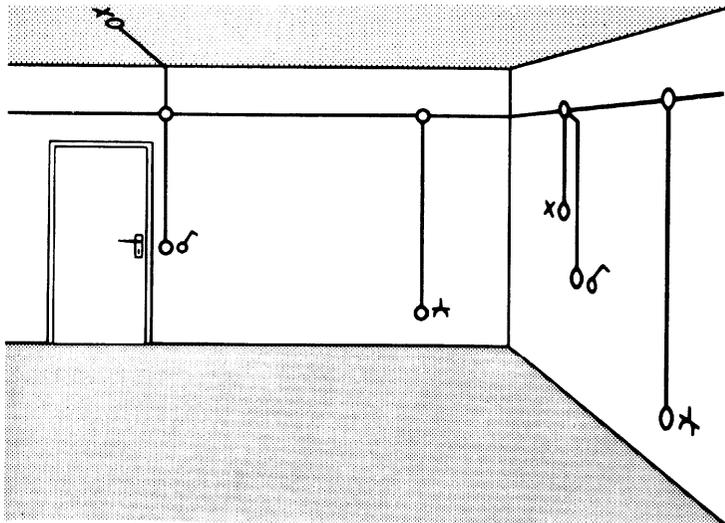
Häufig zur Anwendung kommenden Leitungen und Kabeln für feste Verlegung

NYY-Kunststoffkabel

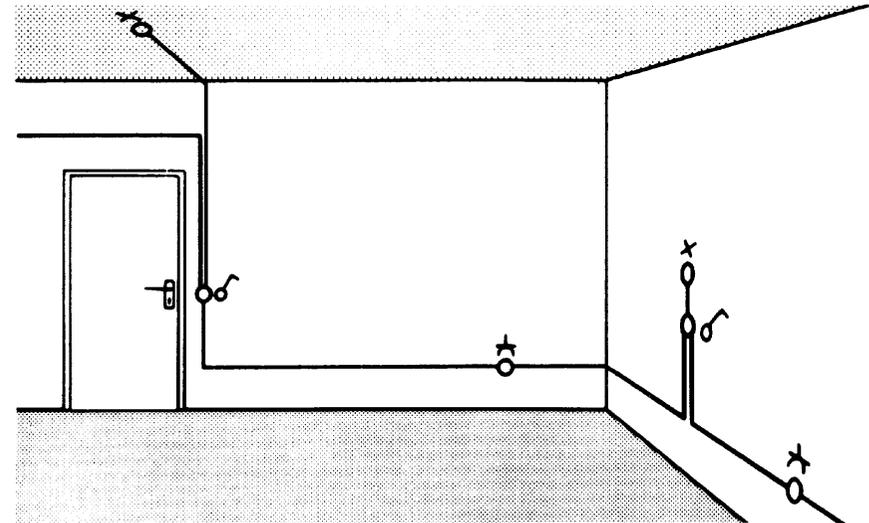
Die freie Verlegung sowohl in Beton, Erdreich und Wasser ist gestattet. Wird das Kabel im Erdreich verlegt muss es mindestens 0,6 m unter der Oberfläche und gegen die am Verlegeort zu erwartenden mechanischen Einwirkungen geschützt werden.



