



Baumaschinentechnik:

Anlagen der Elektroversorgung von Baustellen





Reinhold Rauh

**Baumaschinentechnik:
Anlagen der Elektroversorgung von Baustellen**

2. Auflage

© 2002 by Prof. Dr.-Ing. R. Rauh
Verwendung nur für Lehrzwecke. Nachdruck oder Kopie - auch auszugsweise - nur mit
Genehmigung des Verfassers.

Universität Siegen
Prof. Dr.-Ing. R. Rauh
Paul Bonatz Str. 9 - 11
57068 Siegen - Weidenau

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Einrichtungsplanung	1
1.2	Elektrische Geräte und Anlagen der Baustelle	3
2	Vorschriften	5
3	Elektrotechnische Grundlagen	6
3.1	Spannungsbereiche	6
3.2	Technische Grundlagen	6
3.2.1	Begriffe und Gesetze	6
3.2.2	Elektrische Leistung und Arbeit	10
3.3	Wirkungsgrad und Gleichzeitigkeitsfaktor	13
4	Elektrische Anlagen der Baustellenversorgung	15
4.1	Transformatoren	15
4.2	Anschluss- und Verteilerschränke	15
4.3	Elektroleitungen	20
4.3.1	Leitungstypen	20
4.3.2	Bemessung der Elektroleitungen	22
4.4	Steckverbindungen	24
4.5	Umformer	25
4.6	Stromaggregate	25
5	Schutzmaßnahmen	27
5.1	Kennzeichnung	27
5.2	Sicherungen	28
5.3	Schutzmaßnahmen gegen Körperströme	29
6	Anlagen	31

1 Einführung

1.1 Einrichtungsplanung

Ein wesentlicher Teil der auf der Baustelle eingesetzten Geräte wird elektrisch betrieben. Hierzu gehören beispielsweise:

- Großmaschinen (stationäre Maschinen der Baustelleneinrichtung)
- Sonst. Maschinen (Tischkreissäge, elektr. Handwerkzeuge, etc.)
- Beleuchtungsanlagen
- Beheizungsanlagen

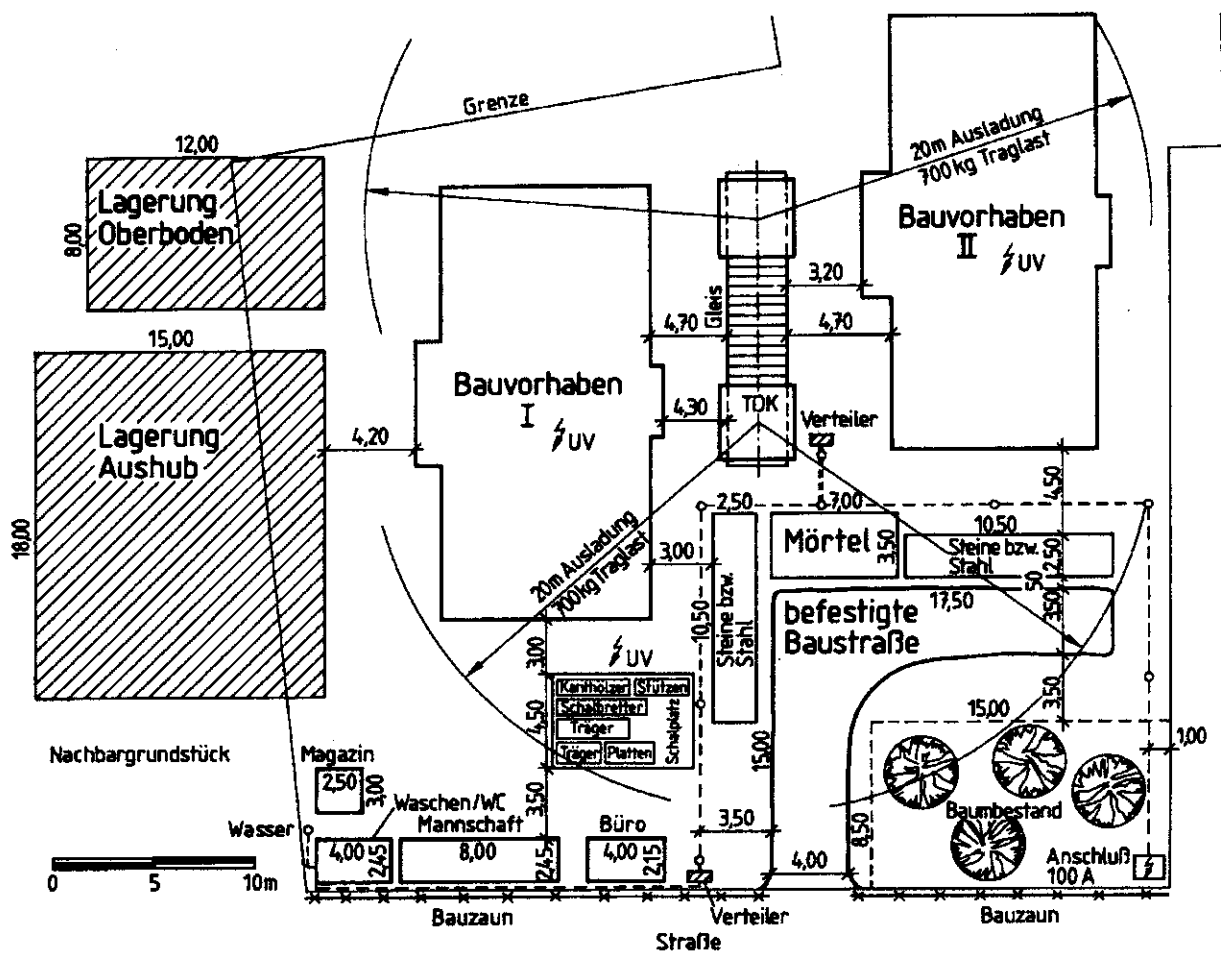


Abbildung 1-1 Baustelleneinrichtungsplan [Hoffmann/Kremer, 1992 -384-]



1.2 Elektrische Geräte und Anlagen der Baustelle

Grundsätzlich dürfen nur elektrische Geräte, Maschinen und Anlagen verwendet werden, die nach den geltenden DIN VDE Regeln geprüft und zugelassen sind.

Die elektrischen Geräte der Baustelle bzw. der Bauproduktion können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- 1. Gruppe: Produktionsanlagen**
- 2. Gruppe: Stationäre Arbeitsgeräte (Großgeräte)**
- 3. Gruppe: Allgemeine Arbeitsgeräte**
- 4. Gruppe: Baustelleneinrichtung / Sozialanlagen**
- 5. Gruppe: Antriebe / Pumpen**
- 6. Gruppe: Elektro - Versorgungseinrichtungen**

Beispielhaft werden zu den verschiedenen Gruppen einige Geräte aufgeführt:

1. Gruppe: Produktionsanlagen

- Betonmischanlagen
- Mischer für Fertigmörtel
- Asphaltmischanlagen
- Brecheranlagen / Sortieranlagen

2. Gruppe: Stationäre Arbeitsgeräte (Großgeräte)

- Krane
- Aufzüge
- Bandförderer

3. Gruppe: Allgemeine Arbeitsgeräte

- Trommelmischer
- Handgeräte
- Tischkreissäge
- Rüttelbohlen, -flaschen, Schalungsrüttler



2 Vorschriften

Normenreihe DIN VDE 0100

Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V.

Diese VDE-Bestimmung ist eine Errichtungsbestimmung, enthält aber auch wichtige Einzelheiten für den Hersteller von Betriebsmitteln und Bauelementen, so z.B. zulässige Belastungen von Leitungen, Zuordnung von Sicherungen, den Einsatz von Schutzleiterklemmen und Neutralleiter-Trennklemmen.

DIN VDE 0105 Teil 1/07.83

Betrieb von Starkstromanlagen: Allgemeine Festlegungen.

Normenreihe DIN VDE 0106

Schutz gegen elektrischen Schlag.

DIN VDE 0110/11.72 und DIN VDE 0110 b/02.79

Bestimmungen für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken elektrischer Betriebsmittel.

DIN EN 60 204 Teil 1/VDE 0113 Teil 1/06.93

(IEC 204-1: 1992, modifiziert)

Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

VDE 0612

Bestimmungen für Baustromverteiler mit Nennspannungen bis 380 V und Ströme bis 630 A

UVV Unfallverhütungsvorschriften Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Wechselspannung [230 V]

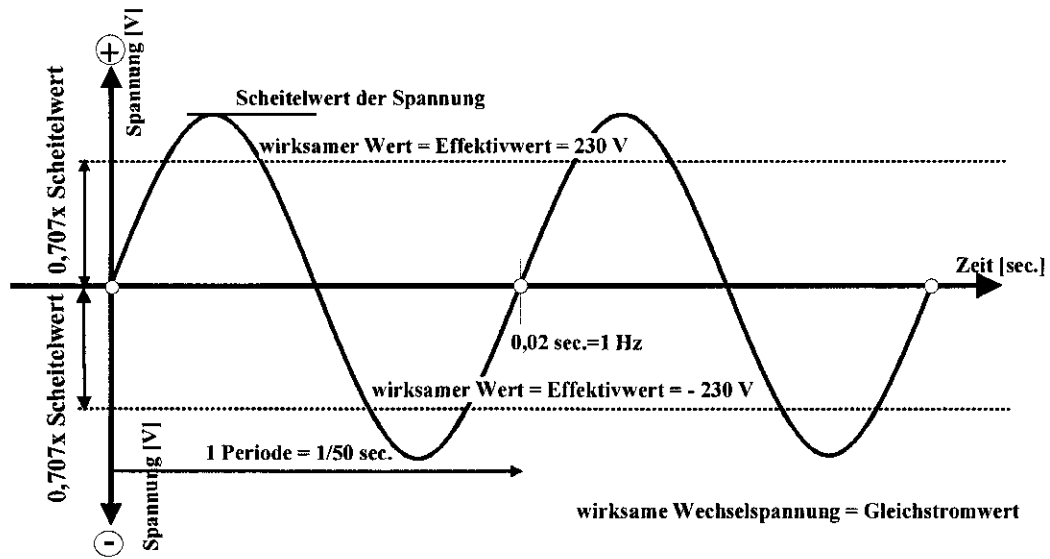


Abbildung 3-1 Einphasen-Wechselspannung

Drehstrom: Wird auch als Dreiphasenwechselstrom bzw. Kraftstrom bezeichnet. Der Drehstrom ist aus drei um 120° verschobenen Wechselströmen zusammengesetzt.