Installationsformen

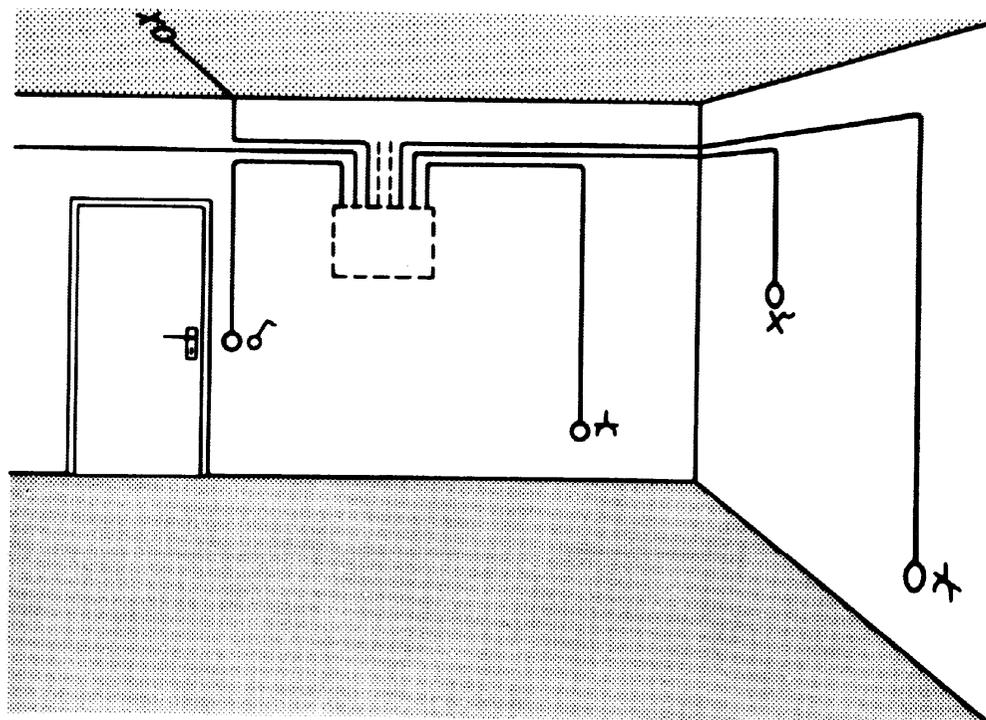


Installation mit Verbindungsboxen



Installation mit Geräteverbindungsboxen

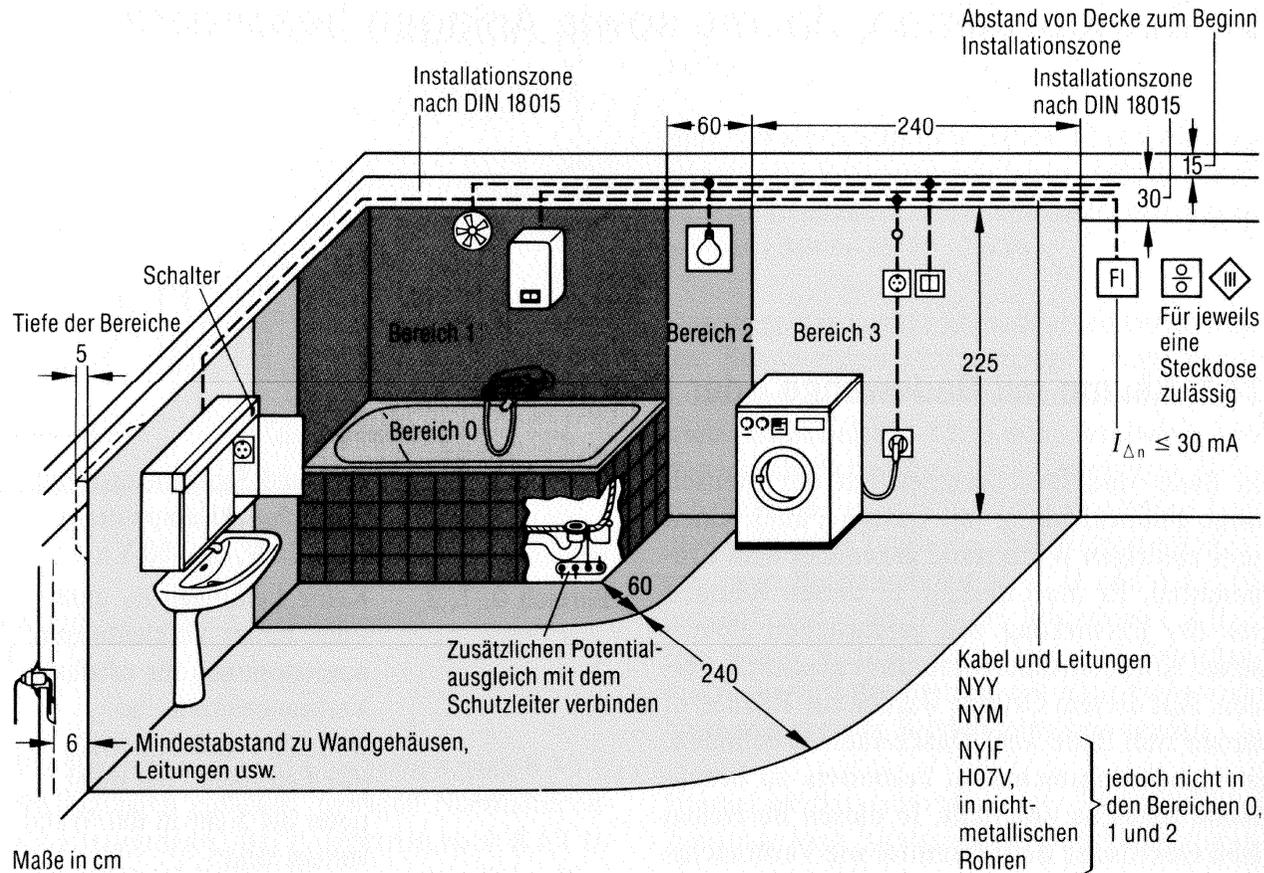
Installationsformen



Installation mit zentralen Verteilerkästen

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art in Wohngebäuden

Dusch- und Badräume



Ausstattung elektrischer Anlagen

Mindestausstattung

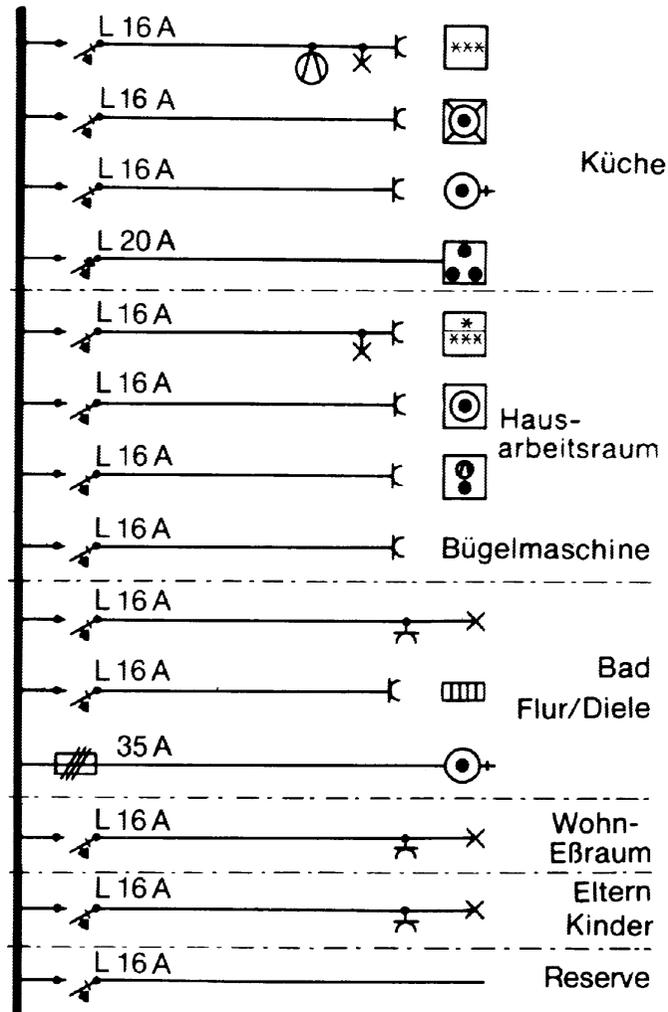
Wohnfläche der Wohnung in qm	Anzahl der Stromkreise für Beleuchtung und Steckdosen
bis 50	2
über 50 bis 75	3
über 75 bis 100	4
über 100 bis 125	5
über 125	6

Gehobene Ausstattung

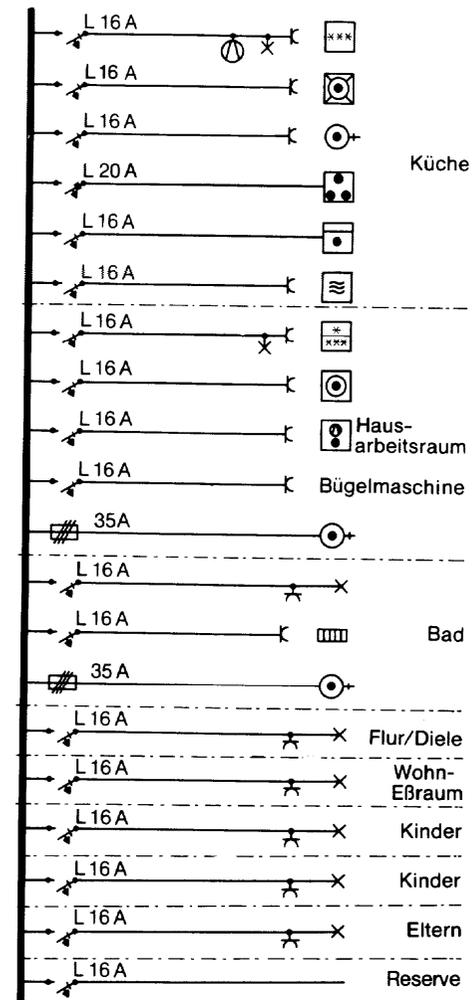
Wohnfläche der Wohnung in qm	Anzahl der Stromkreise für Beleuchtung und Steckdosen
bis 45	3
über 45 bis 55	4
über 55 bis 75	6
über 75 bis 100	7
über 100	8

Ausstattung elektrischer Anlagen

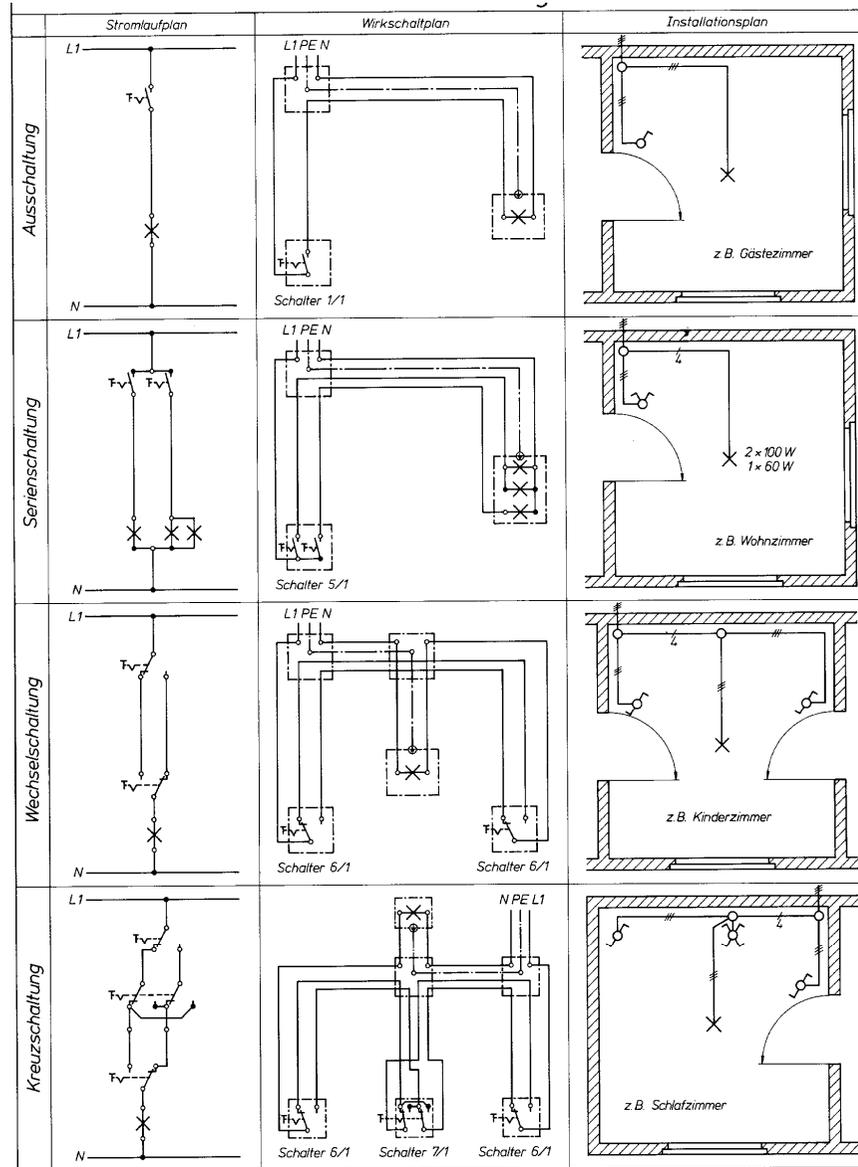
Mindestausstattung



Gehobene Ausstattung

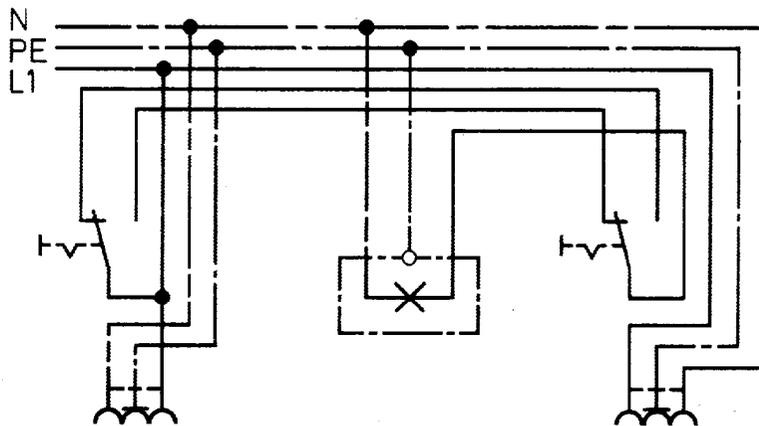


Installationschaltungen

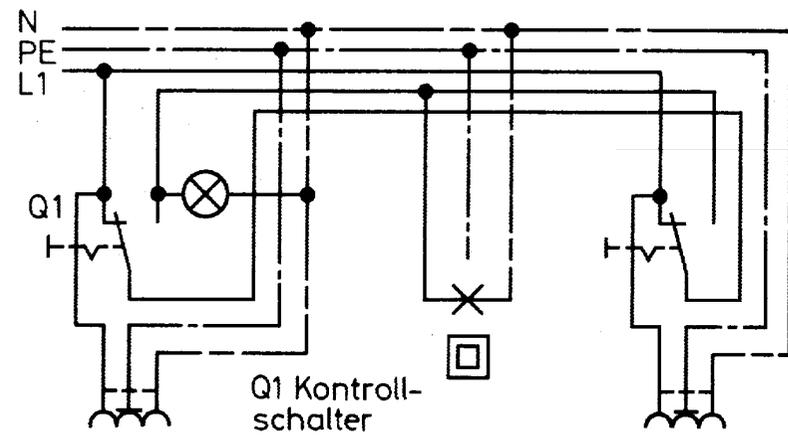


Installationschaltungen

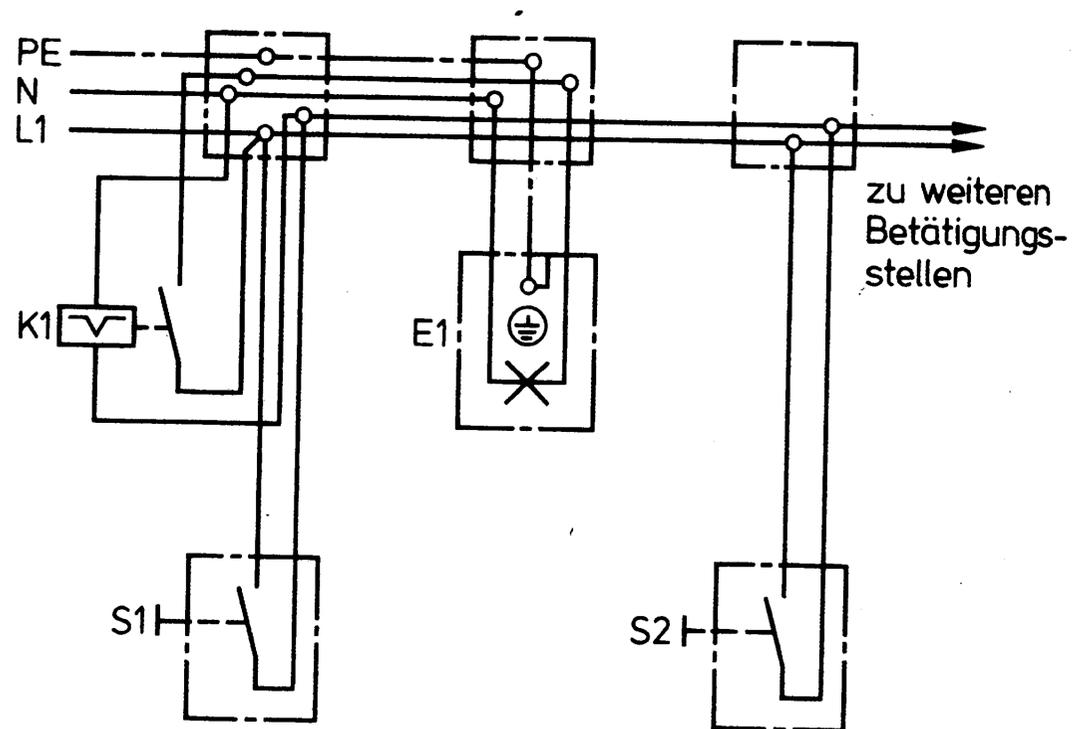
Wechselschaltung



Sparwechselschaltung