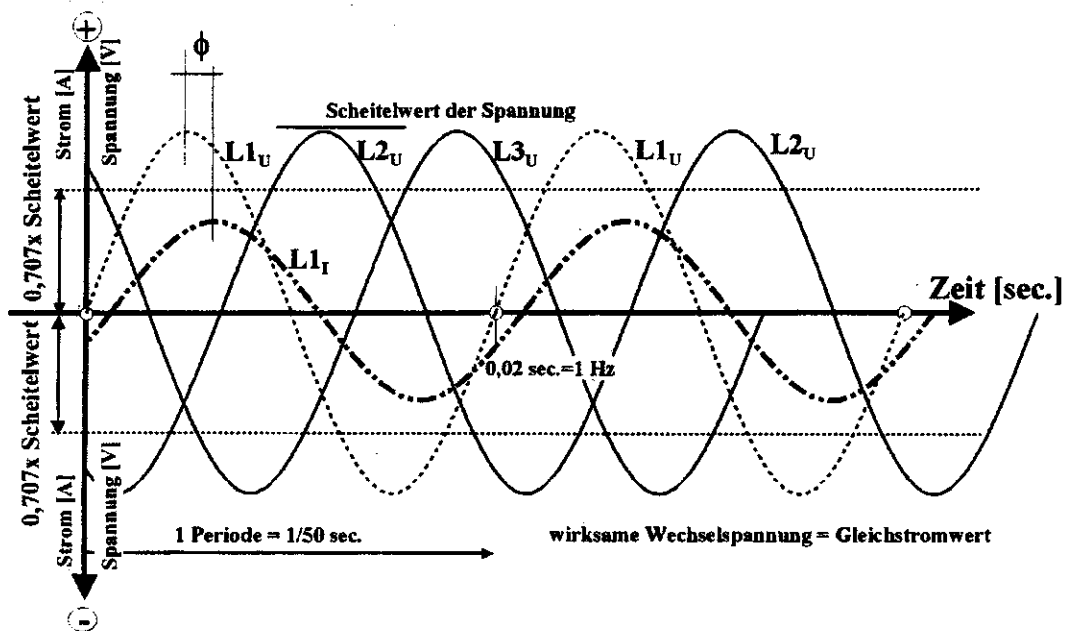


Abbildung 3-2 Drehstrom - Wechselspannung in unterschiedl. Phasenlage



Es gelten folgende Zusammenhänge:

- Der Widerstand eines Leiters verhält sich proportional zu seiner Länge l .
- Der Widerstand eines Leiters verhält sich umgekehrt proportional zu seinem Querschnitt A
- Der Widerstand eines Leiters ist abhängig von dessen spezifischem Widerstand $\rho \left[\frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \Omega \right]$

Hieraus folgt die Beziehung:

$$R = \frac{l * \rho}{A} \quad [\Omega] \quad \text{F 3-3}$$

Leistung „P“: Die elektrische Leistung ist definiert durch die Beziehung.

$$P = U * I \quad [W] \quad \text{F 3-4}$$

Die Leistung wird in Watt [W] gemessen und ist entsprechend vorstehender Beziehung der Spannung und der Stromstärke proportional.

Ersetzt man in Beziehung [F 3-4] die Spannung aus dem Produkt von Widerstand und Strom so erhält man:

$$P = I^2 * R \quad [W] \quad \text{F 3-5}$$

Elektrische Arbeit „W“: Wird aus der Leistung P nach folgender Beziehung ermittelt:

$$W = U * I * t = P * t \quad [Wh] \quad \text{F 3-6}$$

Die elektrische Arbeit ist der Zeit proportional.

Die Elektro-Versorgungsunternehmen berechnen ihre Stromlieferung nach elektrischer Arbeit in der Einheit [€/KWh].

Bei Einphasen-Wechselstrom: $S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{(U \cdot I)}{\cos \varphi} \text{ [VA]} \text{ mit } U = 230 \text{ V}$

Bei Drehstrom: $S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{(\sqrt{3} \cdot U \cdot I)}{\cos \varphi} \text{ [VA]} \text{ mit } U = 400 \text{ V}$

Wirkleistung P_w (kW):

Rechnerisch kann der vom EVU angebotene Wechselstrom - **Scheinleistung S** - in zwei Teile zerlegt werden, die sich dann hinsichtlich ihrer Phasenlage unterscheiden. Der eine - **Wirkleistung P_w** genannt - sei phasengleich mit der Spannung und der andere - **Blindleistung Q** genannt - von der Phase der Spannung abweichend.

Die wirksame Leistung ergibt sich aus den phasengleichen Lagen von Wirkstrom und Spannung. Der Blindstrom trägt hierzu nicht bei.

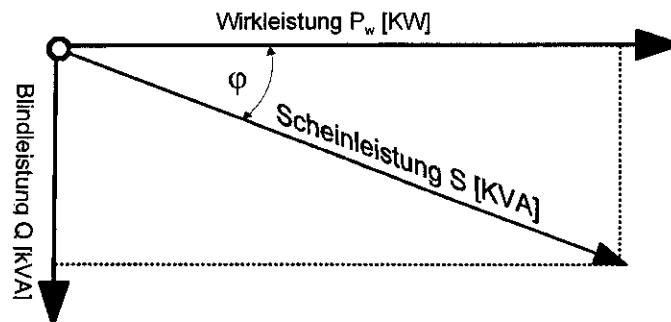


Abbildung 3-3 Zusammenhang von Wirkleistung und Scheinleistung

Um den tatsächlich wirksamen Anteil der Stromleistung eines Motors, die Wirkleistung P_w (kW), zu erhalten, muss die Scheinleistung mit dem Leistungsfaktor "cos φ " verringert werden.

$$P_w = S \cdot \cos \varphi \text{ [KW]} \quad \text{F 3-7}$$

Entsprechend ergibt sich die Blindleistung Q zu:

$$Q = S \cdot \sin \varphi \text{ [KW]} \quad \text{F 3-8}$$

Die Wirtschaftlichkeit der Blindstromerfassung wird vom EVU im Rahmen des Anschlussantrages geprüft. Für kleine und mittlere Baustellen wird dieser üblicherweise nicht erfasst.

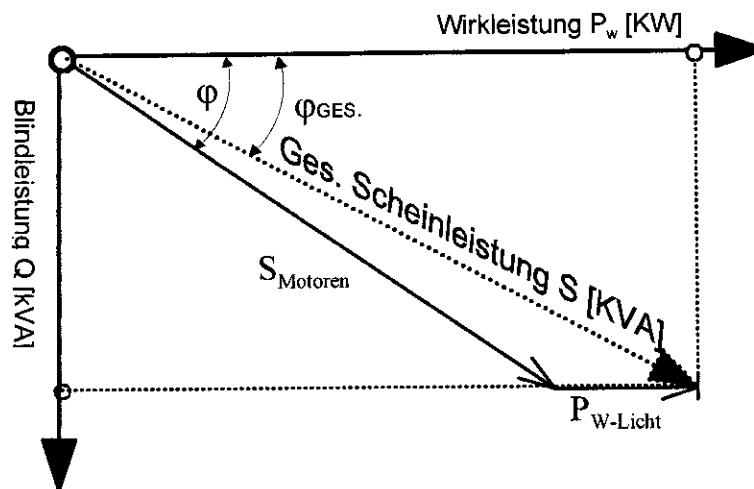


Abbildung 3-4 Ermittlung der elektr. Anschlussleistung einer Baustelle

3.3 Wirkungsgrad und Gleichzeitigkeitsfaktor

Wirkungsgrad η :

Versorgungsnetze sind unter Berücksichtigung der durch die Antriebseinrichtungen selbst verursachten Leistungsverluste zu dimensionieren. Die an der Antriebswelle wirksame mechanische Leistung P_{ab} ergibt im Verhältnis zur aufgenommenen Leistung P_{auf} eines Antriebes (Motoren, Kompressoren, u.a.) den Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{auf}} \quad \text{F 3-11}$$

Aus der Leistungsabgabe P_{ab} der Verbraucher (Nennleistung in KW) ist die vom Verbraucher aufgenommene Leistung unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades η zu ermitteln. Der Wirkungsgrad üblicher Antriebe beträgt etwa $\eta = 0,6 - 0,9$.

$\eta \Rightarrow 0,6$ für kleine Motoren

$\eta \Rightarrow 0,9$ für große Motoren

Für die Dimensionierung von elektrischen Baustellennetzen kann ein mittlerer Wirkungsgrad von $\eta = 0,8$ angenommen werden.

Der Wirkungsgrad η darf nicht mit dem Leistungsfaktor $\cos \varphi$ verwechselt werden. Elektr. Maschinen können wahlweise mit ihrer Wirkleistung (kW) oder der theoretischen



4 Elektrische Anlagen zur Baustellenversorgung

4.1 Transformatoren:

Bei hohem Leistungsbedarf von Baustellen - auch mit Verbrauchern mit hohen Anlaufströmen - muss die Versorgung der Baustelle aus dem Mittelspannungsnetz erfolgen. Da auf der Baustelle jedoch nur Niederspannung 400 V / 230 V benutzt wird, muss die Mittelspannung an der Anschlussstelle durch einen „Trafo“ auf Niederspannung herabgespannt werden. Die Bereitstellung der Trafostationen ist hinsichtlich Einrichtung, Anschluss und weiterer Vorhaltekosten zu berücksichtigen. Für einige Geräte können die Kosten für Abschreibung, Verzinsung und Reparatur der Baugeräteliste (BGL 91 Nr. 7607, BGL 01: R.1.40) entnommen werden. In den meisten Bauunternehmen hat sich jedoch die Praxis durchgesetzt, diese Geräte bei Spezialfirmen zu mieten.

4.2 Anschluss- und Verteilerschränke

Sofern der Baustellenanschluss nicht über eine Trafostation erfolgt, wird am EVU-Einspeisepunkt ein Anschlussschrank mit Sicherung, Zähler und verschiedenen Abgängen installiert. Der entsprechende E-Anschluss erfolgt durch das EVU. Der Anschlusskasten wird mit einem Schließsystem des EVU verschlossen.