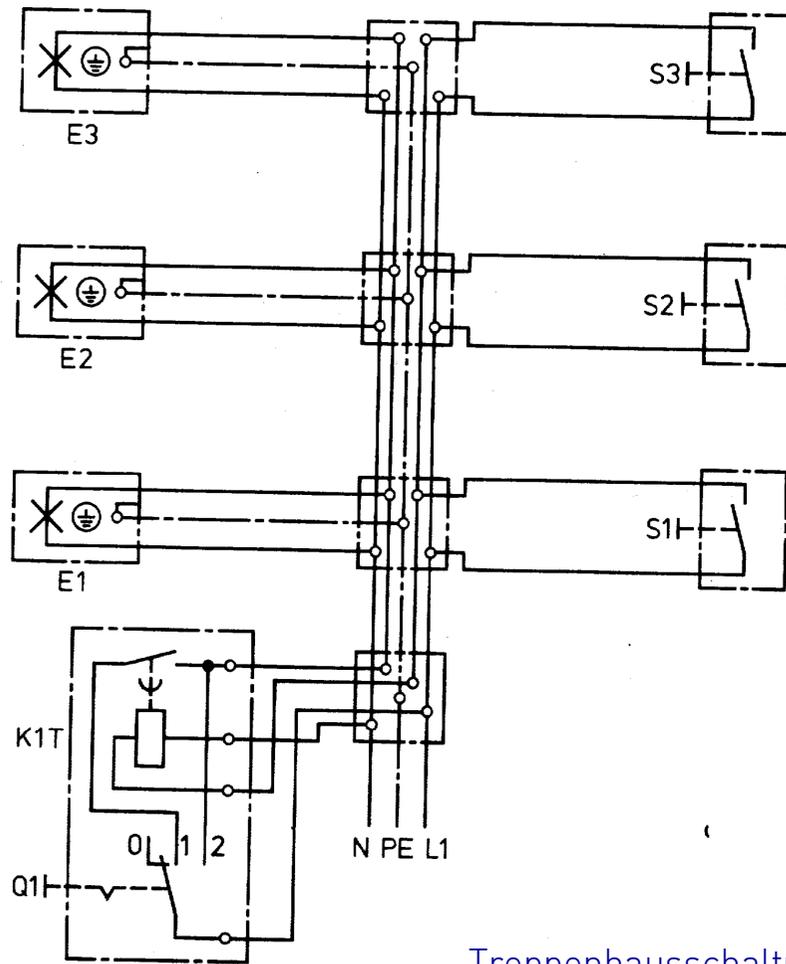


Installationsschaltungen



Grundprinzip einer Installationsschaltung mit Stromstoßschalter

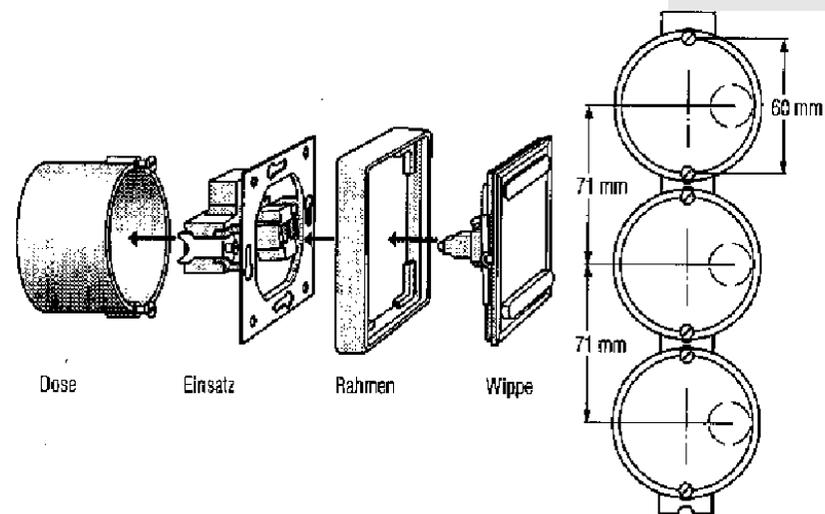
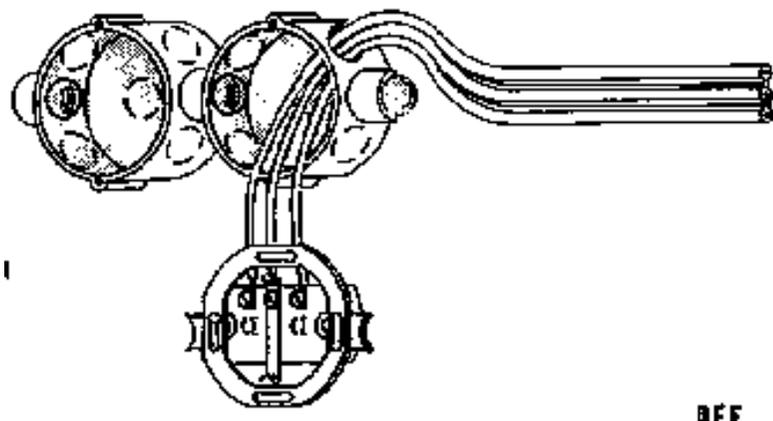
Installationsschaltungen



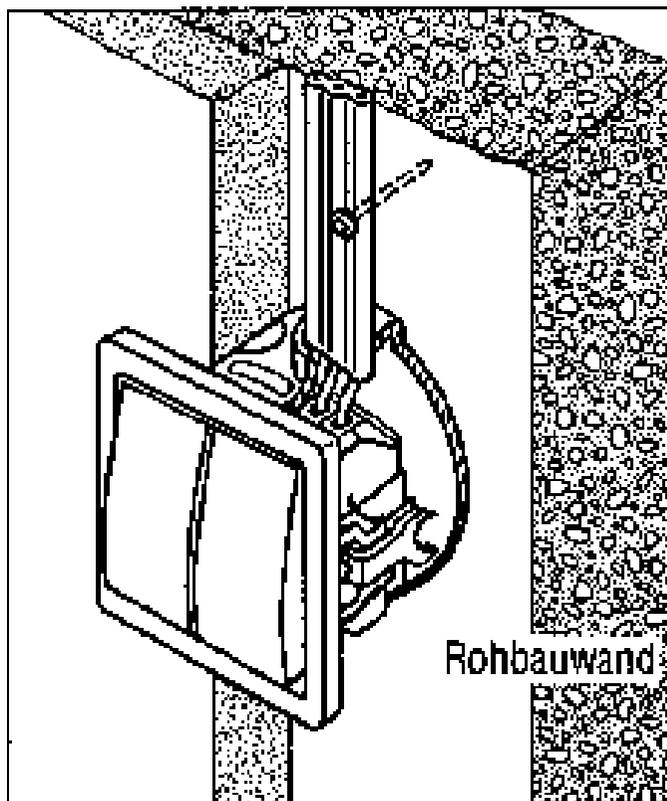
- 0 - ausgeschaltet
- 1 - mit Zeitrelais und Schalter
- 2 - Dauerlicht

Treppenhausschaltung mit Treppenlicht-Zeitschalter

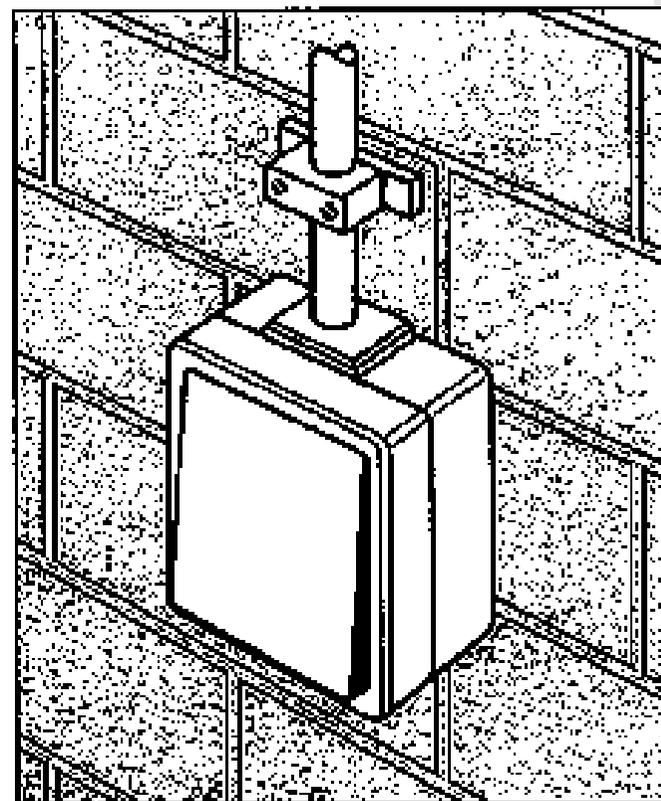
Installationsschaltungen



Unterputzinstallation

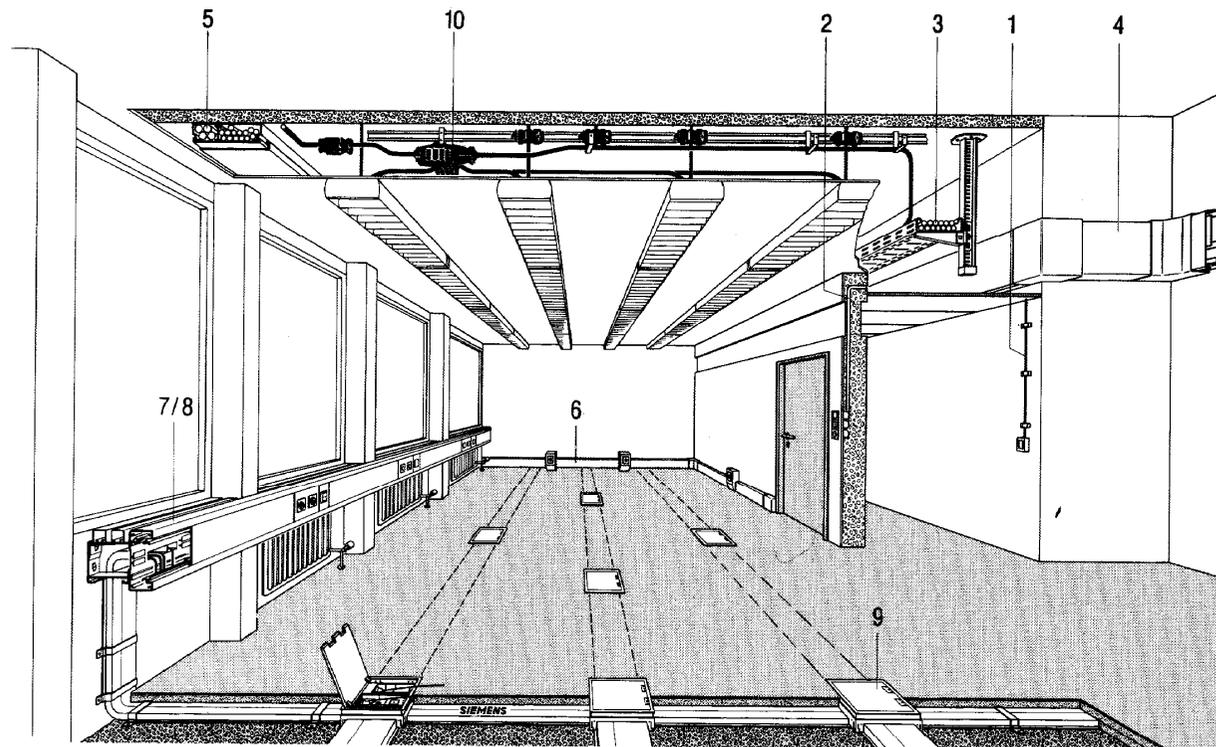


Unterputzinstallation mit Stegleistungen



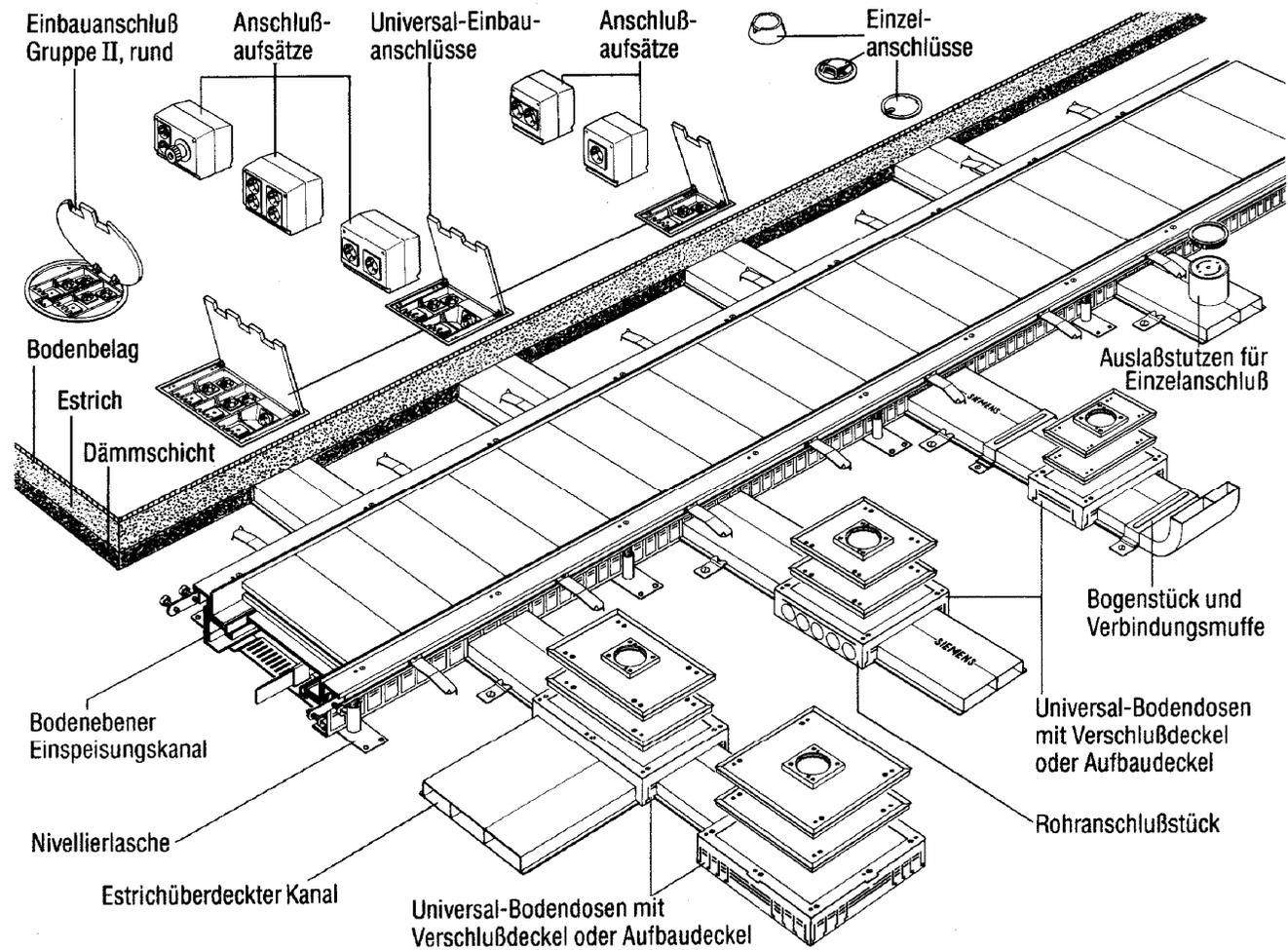
Aufputzinstallation

Großbauten Leitungsverlegungen bei Verbraucherstromversorgung (Klassisch)



- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 Aufputzmontage | 6 Fußbodenleistenkanal |
| 2 Unterputzmontage | 7 Fensterbankkanal |
| 3 Kabelbahnen | 8 Brüstungskanal |
| 4 Leitungsführungskanal für Wand | 9 Unterflursystem |
| 5 Leitungsführungskanal für Decke | 10 Schnellmontagesystem (vorkonfektioniertes Leitungsverlegesystem) |

Großbauten Leitungsverlegungen bei Verbraucherstromversorgung (Klassisch)



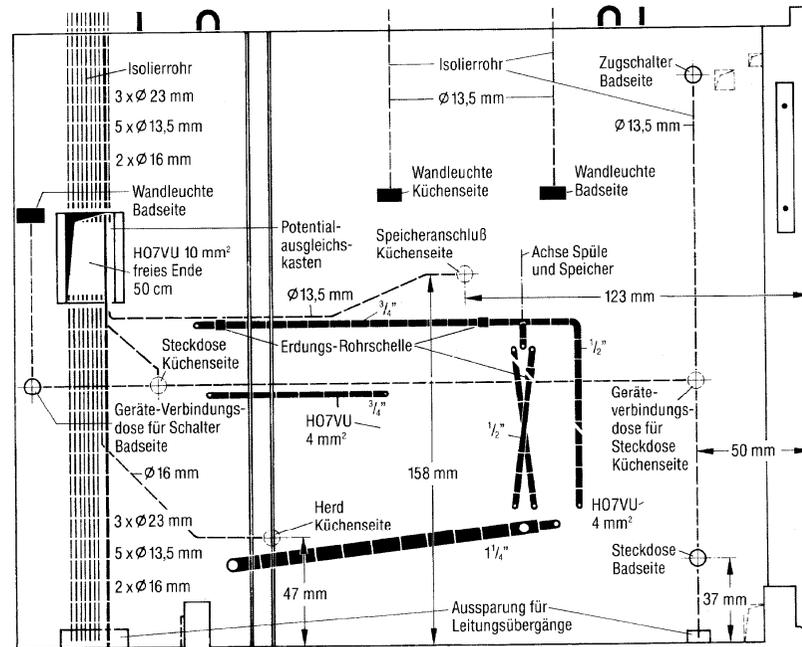
Fertigteil-Bauweise

Großtafelbauweise

- Wand und Deckenelemente werden an der Baustelle zusammengesetzt.
- in einer Platte befindlichen Steckdose und Lichtauslässe einem Stromkreis zuordnen
- Verbindung von Wand zu Wand (Aussparrung muss nachgebessert werden)

Leichtbauweise (Holzrahmenbauweise)

- z. B. Einfamilienhäuser Material: Holz, Gipsplatten
- senkrechte Verlegung in der Wand
- Waagrechte Verlegung oft im Dachboden



Ortbetonbauweise

- an Baustelle geschalt, armiert und geschüttelt
- flexible Isolierrohre (senkrechte Verlegung!! in den Wänden, waagrechte Verlegung in der Decke)
- Spinnennetzanordnung

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art



Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art



Explosionsgefährdete Betriebsstätten

-DIN VDE 0100 Teil 100 und 101

-DIN VDE 0165

Explosionsgefährdete Bereiche

Bereiche in denen aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eine explosionsfähige Atmosphäre in gefahrdrohender Menge auftreten kann.

Zone 0: gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ständig oder langfristig vorhanden

Zone 1: bei der zu rechnen ist, dass gefährliche Atmosphäre gelegentlich auftritt

Zone 2: bei denen gefährliche expl. Atmosphäre nur selten und dann auch nur kurzzeitig auftreten

Explosionsfähige Atmosphäre

Luft, brennbare Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäuben bestehendes Gemisch, indem sich unter atmosphärischen Bedingungen eine Verbrennung nach Zündung selbstständig fortpflanzen kann.

Zündtemperatur

Ist die niedrigste Temperatur bei der eine explosive Atmosphäre unter festgelegten Bedingungen gerade noch zur Explosion gebracht werden kann.

Flammpunkt

Ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus der zu prüfenden Flüssigkeit unter DIN 51755, DIN 51758 und DIN 53213 Teil 1 festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie mit der Luft über dem Flüssigkeitsspiegel ein entflammbares Gemisch ergeben.

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art

Installationsbestimmungen

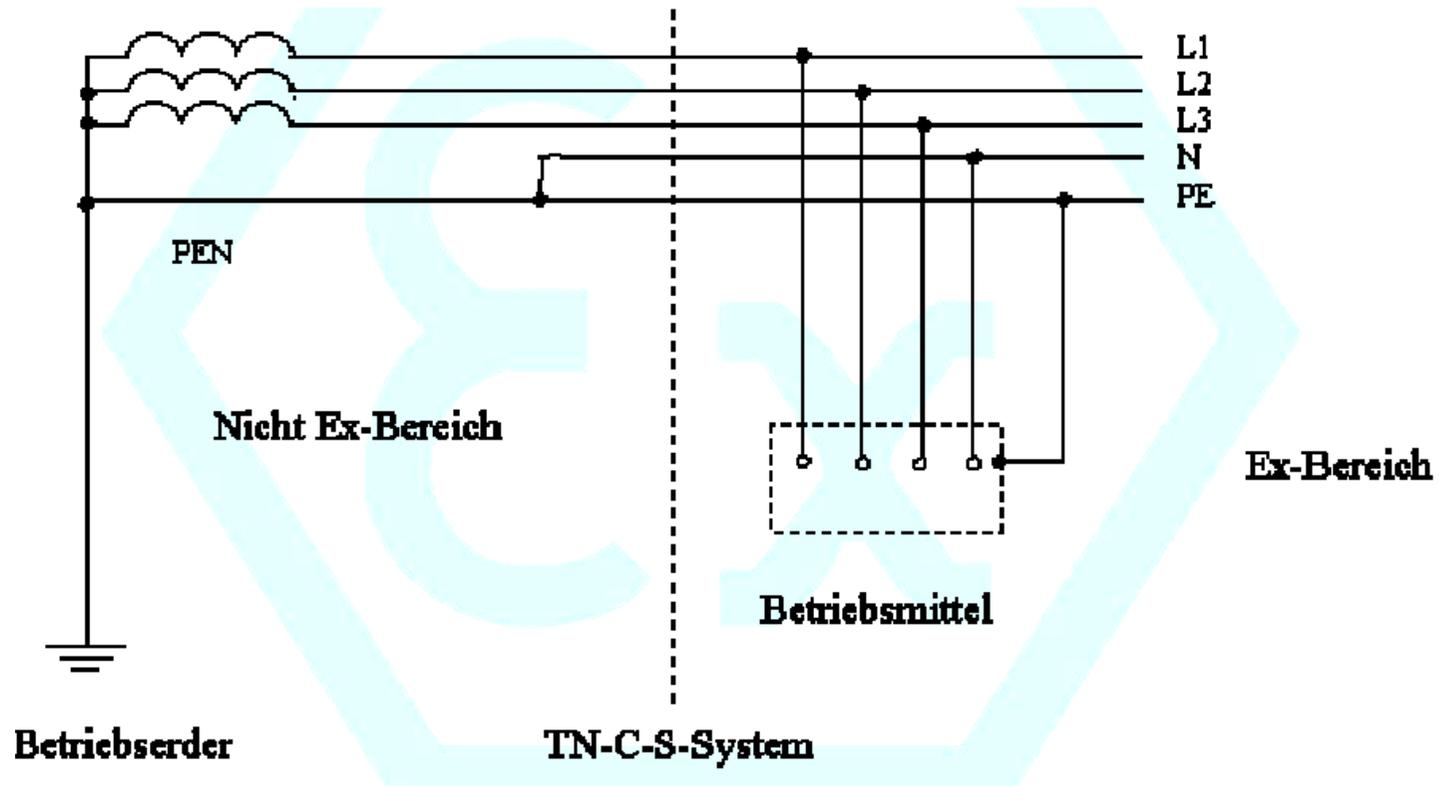
Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen auch den zutreffenden Anforderungen in nicht explosionsgefährdeten Bereichen entsprechen. Betriebsmittel sind möglichst außerhalb von Ex-Räumen zu installieren. Ist dies nicht möglich, so sollten sie (unter Beachtung der Auswahlkriterien) in den Bereichen installiert werden, in denen die Gefährdung am geringsten ist.