Besonders wichtig sind Herstellung und die Aufrechterhaltung einer funktionsfähigen Erdung! Anschluss-schränke sind der Baugeräteliste (BGL 91 7701, BGL 01: R.2.00) zu entnehmen. Diese bilden die Knotenpunkte des elektrischen Leitungsnetzes. Man unterscheidet folgende Typen

(Abkürzungen gem. BGL):

- **Anschluss-schränke (A)**
- **Anschlussverteilerschränke (AV) mit Zählerfeld**
- **Großgeräteverteilerschränke (GGV)**
- **Gruppenverteilerschränke (GV)**
- **Tragbare Unterverteiler (UV)**
- **Steckdosenverteiler (SDV)**

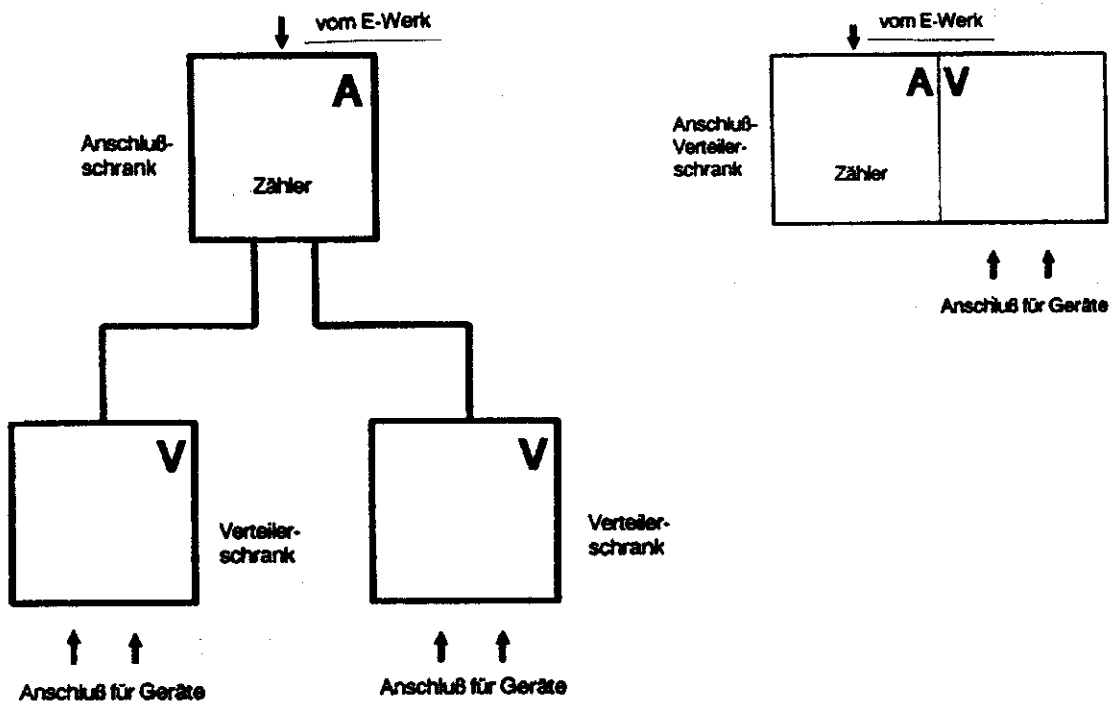


Abbildung 4-2 Verteilungsschema des Leitungsnetzes [Heuer, 1994 -55-]
 a) mit Anschlussschrank
 b) mit Anschlussverteilerschrank

R.2 Baustromverteiler

R.2 Baustromverteiler

→ R.2.0 Baustromverteilerschränke

	Nutzungsjahre	Vorhaltemonate	Monatlicher Satz für Abschreibung und Verzinsung	Monatlicher Satz für Reparaturkosten
R.2.00	6	45-40	2,7-3,0%	1,8%

R.2.00 Baustromverteilerschrank
 VERTEILERSCHRANK

BGL 1991-Nr. 7701

Standardausrüstung:

Stahlblechgehäuse mit Fußgestell und Sicherungszubehör. Die Unterteilung der Baustromverteilerschränke erfolgt je nach Verwendungszweck.

Siehe BGL 1991.

Baustromverteilerschränke [BGL 01]



Die Grundkästen können ggfls. mit folgenden (Zusatz-) Ausrüstungen bestückt werden:

- Fehlerstrom Schutzschalter (FI-Schalter)
- Fehlerstrom-Leistungsschalter
- Leistungstrenner / Sicherungslasttrenner
- Wandler
- Schutzkontaktsteckdosen / CEE-Steckdosen
- Zählerplätze für EVU Zähler
- Wandlerplatz für EVU Wandler

Verteilerschränke:

Durch Verteilerschränke werden hinter den Anschlussschränken einzelne abgesicherte Stromkreise gebildet.

Die Verteilerschränke stellen auch Strom-Übergabepunkte an Neben- oder Nachunternehmer dar. I.d.R. werden hierfür - zum Zweck der verursachungsgerechten Kostenzuweisung - entsprechende Zwischenzähler installiert.

Folgende Größen der Verteilerschränke werden bevorzugt:

Größe [A]	25 A	63 A	100 A	125 A	160 A	250 A	400 A
Leitungsquerschnitt [mm ²]	10	16	35	50	70	120	150

4.3 Elektroleitungen

4.3.1 Leitungstypen

Einphasen-Wechselstromkabel sollen 3 Adern, Drehstromkabel sollen 5 Adern aufweisen (3 Außenleiter, 1 Mittelleiter, 1 Erdung (gelb-grün)) aufweisen.

Die auf der Baustelle gebräuchlichen Niederspannungsleitungen / -kabel werden mit Kurzzeichen gekennzeichnet. Diese geben Eigenschaften oder Material von Ader, Bewehrung und Mantel an.

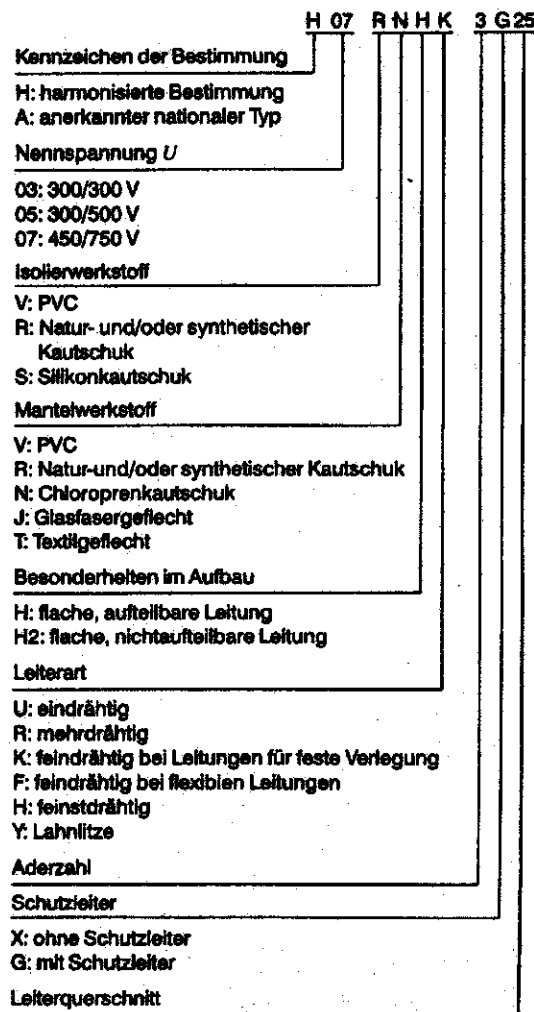


Abbildung 4-7 Kurzzeichen für Starkstromleitungen

Nach europäischen Bestimmungen klassifizierte Kabel sind an erster Stelle mit einem „H“ gekennzeichnet (harmonisierte Leitungen). An zweiter Stelle folgt ein zweistelliges Kürzel für die Nennspannung (07 → 750 V / 05 → 500 V / 03 → 300 V). An dritter Stelle folgt ein Kennzeichen für den Isolierwerkstoff (R → Gummi / V → PVC / S → Silikon).



Leitungen sind vor Beschädigung durch

- Hochlegen
- Abdecken

zu schützen. Das Eingraben von Leitungen ohne besondere Schutzmaßnahmen ist nicht zulässig. Beschädigte Leitungen müssen ausgetauscht werden.

Leitungsroller müssen für rauen Betrieb ausgerüstet sein und folgende Merkmale aufweisen:

- Prüfzeichen
- Schutzisolation
- Spritzwasserschutz (mind. IP x4)
- Thermoschutzschalter

Sie sollten immer ganz ausgerollt werden, um Temperaturschäden durch Aufheizung zu vermeiden.

4.3.2 Bemessung der Elektroleitungen

Mit zunehmender Kabellänge und abnehmendem Leistungsquerschnitt verringert sich eine zu übertragende Stromleistung. Mit Niederspannung arbeitende Verbraucher sind aber empfindlich gegen Spannungsabfall. Aus diesem Grund ist die Bemessung der Kabel unter Berücksichtigung der beiden folgenden Kriterien vorzunehmen:

- **Spannungsabfall**
- **Erwärmung des Leiters (Verlustleistung)**

Die **thermische Belastung** ermittelt sich aus dem Strom I und kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

VDE 0298 Teil 4: zul. I [A] für Kupferleiter bei max. Umgebungstemperatur von 30° C.:

A in mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120
Ø (3-adrig)	15	17	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60
Ø (4-adrig)	16	19	21	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Ø (5-adrig)	17	20	23	27	30	35	40	47	53	60	65	70
zul I	–	30	41	53	74	99	131	162	202	250	301	352



hieraus:

$$A_{\text{erf}} = \frac{l}{\kappa * \Delta U} * I_w \quad [\text{mm}^2] \quad \text{F 4-3}$$

mit	A	Leitungsquerschnitt [mm ²]
	l	Leitungslänge [m]
	I _w	Wirkstrom
	κ	Leitkonstante des Adermaterials. Für CU 57, für Al 35.

Außer dem Bemessungskriterium "Spannungsabfall" ist auch die **thermische Belastung** der Kabel durch die Stromstärke I [A] zu überprüfen. I.d.R. werden die erforderlichen Kabelquerschnitte Bemessungstabellen für Kabelquerschnitte entnommen.

4.4 Steckverbindungen

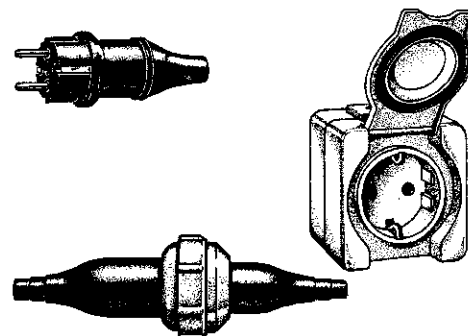
Leitungen dürfen nur mit Stecker und Kupplung verbunden werden.

- Steckvorrichtungen für erschwerten Einsatz bis 400 V und 40 A müssen schutzisoliert und spritzwassergeschützt sein (mind. IP X4).
- Für Einphasenbetrieb sind entweder Steckvorrichtungen 2polig mit Schutzkontakt nach *DIN 49440* oder 1polig mit N- und PE- Leiteranschluss zulässig.
- Steckdosenkombinationen müssen mindestens die Schutzart *IP 43*, Abzweigdosen mindestens *IP X4* aufweisen.

Die Steckverbindungen werden durch Schutzkontaktstecker (Schuko) im Spannungsbereich 220 / 240 V und bei Drehstrom 400 V durch CEE Rundstecker hergestellt.



CEE-Steckvorrichtung nach DIN 49462/63



Spritz- und druckwassergeschützte Schutzkontakt-Steckvorrichtungen für erschwerte Bedingungen

Abbildung 4-10 Steckverbindungen [RWE Handbuch]



- Baustellen in Gebieten, in denen in vertretbarer Entfernung kein Anschluss möglich ist.
- Für Notstromversorgungen, z.B. für Wasserhaltungen, Vorschubvorgänge, etc.