In den Zonen 0, 1 und 2 ist ein **Schutzpotentialausgleich** vorzusehen. Die Querschnitte sind wie für den **Schutzpotentialausgleich 6 mm² Kupfer** oder 16 mm² Aluminium oder 50 mm² Stahl nach DIN VDE 0100 Teil 540 zu dimensionieren. Die Verbindungen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein.

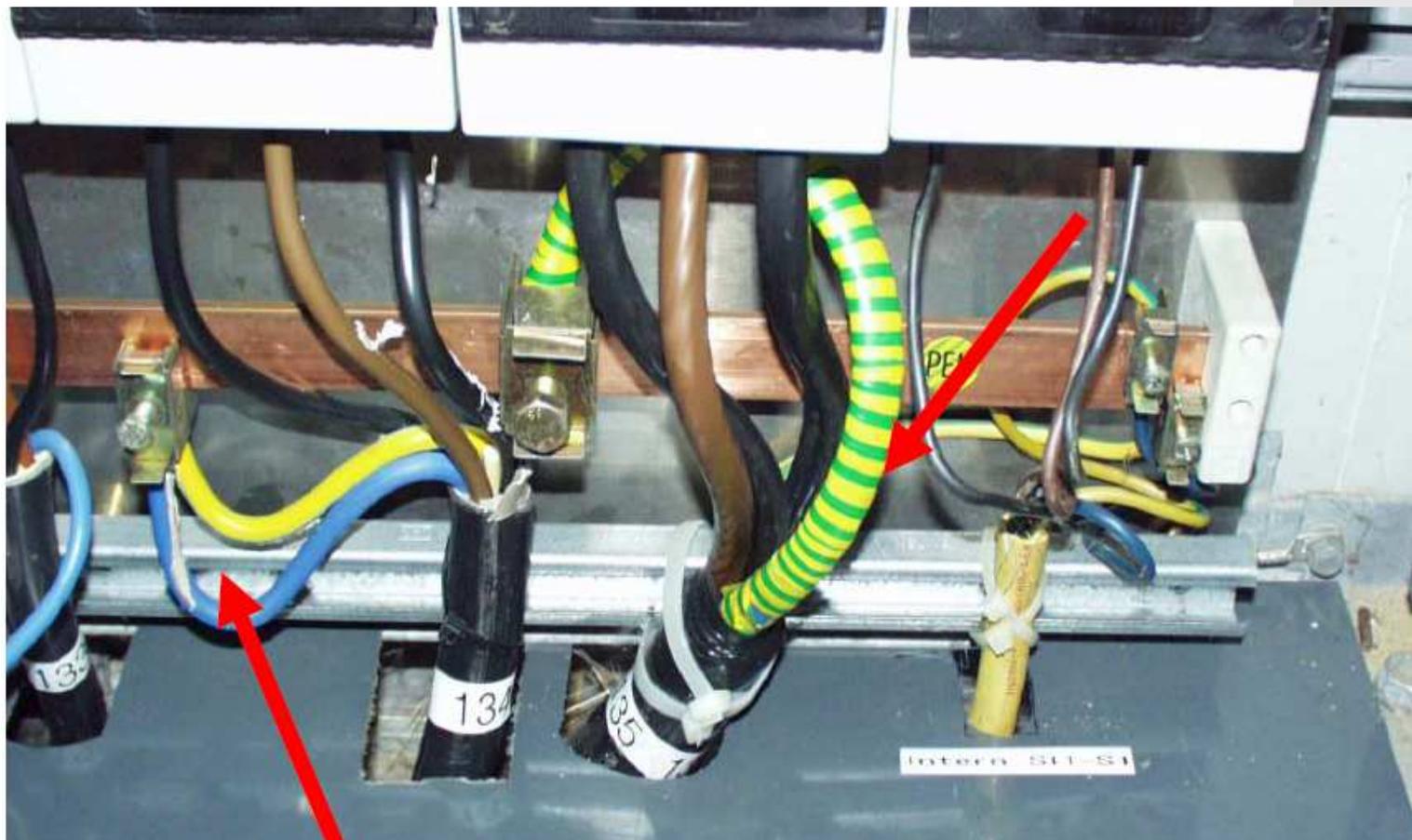
Bei TN-, TT- und IT-Systemen müssen alle Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile mit dem Schutzpotentialausgleichssystem angeschlossen werden.

Unter Umständen müssen auch Schutzleiter, Schutzrohre, metallische Kabelschirme, Kabelbewehrungen und metallische Konstruktionsteile in das Schutzpotentialausgleichssystem einbezogen werden.

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art



Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art



Notabschaltung

Die **Notabschaltung**, der Versorgung elektrischer Betriebsmittel, muss über eine oder mehrere Stellen außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches möglich sein. Elektrische Betriebsmittel, die zur Vermeidung zusätzlicher Gefahren weiter betrieben werden müssen, dürfen nicht in die Notabschaltung einbezogen werden. Diese Betriebsmittel müssen aus einem getrennten Stromkreis versorgt werden.

Für die Durchführung von Arbeiten müssen geeignete Einrichtungen **zum Freischalten** jedes Stromkreises oder jeder Stromkreisgruppe vorgesehen werden. **Es müssen alle stromführenden Leiter einschließlich des Neutralleiters** erfasst werden.

Feuergefährdete Betriebsstätten

- **Kabel und Leitungen** sind so zu bemessen, dass sie bei Kurzschluss die am nächsten liegende Überstromeinrichtung innerhalb von 5s abschaltet.

- **FI. $I_N < 500 \text{ mA}$**

- **Kunststoffmäntel** (VPE, PVC) verlegen von einadrigen Mantelleitungen/Kabeln (Empfehlung)

- **Motoren**, die selbsttätig geschaltet, fern geschaltet oder nicht ständig beaufsichtigt sind, müssen durch einen Leistungsschalter mit Wiedereinschaltsperr geschützt werden.