Bestandteile des Aggregates sind der Motor und der Stromgenerator. Der Antrieb erfolgt bei kleineren Leistungen durch Benzinmotoren, bei größeren Leistungen durch Dieselmotoren. Die erzeugte Spannungsfrequenz muss 50 Hz betragen. Da diese von der Drehzahl des Motors abhängt, besitzen die Motoren eine entsprechende automatische Drehzahlregulierung.

R.0.2 Stromaggregate, stationär auf Fundamentrahmen

R.0.12 Stromaggregat, Diesel, 1500 1/min, luftgekühlt, Kufenrahmen BGL 1991-Nr. 7301
STROMAGG 1500 LK D

Standardausrüstung:

Dieselmotor luftgekühlt, 1500 1/min, Motor und Generator auf einem Kufenrahmen montiert, mit Kraftstofftagesbehälter (10 h), elektrischem Anlasser, Schalttafel mit Motorüberwachung und Betriebsstundenzähler, mit Fehlerstromschutzeinrichtung für Steckvorrichtungen, Festanschluss mit Überstromschutzorgan oder Isolationsüberwachung.

Ohne: Schalldämmung.

Kenngröße: Leistung des Aggregates (kVA).

Nr.	Leistung des Aggregates		Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatliche Reparaturkosten	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	
	kVA	kW	kW	kg	Euro	Euro	von Euro	bis
R.0.12.0010	10	10	10	350	6 900,00	96,50	145,00	159,00
R.0.12.0016	16	15	15	650	8 950,00	125,00	188,00	206,00
R.0.12.0024	24	22	22	700	10 100,00	141,00	212,00	232,00
R.0.12.0034	34	30	30	750	11 400,00	160,00	239,00	262,00
R.0.12.0056	56	50	50	1 400	11 900,00	167,00	250,00	274,00
R.0.12.0104	104	90	90	1 700	17 800,00	246,00	370,00	405,00
R.0.12.0134	134	120	120	1 800	18 300,00	256,00	384,00	421,00

Zusatzausrüstungen siehe R.0.20.

Zusatzausrüstungen für R.0.10–R.0.13, R.0.20:

R.0.**.****.AA	Wetterschutzgehäuse SCHUTZHAUBE							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 15%						
	Werterhöhung	Gewicht 10%						
R.0.**.****.AB	Einbau in 20–40 Fuß-Iso-Container CONTAINER 20–40 FUSS							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 20%						
	Werterhöhung	Gewicht 15%						
R.0.**.****.AC	Schalldämmung LWA 90 SCHALLDAEMMUNG 90							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 5%						
	Werterhöhung	Gewicht 40%						
R.0.**.****.AD	Schalldämmung LWA 100 SCHALLDAEMMUNG 100							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 25%						
	Werterhöhung	Gewicht 35%						
R.0.**.****.AE	Fahrgestell 80 km/h FAHRGESTELL 80							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 25%						
	Werterhöhung	Gewicht 30%						
R.0.**.****.AH	Vollautomatische Synchronisierereinrichtung SYNCHRON AUT							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 15%						
R.0.**.****.AJ	Automatische Notstrom-/Netzumschaltung UMSCHALT NOTNETZ AUT							
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 20%						

Abbildung 4-12 Drehstromaggregat [BGL 01: R.0.12 und R.0.20; BGL 91 -683-]



Kurzzeichen für Schutzarten nach VDE 0710












-  **Tropwassergeschützt.** Schutz gegen hohe Luftfeuchte, Wrasen und senkrecht fallende Wassertropfen.
-  **Regengeschützt.** Schutz gegen von oben bis 30° über der Waagerechten auftreffende Wassertropfen.
-  **Spritzwassergeschützt.** Schutz gegen aus allen Richtungen auftreffende Wassertropfen.
-  **Strahlwassergeschützt.** Schutz gegen aus allen Richtungen auftreffenden Wasserstrahl.
-  **Wasserdicht.** Schutz gegen Eindringen von Wasser ohne Druck.
-  **Druckwasserdicht.** Schutz gegen Eindringen von Wasser unter Druck. Die zulässige Wasserhöhe in Metern über dem Prüfling (Eintauchtiefe unter Wasser) wird durch den Zusatz „h . . .“ gekennzeichnet, z. B. P55  h 3 (3 m Wassersäule über dem Prüfling). Vergleiche auch DIN 40050.
-  **Staubgeschützt.** Schutz gegen Eindringen von Staub ohne Druck.
-  **Staubdicht.** Schutz gegen Eindringen von Staub unter Druck.
-  **Schutzisolierungs-Zeichen** nach DIN 40014 (gem. VDE 0100).
-  **Explosionsschutz-Zeichen** nach DIN 40012 (gem. VDE 0170/171).

Abbildung 5-2 Symbole der Schutzarten [Heuer, 1994 -324-]

5.2 Sicherungen

Eine Überlastung der elektrischen Anlagenteile kann entweder durch die Berührung oder Verbindung zweier stromführender Leiter (Kurzschluss) oder durch die Abnahme eines zu hohen Stromes verursacht werden.

Schutzmaßnahme hiergegen sind Sicherungen, die bei Überlastung den Stromkreis unterbrechen. Man unterscheidet

1. Schmelzsicherungen
2. Automaten

Bei einem Defekt, der das Gehäuse unter Spannung bringt, wird Strom über die Erdung des Gehäuses zur Stromquelle zurückfließen. Die Stromdifferenz wird vom Schutzschalter gemessen. Dieser wird bei Überschreitung eines bestimmten Schwellenwertes die Stromzufuhr der Anlage unterbrechen.

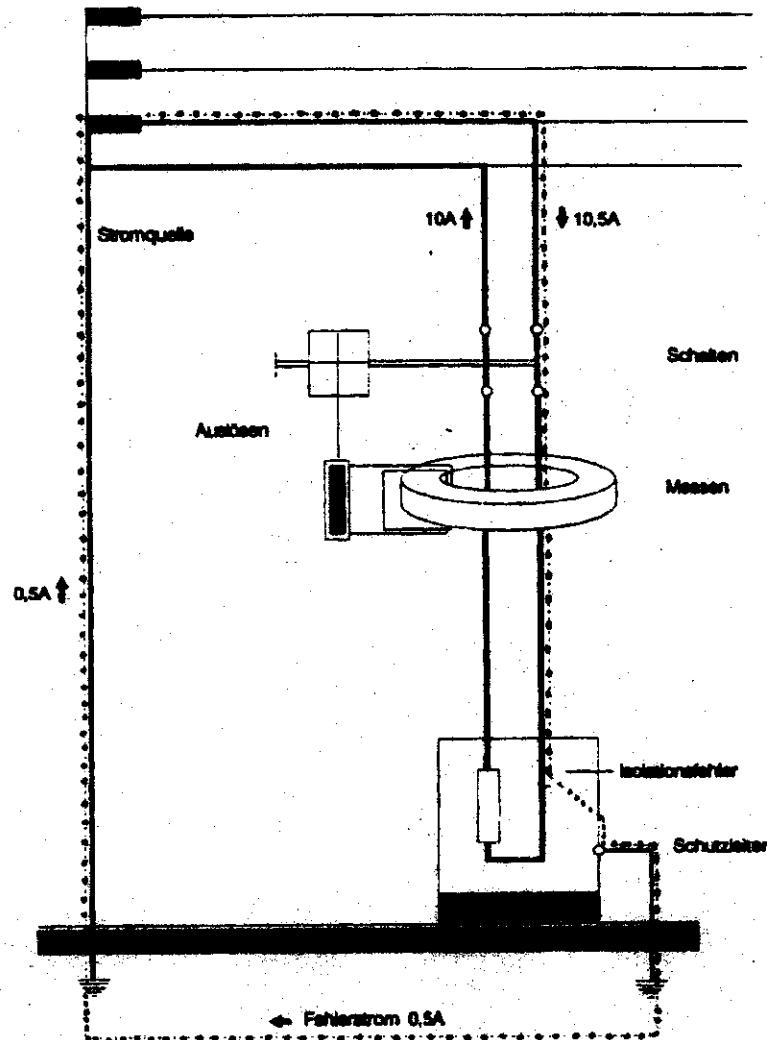


Abbildung 5-3 Fehlerstrom Schutzschaltung [Heuer, 1994 -60-]

Fehlerstromschutzschalter auf Baustellen müssen auf einen Wert von höchstens 0,5 A reagieren. Wesentlich für die ordnungsgemäße Funktion ist einerseits ein ausreichender Stromübergangswiderstand zwischen den Erdungen und andererseits die Funktion des FI Schalters selbst.

Die Funktion des FI Schalters muss durch Betätigung einer Prüftaste **täglich** geprüft werden.

Das Schutzsystem ist durch einen Elektrofachmann **monatlich** einer Prüfung zu unterziehen. Entsprechende Angaben sind in den Vorschriften der BBG enthalten.



6 Anlagen

6.1 Formular: Energiekosten der Baustelleneinrichtung [f-energie]

6.2 Formular: Gerätekosten-Vorhaltung [f-geräte-v]

6.3 Sinnbilder der Elektroinstallation nach DIN 40717



	Küchenmaschine		Summer
	Elektroherd, allgemein		Gong
	Mikrowellenherd		Hupe
	Backofen		Sirene
	Wärmeplatte		Meldeleuchte, Signallampe
	Frlteuse		Ruf- und Abstelltafel
	Waschmaschine		Fernsprechgerät, allgemein
	Wäschetrockner		Fernsprechgerät, halbamtsberechtigt
	Geschirrspülmaschine		Fernsprechgerät, amtsberechtigt
	Kühlggerät		Fernsprechgerät, fernberechtigt
	Gefriergerät		Mehrfachfersprecher, z.B. Haustelefon
	Raumheizung, allgemein		Fernmeldezentrale, allgemein
	Speicherheizgerät		Fernsprech-ZB-Vermittlung ZB = Zentralbatterie
	Infrarotstrahler		Fernsprech-W-Vermittlung selbsttätig W = Wählbetrieb
	Lüfter		Elektrische Uhr, z.B. Nebenuhr
	Klimagerät		Hauptuhr
	Antenne, allgemein		Signalhauptuhr

Auswahl von Schaltzeichen aus der durch DIN 40900 T.11 ersetzten DIN 40717.

	Neutralleiter (N), Mittelleiter (M)		Anschlußdose, Verbindungsdose
	Schutzleiter (PE)		Punkteuchte
	Neutralleiter mit Schutzfunktion (PEN) Beispiel: Drei Leiter, ein Neutralleiter, ein Schutzleiter		Flutlichteuchte
	Hausanschlußkasten, allgemein, dargestellt mit Leitung		Sicherheitsleuchte mit eingebauter Stromversorgung
	Verteiler, dargestellt mit fünf Anschlüssen		Schaltuhr
	Ventilator, dargestellt mit Leitung		Zeiterfassungsgerät

Von den Darstellungen der DIN 40900 T.11 abweichende Darstellungen der Vorgängernorm DIN 40717

Schaltzeichen, die in DIN 40717 nicht aufgeführt waren.



Reinhold Rauh

**Baumaschinentechnik:
Anlagen der Elektroversorgung von Baustellen**

2. Auflage

© 2002 by Prof. Dr.-Ing. R. Rauh
Verwendung nur für Lehrzwecke. Nachdruck oder Kopie - auch auszugsweise - nur mit
Genehmigung des Verfassers.

Universität Siegen
Prof. Dr.-Ing. R. Rauh
Paul Bonatz Str. 9 - 11
57068 Siegen - Weidenau



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Einrichtungsplanung	1
1.2	Elektrische Geräte und Anlagen der Baustelle	3
2	Vorschriften	5
3	Elektrotechnische Grundlagen	6
3.1	Spannungsbereiche	6
3.2	Technische Grundlagen	6
3.2.1	Begriffe und Gesetze	6
3.2.2	Elektrische Leistung und Arbeit	10
3.3	Wirkungsgrad und Gleichzeitigkeitsfaktor	13
4	Elektrische Anlagen der Baustellenversorgung	15
4.1	Transformatoren	15
4.2	Anschluss- und Verteilerschränke	15
4.3	Elektroleitungen	20
4.3.1	Leitungstypen	20
4.3.2	Bemessung der Elektroleitungen	22
4.4	Steckverbindungen	24
4.5	Umformer	25
4.6	Stromaggregate	25
5	Schutzmaßnahmen	27
5.1	Kennzeichnung	27
5.2	Sicherungen	28
5.3	Schutzmaßnahmen gegen Körperströme	29
6	Anlagen	31



1 Einführung

1.1 Einrichtungsplanung

Ein wesentlicher Teil der auf der Baustelle eingesetzten Geräte wird elektrisch betrieben. Hierzu gehören beispielsweise:

- Großmaschinen (stationäre Maschinen der Baustelleneinrichtung)
- Sonst. Maschinen (Tischkreissäge, elektr. Handwerkzeuge, etc.)
- Beleuchtungsanlagen
- Beheizungsanlagen

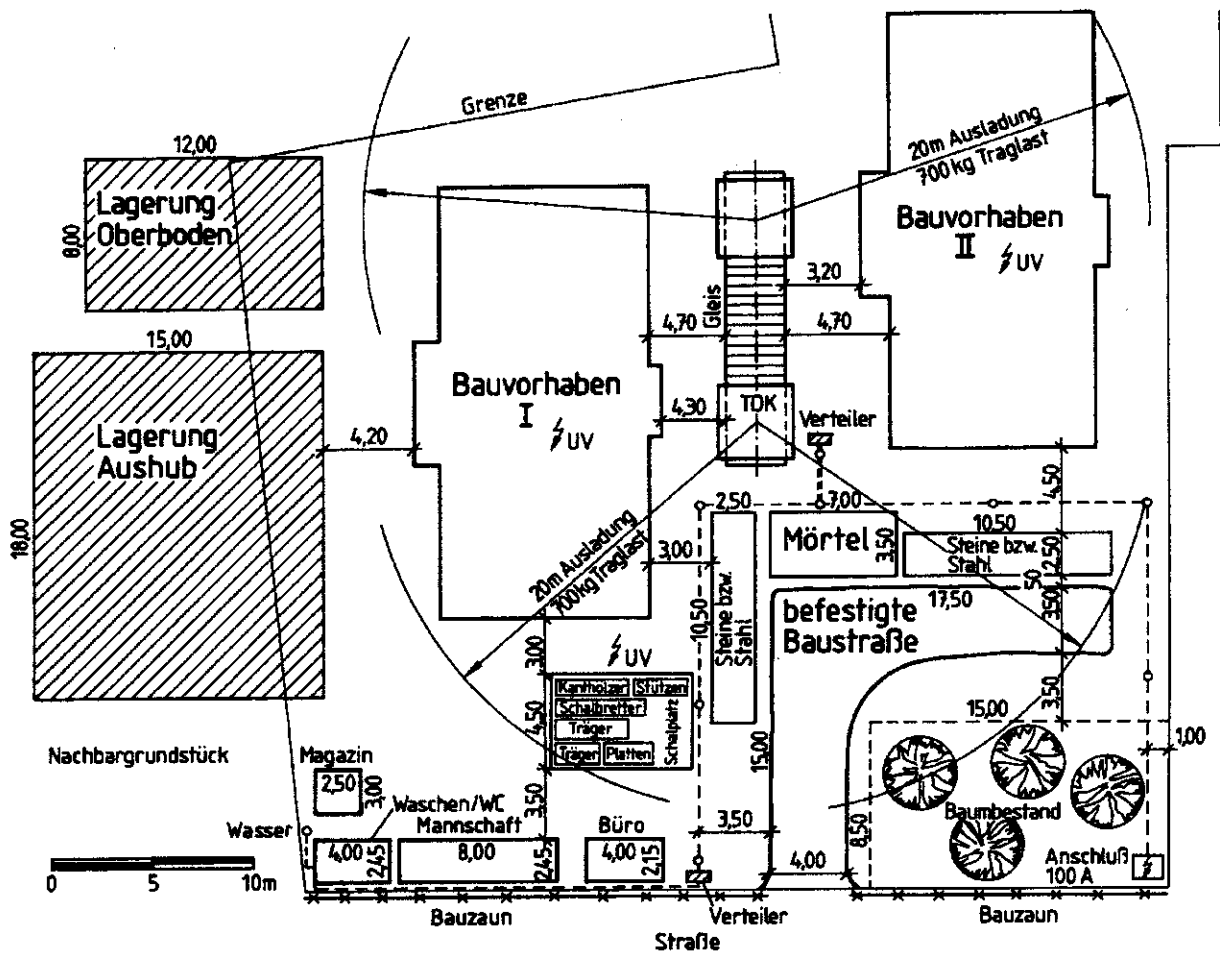


Abbildung 1-1 Baustelleneinrichtungsplan [Hoffmann/Kremer, 1992 -384-]



1.2 Elektrische Geräte und Anlagen der Baustelle

Grundsätzlich dürfen nur elektrische Geräte, Maschinen und Anlagen verwendet werden, die nach den geltenden DIN VDE Regeln geprüft und zugelassen sind.

Die elektrischen Geräte der Baustelle bzw. der Bauproduktion können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

1. Gruppe: Produktionsanlagen
2. Gruppe: Stationäre Arbeitsgeräte (Großgeräte)
3. Gruppe: Allgemeine Arbeitsgeräte
4. Gruppe: Baustelleneinrichtung / Sozialanlagen
5. Gruppe: Antriebe / Pumpen
6. Gruppe: Elektro - Versorgungseinrichtungen

Beispielhaft werden zu den verschiedenen Gruppen einige Geräte aufgeführt:

1. Gruppe: Produktionsanlagen

- Betonmischanlagen
- Mischer für Fertigmörtel
- Asphaltmischanlagen
- Brecheranlagen / Sortieranlagen

2. Gruppe: Stationäre Arbeitsgeräte (Großgeräte)

- Krane
- Aufzüge
- Bandförderer

3. Gruppe: Allgemeine Arbeitsgeräte

- Trommelmischer
- Handgeräte
- Tischkreissäge
- Rüttelbohlen, -flaschen, Schalungsrüttler



2 Vorschriften

Normenreihe DIN VDE 0100

Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V.

Diese VDE-Bestimmung ist eine Errichtungsbestimmung, enthält aber auch wichtige Einzelheiten für den Hersteller von Betriebsmitteln und Bauelementen, so z.B. zulässige Belastungen von Leitungen, Zuordnung von Sicherungen, den Einsatz von Schutzleiterklemmen und Neutralleiter-Trennklemmen.

DIN VDE 0105 Teil 1/07.83

Betrieb von Starkstromanlagen: Allgemeine Festlegungen.

Normenreihe DIN VDE 0106

Schutz gegen elektrischen Schlag.

DIN VDE 0110/11.72 und DIN VDE 0110 b/02.79

Bestimmungen für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken elektrischer Betriebsmittel.

DIN EN 60 204 Teil 1/VDE 0113 Teil 1/06.93

(IEC 204-1: 1992, modifiziert)

Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

VDE 0612

Bestimmungen für Baustromverteiler mit Nennspannungen bis 380 V und Ströme bis 630 A

UVV Unfallverhütungsvorschriften Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Wechselspannung [230 V]

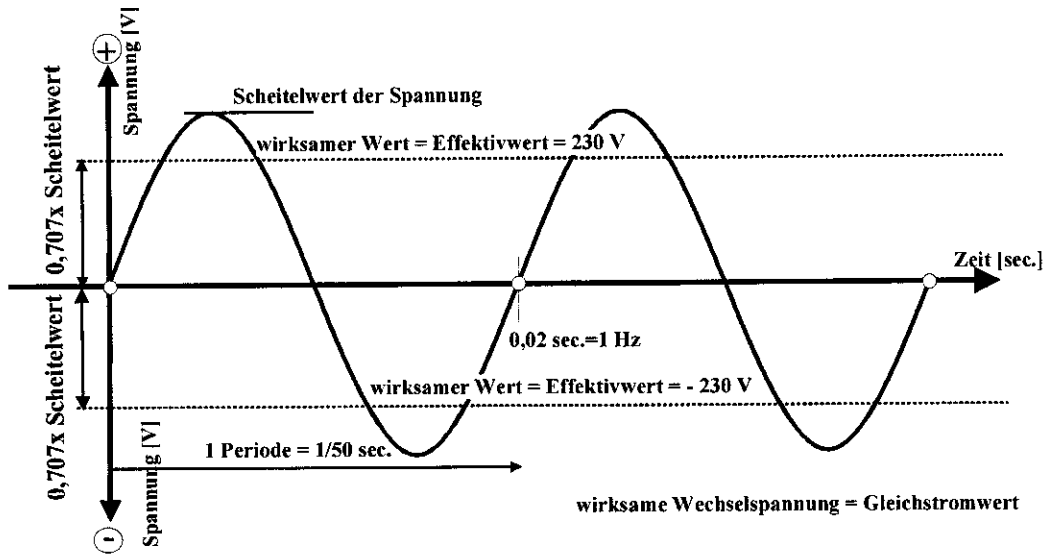


Abbildung 3-1 Einphasen-Wechselspannung

Drehstrom: Wird auch als Dreiphasenwechselstrom bzw. Kraftstrom bezeichnet. Der Drehstrom ist aus drei um 120° verschobenen Wechselströmen zusammengesetzt.