- **Leuchten** müssen so konstruiert sein, dass Einbauteile wie Lampen oder heiße lampenteile nicht herausfallen können. Schutzgitter oder Schutzkörper gegen Beschädigung.

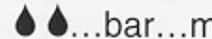
- Bei **Staub und Fasern**



- **Wärmegeräte** müssen auf nicht brennbarer Unterlage befestigt sein. Aktive Teile durch ein Gehäuse gegen zufälliges Berühren geschützt sein, das betriebsmäßig an keiner Stelle eine höhere Temperatur als 115 Grad Celsius annimmt.

- Mindestschutzart **IP 5x bei Staub und Fasern. IP 4x bei anderen leichtentzündlichen festen Stoffen.**

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art IP-Code und Symbolbezeichnung

Symbol	Bedeutung	IP-Schutzgrad	Symbol	Bedeutung	IP-Schutzgrad
	Tropfwasser- geschützt	IPX1 IPX2		Eintauch- u. flutungs- geschützt, wasserdicht	IPX6 IPX7
	Sprühwasser- und regengeschützt	IPX3		Untertauchgeschützt, druckwasserdicht	IPX8
	Spritzwasser- geschützt	IPX4		Staub- geschützt	IP5X
	Strahlwasser- geschützt	IPX5		Staub- dicht	IP6X

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art

Landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwesen

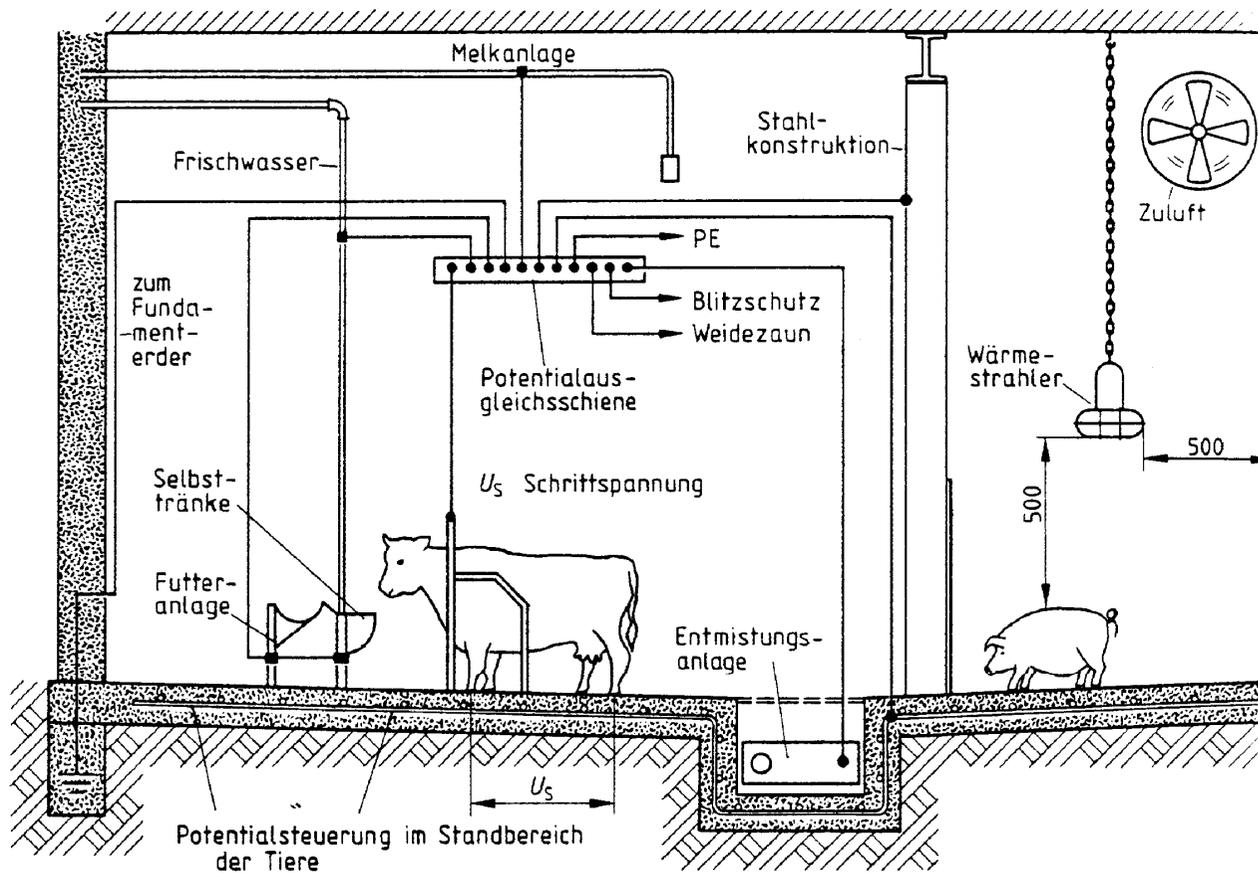
(Gebäude mit Haltung von Nutztieren, Treib-, Gewächshäuser)

- *Bei Intensivtierhaltung* Luftversorgung sicherstellen.
- *FI: $I_N < 30 \text{ mA}$*
- *Höchstzulässige Berührungsspannung:* 25 V (Wechselspannung) und 60 V (Gleichspannung)
- Im Standbereich der Nutztiere müssen alle berührbaren Körper der el. Betriebsmittel und alle fremden leitfähigen teile einen *Potentialausgleich* untereinander und mit dem Schutzleiter der Anlage verbunden sein.
- *Schutzeinrichtungen* müssen außerhalb feuergefährdeter Räume und Orte angebracht werden.
- *Leuchten* IP44 (kornförmige Fremdkörper > 1mm Durchmesser entsprechen)
IP5x (Staubablagerungen)
- *Kabel* NYM, NYY
- *Notausschaltung oder Nothalt*

Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art

Landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwesen

(Gebäude mit Haltung von Nutztieren, Treib-, Gewächshäuser)



Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art

Baustellen



-*Speisepunkte:* a) Baustromverteiler

b) Steckbare Verteilereinrichtungen (Schutzart IP 43) und 2-polige Schutzkontaktsteckdosen mit FI ($I_N < 30 \text{ mA}$) mit einem eignen Erder

c) Abzweige vorhandener ortsfester Verteiler, die der Baustelle besonders zugeordnet sind.

d) Ersatzstromversorgungsanlagen nach DIN VDE 0100 teil 728

e) Trafos mit galvanisch getrennten Wicklungen.

-*Systeme:* ***TT, TN-S oder IT-Netze*** mit Isolationsüberwachung

TN-C Netze (klassische Nullung) nur wenn Kabel und Leitungen mit Querschnitten von mindestens $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ oder $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ verwendet werden, die während des Betriebs nicht bewegt werden.

Alle Stromkreise mit Steckdosen müssen im TT-Netz durch FI ($I_F < 30 \text{ mA}$) geschützt werden.

Alle Stromkreise mit Steckdosen müssen im TN-S-Netz bis 16 A im Einphasenbetrieb durch FI ($I_F < 30 \text{ mA}$) geschützt werden.

-Verwendung eines Schaltgerätes (***Allpoliger Ausschalter***)

-Flexible Leitungen sind ***Gummischlauchleitungen***