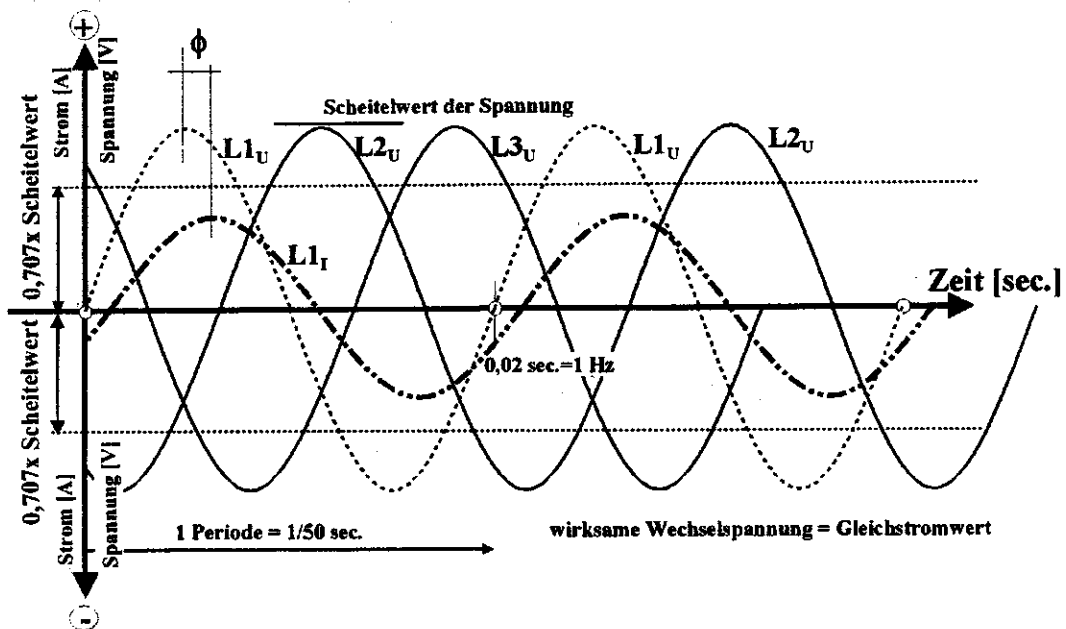


Abbildung 3-2 Drehstrom - Wechselspannung in unterschiedl. Phasenlage



Es gelten folgende Zusammenhänge:

- Der Widerstand eines Leiters verhält sich proportional zu seiner Länge l .
- Der Widerstand eines Leiters verhält sich umgekehrt proportional zu seinem Querschnitt A
- Der Widerstand eines Leiters ist abhängig von dessen spezifischem Widerstand $\rho \left[\frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \Omega \right]$

Hieraus folgt die Beziehung:

$$R = \frac{l \cdot \rho}{A} \quad [\Omega] \quad \text{F 3-3}$$

Leistung „P“: Die elektrische Leistung ist definiert durch die Beziehung.

$$P = U \cdot I \quad [W] \quad \text{F 3-4}$$

Die Leistung wird in Watt [W] gemessen und ist entsprechend vorstehender Beziehung der Spannung und der Stromstärke proportional.

Ersetzt man in Beziehung [F 3-4] die Spannung aus dem Produkt von Widerstand und Strom so erhält man:

$$P = I^2 \cdot R \quad [W] \quad \text{F 3-5}$$

Elektrische Arbeit „W“: Wird aus der Leistung P nach folgender Beziehung ermittelt:

$$W = U \cdot I \cdot t = P \cdot t \quad [Wh] \quad \text{F 3-6}$$

Die elektrische Arbeit ist der Zeit proportional.

Die Elektro-Versorgungsunternehmen berechnen ihre Stromlieferung nach elektrischer Arbeit in der Einheit [€/KWh].

Bei Einphasen-Wechselstrom:
$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{(U \cdot I)}{\cos \varphi} \text{ [VA]} \quad \text{mit } U = 230 \text{ V}$$

Bei Drehstrom:
$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{(\sqrt{3} \cdot U \cdot I)}{\cos \varphi} \text{ [VA]} \quad \text{mit } U = 400 \text{ V}$$

Wirkleistung P_w (kW):

Rechnerisch kann der vom EVU angebotene Wechselstrom - **Scheinleistung S** - in zwei Teile zerlegt werden, die sich dann hinsichtlich ihrer Phasenlage unterscheiden. Der eine - **Wirkleistung P_w** genannt - sei phasengleich mit der Spannung und der andere - **Blindleistung Q** genannt - von der Phase der Spannung abweichend.

Die wirksame Leistung ergibt sich aus den phasengleichen Lagen von Wirkstrom und Spannung. Der Blindstrom trägt hierzu nicht bei.

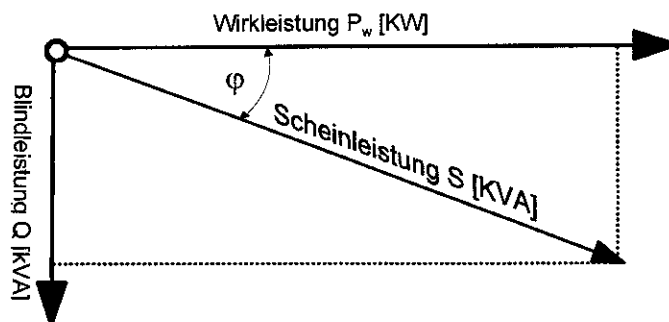


Abbildung 3-3 Zusammenhang von Wirkleistung und Scheinleistung

Um den tatsächlich wirksamen Anteil der Stromleistung eines Motors, die Wirkleistung P_w (kW), zu erhalten, muss die Scheinleistung mit dem Leistungsfaktor "cos φ " verringert werden.

$$P_w = S \cdot \cos \varphi \text{ [KW]} \quad \text{F 3-7}$$

Entsprechend ergibt sich die Blindleistung Q zu:

$$Q = S \cdot \sin \varphi \text{ [KW]} \quad \text{F 3-8}$$

Die Wirtschaftlichkeit der Blindstromerfassung wird vom EVU im Rahmen des Anschlussantrages geprüft. Für kleine und mittlere Baustellen wird dieser üblicherweise nicht erfasst.

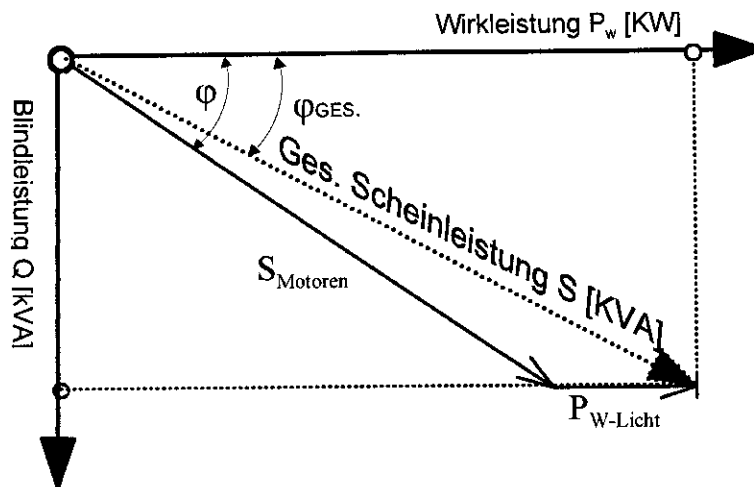


Abbildung 3-4 Ermittlung der elektr. Anschlussleistung einer Baustelle

3.3 Wirkungsgrad und Gleichzeitigkeitsfaktor

Wirkungsgrad η :

Versorgungsnetze sind unter Berücksichtigung der durch die Antriebseinrichtungen selbst verursachten Leistungsverluste zu dimensionieren. Die an der Antriebswelle wirksame mechanische Leistung P_{ab} ergibt im Verhältnis zur aufgenommenen Leistung P_{auf} eines Antriebes (Motoren, Kompressoren, u.a.) den Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{auf}} \quad \text{F 3-11}$$

Aus der Leistungsabgabe P_{ab} der Verbraucher (Nennleistung in KW) ist die vom Verbraucher aufgenommene Leistung unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades η zu ermitteln. Der Wirkungsgrad üblicher Antriebe beträgt etwa $\eta = 0,6 - 0,9$.

$\eta \Rightarrow 0,6$ für kleine Motoren

$\eta \Rightarrow 0,9$ für große Motoren

Für die Dimensionierung von elektrischen Baustellennetzen kann ein mittlerer Wirkungsgrad von $\eta = 0,8$ angenommen werden.

Der Wirkungsgrad η darf nicht mit dem Leistungsfaktor $\cos \varphi$ verwechselt werden. Elektr. Maschinen können wahlweise mit ihrer Wirkleistung (kW) oder der theoretischen



4 Elektrische Anlagen zur Baustellenversorgung

4.1 Transformatoren:

Bei hohem Leistungsbedarf von Baustellen - auch mit Verbrauchern mit hohen Anlaufströmen - muss die Versorgung der Baustelle aus dem Mittelspannungsnetz erfolgen. Da auf der Baustelle jedoch nur Niederspannung 400 V / 230 V benutzt wird, muss die Mittelspannung an der Anschlussstelle durch einen „Trafo“ auf Niederspannung herabgespannt werden. Die Bereitstellung der Trafostationen ist hinsichtlich Einrichtung, Anschluss und weiterer Vorhaltekosten zu berücksichtigen. Für einige Geräte können die Kosten für Abschreibung, Verzinsung und Reparatur der Baugeräteliste (BGL 91 Nr. 7607, BGL 01: R.1.40) entnommen werden. In den meisten Bauunternehmen hat sich jedoch die Praxis durchgesetzt, diese Geräte bei Spezialfirmen zu mieten.

4.2 Anschluss- und Verteilerschränke

Sofern der Baustellenanschluss nicht über eine Trafostation erfolgt, wird am EVU-Einspeisepunkt ein Anschlussschrank mit Sicherung, Zähler und verschiedenen Abgängen installiert. Der entsprechende E-Anschluss erfolgt durch das EVU. Der Anschlusskasten wird mit einem Schließsystem des EVU verschlossen.

Besonders wichtig sind Herstellung und die Aufrechterhaltung einer funktionsfähigen Erdung! Anschlussschränke sind der Baugeräteliste (BGL 91 7701, BGL 01: R.2.00) zu entnehmen. Diese bilden die Knotenpunkte des elektrischen Leitungsnetzes. Man unterscheidet folgende Typen

(Abkürzungen gem. BGL):

- **Anschlussschränke (A)**
- **Anschlussverteilerschränke (AV) mit Zählerfeld**
- **Großgeräteverteilerschränke (GGV)**
- **Gruppenverteilerschränke (GV)**
- **Tragbare Unterverteiler (UV)**
- **Steckdosenverteiler (SDV)**

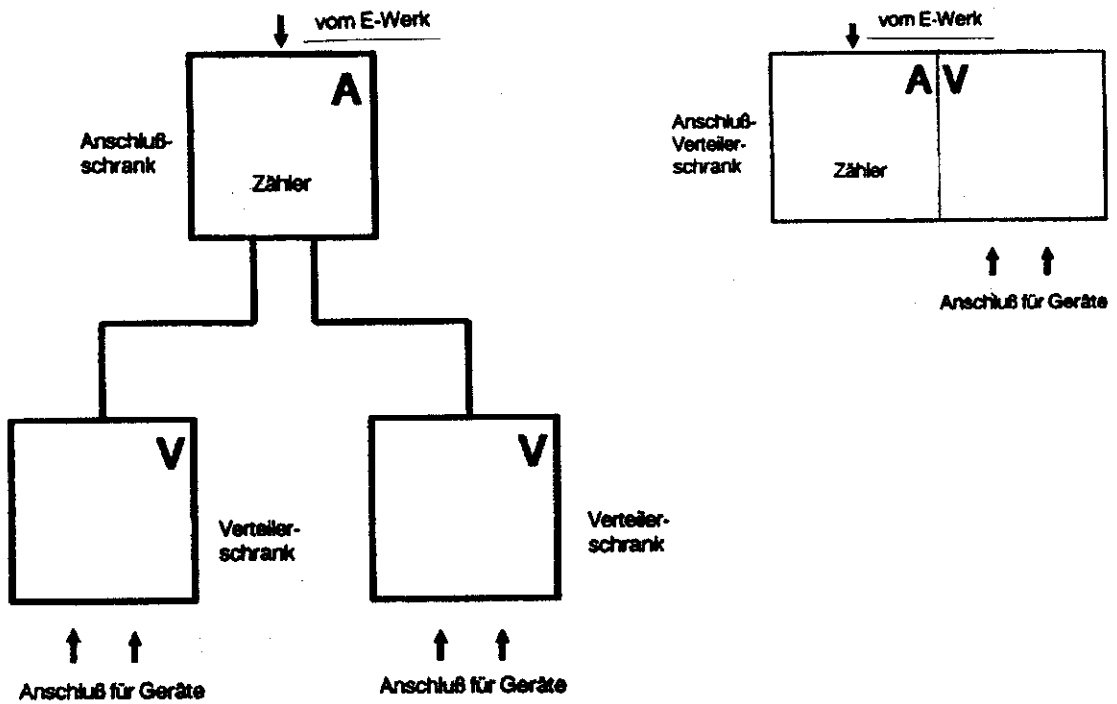


Abbildung 4-2 Verteilungsschema des Leitungsnetzes [Heuer, 1994 -55-]
 a) mit Anschlussschrank
 b) mit Anschlussverteilerschrank

R.2 Baustromverteiler

R.2 Baustromverteiler

→ R.2.0 Baustromverteilerschränke

	Nutzungsjahre	Vorhaltemonate	Monatlicher Satz für Abschreibung und Verzinsung	Monatlicher Satz für Reparaturkosten
R.2.00	6	45-40	2,7-3,0%	1,8%

R.2.00 Baustromverteilerschrank
 VERTEILERSCHRANK

BGL 1991-Nr. 7701

Standardausrüstung:

Stahiblechgehäuse mit Fußgestell und Sicherungszubehör. Die Unterteilung der Baustromverteilerschränke erfolgt je nach Verwendungszweck.

Siehe BGL 1991.

Baustromverteilerschränke [BGL 01]



Die Grundkästen können ggfls. mit folgenden (Zusatz-) Ausrüstungen bestückt werden:

- Fehlerstrom Schutzschalter (FI-Schalter)
- Fehlerstrom-Leistungsschalter
- Leistungstrenner / Sicherungslasttrenner
- Wandler
- Schutzkontaktsteckdosen / CEE-Steckdoser
- Zählerplätze für EVU Zähler
- Wandlerplatz für EVU Wandler

Verteilerschränke:

Durch Verteilerschränke werden hinter den Anschlussschränken einzelnen abgesicherte Stromkreise gebildet.

Die Verteilerschränke stellen auch Strom-Übergabepunkte an Neben- oder Nachunternehmer dar. I.d.R. werden hierfür - zum Zweck der verursachungsgerechten Kostenzuweisung - entsprechende Zwischenzähler installiert.

Folgende Größen der Verteilerschränke werden bevorzugt:

Größe [A]	25 A	63 A	100 A	125 A	160 A	250 A	400 A
Leitungsquerschnitt [mm ²]	10	16	35	50	70	120	150

4.3 Elektroleitungen

4.3.1 Leitungstypen

Einphasen-Wechselstromkabel sollen 3 Adern, Drehstromkabel sollen 5 Adern aufweisen (3 Außenleiter, 1 Mittelleiter, 1 Erdung (gelb-grün)) aufweisen.

Die auf der Baustelle gebräuchlichen Niederspannungsleitungen / -kabel werden mit Kurzzeichen gekennzeichnet. Diese geben Eigenschaften oder Material von Ader, Bewehrung und Mantel an.

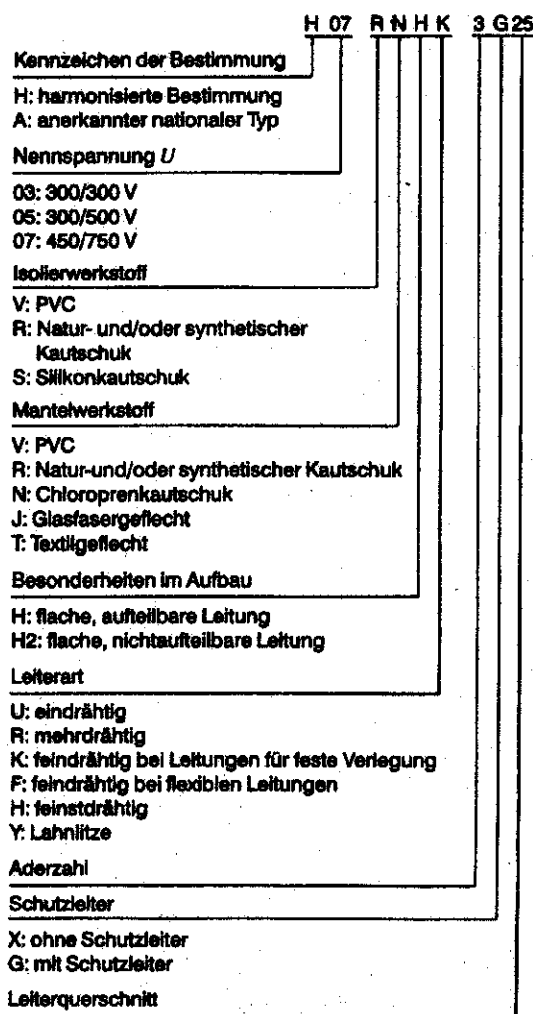


Abbildung 4-7 Kurzzeichen für Starkstromleitungen

Nach **europäischen Bestimmungen** klassifizierte Kabel sind an erster Stelle mit einem „H“ gekennzeichnet (harmonisierte Leitungen). An zweiter Stelle folgt ein zweistelliges Kürzel für die Nennspannung (07 → 750 V / 05 → 500 V / 03 → 300 V). An dritter Stelle folgt ein Kennzeichen für den Isolierwerkstoff (R → Gummi / V → PVC / S → Silikon).



Leitungen sind vor Beschädigung durch

- Hochlegen
- Abdecken

zu schützen. Das Eingraben von Leitungen ohne besondere Schutzmaßnahmen ist nicht zulässig. Beschädigte Leitungen müssen ausgetauscht werden.

Leitungsroller müssen für rauen Betrieb ausgerüstet sein und folgende Merkmale aufweisen:

- Prüfzeichen
- Schutzisolation
- Spritzwasserschutz (mind. IP x4)
- Thermoschutzschalter

Sie sollten immer ganz ausgerollt werden, um Temperaturschäden durch Aufheizung zu vermeiden.

4.3.2 Bemessung der Elektroleitungen

Mit zunehmender Kabellänge und abnehmendem Leistungsquerschnitt verringert sich eine zu übertragende Stromleistung. Mit Niederspannung arbeitende Verbraucher sind aber empfindlich gegen Spannungsabfall. Aus diesem Grund ist die Bemessung der Kabel unter Berücksichtigung der beiden folgenden Kriterien vorzunehmen:

- **Spannungsabfall**
- **Erwärmung des Leiters (Verlustleistung)**

Die **thermische Belastung** ermittelt sich aus dem Strom I und kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

VDE 0298 Teil 4: zul. I [A] für Kupferleiter bei max. Umgebungstemperatur von 30° C.:

A in mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120
Ø (3-adrig)	15	17	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60
Ø (4-adrig)	16	19	21	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Ø (5-adrig)	17	20	23	27	30	35	40	47	53	60	65	70
zul I	–	30	41	53	74	99	131	162	202	250	301	352



hieraus:

$$A_{\text{erf}} = \frac{l}{\kappa * \Delta U} * I_W \quad [\text{mm}^2] \quad \text{F 4-3}$$

mit	A	Leitungsquerschnitt [mm ²]
	l	Leitungslänge [m]
	I _w	Wirkstrom
	κ	Leitkonstante des Adermaterials. Für CU 57, für Al 35.

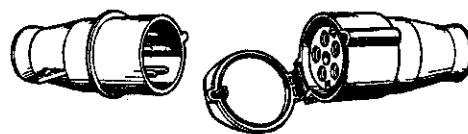
Außer dem Bemessungskriterium "Spannungsabfall" ist auch die **thermische Belastung** der Kabel durch die Stromstärke I [A] zu überprüfen. I.d.R. werden die erforderlichen Kabelquerschnitte Bemessungstabellen für Kabelquerschnitte entnommen.

4.4 Steckverbindungen

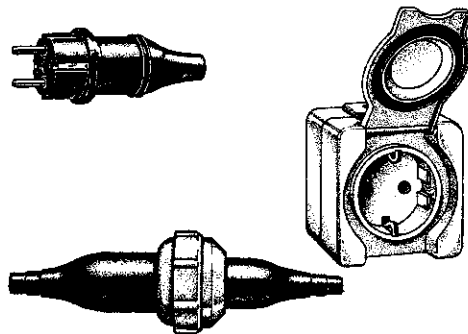
Leitungen dürfen nur mit Stecker und Kupplung verbunden werden.

- Steckvorrichtungen für erschwerten Einsatz bis 400 V und 40 A müssen schutzisoliert und spritzwassergeschützt sein (mind. IP X4).
- Für Einphasenbetrieb sind entweder Steckvorrichtungen 2polig mit Schutzkontakt nach *DIN 49440* oder 1polig mit N- und PE- Leiteranschluss zulässig.
- Steckdosenkombinationen müssen mindestens die Schutzart *IP 43*, Abzweigdosen mindestens *IP X4* aufweisen.

Die Steckverbindungen werden durch Schutzkontaktstecker (Schuko) im Spannungsbereich 220 / 240 V und bei Drehstrom 400 V durch CEE Rundstecker hergestellt.



CEE-Steckvorrichtung nach DIN 49462/63



Spritz- und druckwassergeschützte Schutzkontakt-Steckvorrichtungen für erschwerte Bedingungen

Abbildung 4-10 Steckverbindungen [RWE Handbuch]



- Baustellen in Gebieten, in denen in vertretbarer Entfernung kein Anschluss möglich ist.
- Für Notstromversorgungen, z.B. für Wasserhaltungen, Vorschubvorgänge, etc.

Bestandteile des Aggregates sind der Motor und der Stromgenerator. Der Antrieb erfolgt bei kleineren Leistungen durch Benzinmotoren, bei größeren Leistungen durch Dieselmotoren. Die erzeugte Spannungsfrequenz muss 50 Hz betragen. Da diese von der Drehzahl des Motors abhängt, besitzen die Motoren eine entsprechende automatische Drehzahlregulierung.

R.0.2 Stromaggregate, stationär auf Fundamentrahmen

Nr.	Leistung des Aggregates		Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatliche Reparaturkosten	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	
	kVA	kW					kg	Euro
R.0.12.0010	10	10	350	6 900,00	96,50	145,00	159,00	
R.0.12.0016	16	15	650	8 950,00	125,00	188,00	208,00	
R.0.12.0024	24	22	700	10 100,00	141,00	212,00	232,00	
R.0.12.0034	34	30	750	11 400,00	160,00	239,00	262,00	
R.0.12.0056	56	50	1 400	11 900,00	167,00	250,00	274,00	
R.0.12.0104	104	90	1 700	17 600,00	246,00	370,00	405,00	
R.0.12.0134	134	120	1 800	18 300,00	256,00	384,00	421,00	

Zusatzausrüstungen siehe R.0.20.

Zusatzausrüstungen für R.0.10–R.0.13, R.0.20:

R.0.**.****.AA	Wetterschutzgehäuse SCHUTZHAUBE						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 15%					
	Werterhöhung	Gewicht 10%					
R.0.**.****.AB	Einbau in 20–40 Fuß-Iso-Container CONTAINER 20–40 FUSS						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 20%					
	Werterhöhung	Gewicht 15%					
R.0.**.****.AC	Schalldämmung LWA 90 SCHALLDAEMMUNG 90						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 5%					
	Werterhöhung	Gewicht 40%					
R.0.**.****.AD	Schalldämmung LWA 100 SCHALLDAEMMUNG 100						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 25%					
	Werterhöhung	Gewicht 35%					
R.0.**.****.AE	Fahrgestell 80 km/h FAHRGESTELL 80						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 25%					
	Werterhöhung	Gewicht 30%					
R.0.**.****.AH	Vollautomatische Synchronisier- einrichtung SYNCHRONAUT						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 15%					
R.0.**.****.AJ	Automatische Notstrom-/Netzumschal- tung UMSCHALT NOTNETZ AUT						
	Werterhöhung	mittl. Neuwert 20%					

Abbildung 4-12 Drehstromaggregat [BGL 01: R.0.12 und R.0.20; BGL 91 -683-]



Kurzzeichen für Schutzarten nach VDE 0710












- 
Tropwassergeschützt. Schutz gegen hohe Luftfeuchte, Wrasen und senkrecht fallende Wassertropfen.
- 
Regengeschützt. Schutz gegen von oben bis 30° über der Waagerechten auftreffende Wassertropfen.
- 
Spritzwassergeschützt. Schutz gegen aus allen Richtungen auftreffende Wassertropfen.
- 
Strahlwassergeschützt. Schutz gegen aus allen Richtungen auftreffenden Wasserstrahl.
- 
Wasserdicht. Schutz gegen Eindringen von Wasser ohne Druck.
- 
Druckwasserdicht. Schutz gegen Eindringen von Wasser unter Druck. Die zulässige Wasserhöhe in Metern über dem Prüfling (Eintauchtiefe unter Wasser) wird durch den Zusatz „h ...“ gekennzeichnet, z. B. P55  h 3 (3 m Wassersäule über dem Prüfling). Vergleiche auch DIN 40050.
- 
Staubgeschützt. Schutz gegen Eindringen von Staub ohne Druck.
- 
Staubdicht. Schutz gegen Eindringen von Staub unter Druck.
- 
Schutzisolerungs-Zeichen nach DIN 40014 (gem. VDE 0100).
- 
Explosionsschutz-Zeichen nach DIN 40012 (gem. VDE 0170/171).

Abbildung 5-2 Symbole der Schutzarten [Heuer, 1994 -324-]

5.2 Sicherungen

Eine Überlastung der elektrischen Anlagenteile kann entweder durch die Berührung oder Verbindung zweier stromführender Leiter (Kurzschluss) oder durch die Abnahme eines zu hohen Stromes verursacht werden.

Schutzmaßnahme hiergegen sind Sicherungen, die bei Überlastung den Stromkreis unterbrechen. Man unterscheidet

1. Schmelzsicherungen
2. Automaten

Bei einem Defekt, der das Gehäuse unter Spannung bringt, wird Strom über die Erdung des Gehäuses zur Stromquelle zurückfließen. Die Stromdifferenz wird vom Schutzschalter gemessen. Dieser wird bei Überschreitung eines bestimmten Schwellenwertes die Stromzufuhr der Anlage unterbrechen.

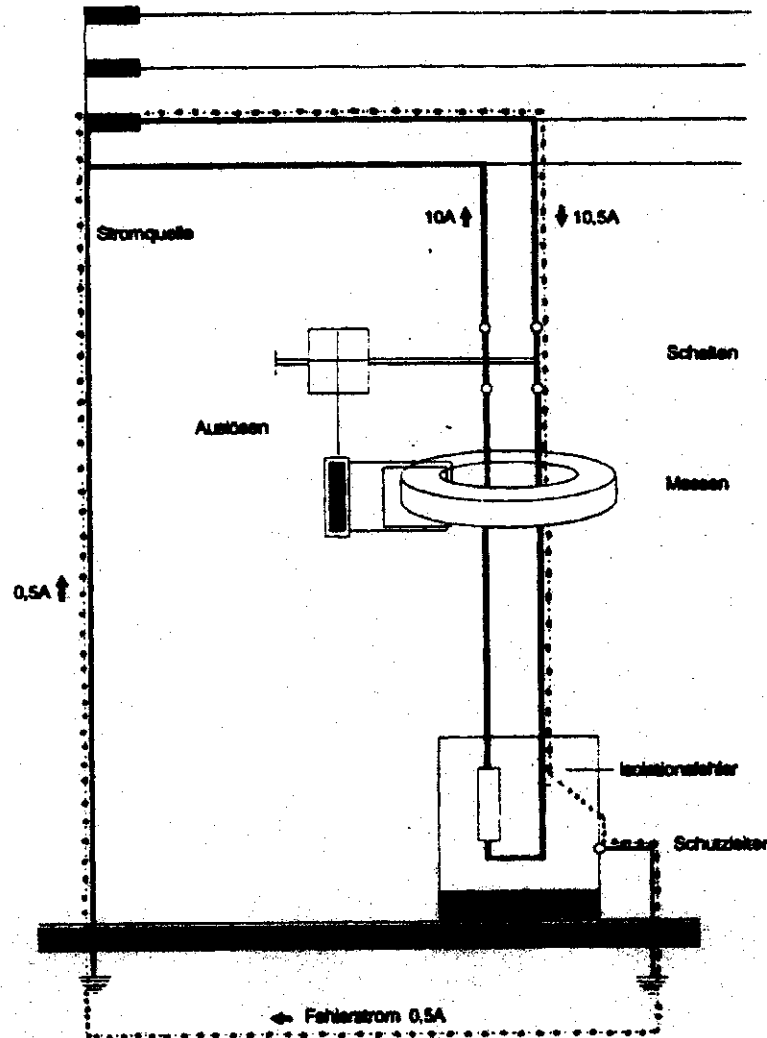


Abbildung 5-3 Fehlerstrom Schutzschaltung [Heuer, 1994 -60-]

Fehlerstromschutzschalter auf Baustellen müssen auf einen Wert von höchstens 0,5 A reagieren. Wesentlich für die ordnungsgemäße Funktion ist einerseits ein ausreichender Stromübergangswiderstand zwischen den Erdungen und andererseits die Funktion des FI Schalters selbst.

Die Funktion des FI Schalters muss durch Betätigung einer Prüftaste **täglich** geprüft werden.

Das Schutzsystem ist durch einen Elektrofachmann **monatlich** einer Prüfung zu unterziehen. Entsprechende Angaben sind in den Vorschriften der BGG enthalten.



6 Anlagen

6.1 Formular: Energiekosten der Baustelleneinrichtung [f-energie]

6.2 Formular: Gerätekosten-Vorhaltung [f-geräte-v]

6.3 Sinnbilder der Elektroinstallation nach DIN 40717



	Küchenmaschine		Summer
	Elektroherd, allgemein		Gong
	Mikrowellenherd		Hupe
	Backofen		Sirene
	Wärmeplatte		Meldeleuchte, Signallampe
	Friteuse		Ruf- und Abstelltafel
	Waschmaschine		Fernsprechgerät, allgemein
	Wäschetrockner		Fernsprechgerät, halbambtsberechtigt
	Geschirrspülmaschine		Fernsprechgerät, ambtsberechtigt
	Kühlgerät		Fernsprechgerät, fernberechtigt
	Gefriergerät		Mehrfachfernsprecher, z. B. Haustelefon
	Raumheizung, allgemein		Fernmeldezentrale, allgemein
	Speicherheizgerät		Fernsprech-ZB-Vermittlung ZB = Zentralbatterie
	Infrarotstrahler		Fernsprech-W-Vermittlung selbsttätig W = Wählbetrieb
	Lüfter		Elektrische Uhr, z. B. Nebenuhr
	Klimagerät		Hauptuhr
	Antenne, allgemein		Signalhauptuhr

Auswahl von Schaltzeichen aus der durch DIN 40900 T.11 ersetzten DIN 40717.

	Neutralleiter (N), Mittelleiter (M)		Anschlußdose, Verbindungdose
	Schutzleiter (PE)		Punktleuchte
	Neutralleiter mit Schutzfunktion (PEN) Beispiel: Drei Leiter, ein Neutralleiter, ein Schutzleiter		Flutlichtleuchte
	Hausanschlußkasten, allgemein, dargestellt mit Leitung		Sicherheitsleuchte mit eingebauter Stromversorgung
	Verteiler, dargestellt mit fünf Anschlüssen		Schaltuhr
	Ventilator, dargestellt mit Leitung		Zeiterfassungsgerät

Von den Darstellungen der DIN 40900 T.11 abweichende Darstellungen der Vorgängernorm DIN 40717

Schaltzeichen, die in DIN 40717 nicht aufgeführt waren.