

VL 07

Elektroinstallation in Gebäuden

Arbeitshilfen zur Vorlesung

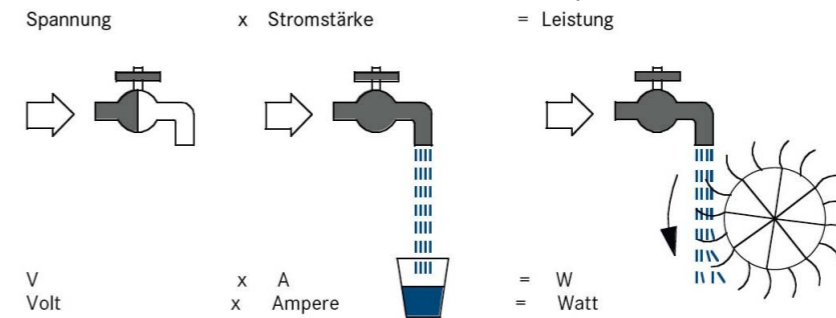
Technischer Ausbau

Elektroinstallation in Gebäuden

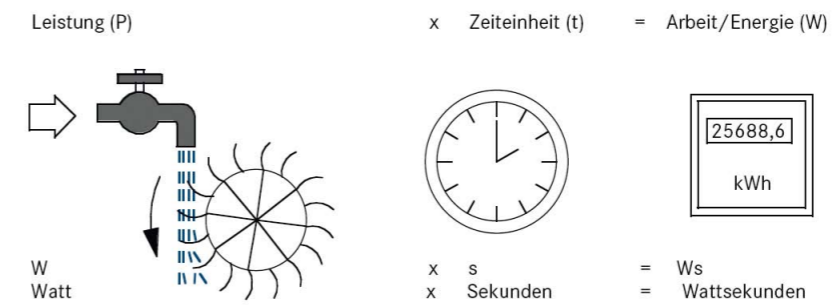
Die Elektrizität

ist die Eigenschaft der Materie in zwei Formen von Ladung im umgebenden Raum eine Zustandsänderung, das elektrische Feld, zu erzeugen. Die elektrische Ladung wird durch Elektronen (Elementarteilchen, als negativ bezeichnet), die die Atomkerne (u.a. die Protonen, als positiv bezeichnet) umströmen, bewirkt. Bewegte elektrische Ladung wird als elektrischer Strom bezeichnet.

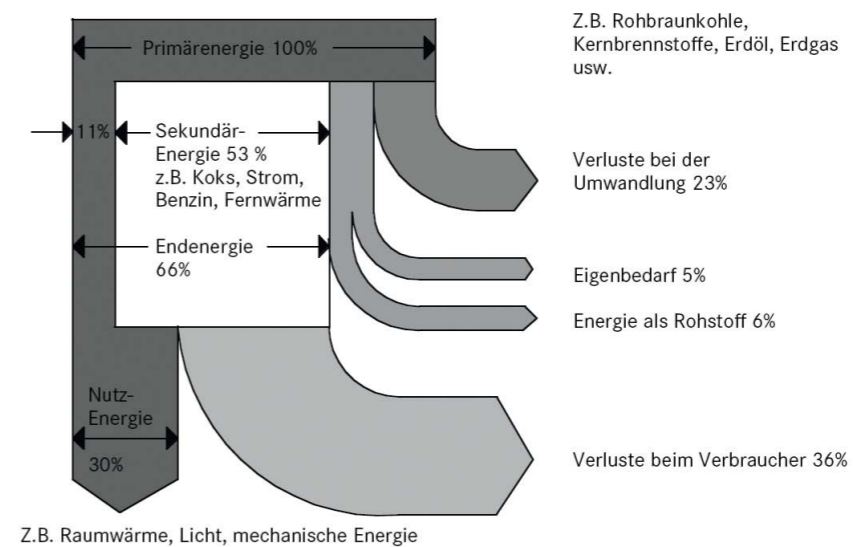
Elektrizität ist eine hochwertige Energieform, die für das Betreiben von Anwendungen wie Beleuchtung, Kleinmaschinen, Haushaltsgeräten und elektronischen Geräten genutzt wird. Elektrische Energie wird in Form von Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom transportiert.



Elektrische Leistung



Elektrische Arbeit



Energiearten. Von der Primärenergie zur Nutzenergie

Impressum

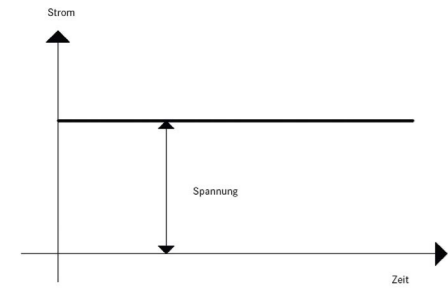
TU Berlin
FG Gebäudetechnik und Entwerfen
Straße des 17. Juni 152
D-10623

www.blog.gte.tu-berlin.de

Texte: Prof. Claus Steffan

© bei den Autoren/ gte 2010

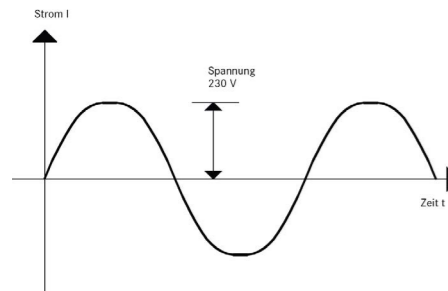
Nur für Lehrzwecke: Kein Verkauf Keine Vervielfältigung Keine Verwertung



Gleichstrom

Der Gleichstrom

fließt mit gleicher Stärke mit gleicher Stärke und immer in der gleichen Richtung. Er wird hauptsächlich bei Gleichspannungsanlagen, wie elektronischen Geräten und solchen mit Batterie- oder Akkubetrieb eingesetzt.



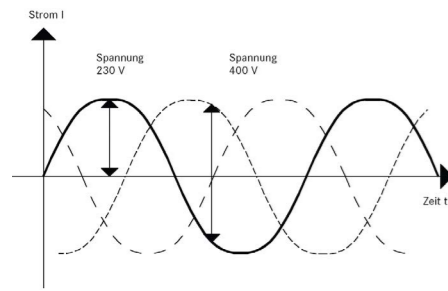
Wechselstrom

Der Wechselstrom

wechselt seine Fließrichtung und Stärke ständig. Die elektrische Leitung schwingt in Form einer Sinuskurve rhythmisch zwischen dem positiven und negativen Höchstwert. Dabei entsprechen zwei Richtungswechsel einer Periode. Die Anzahl der Perioden pro Sekunde wird Frequenz genannt. In Deutschland beträgt die Netzfrequenz 50 Hertz (Hz). Der Grund für den Einsatz von Wechselstrom liegt in der leichteren Umspannbarkeit in eine beliebige Spannung mittels eines Transformators.

Der Drehstrom

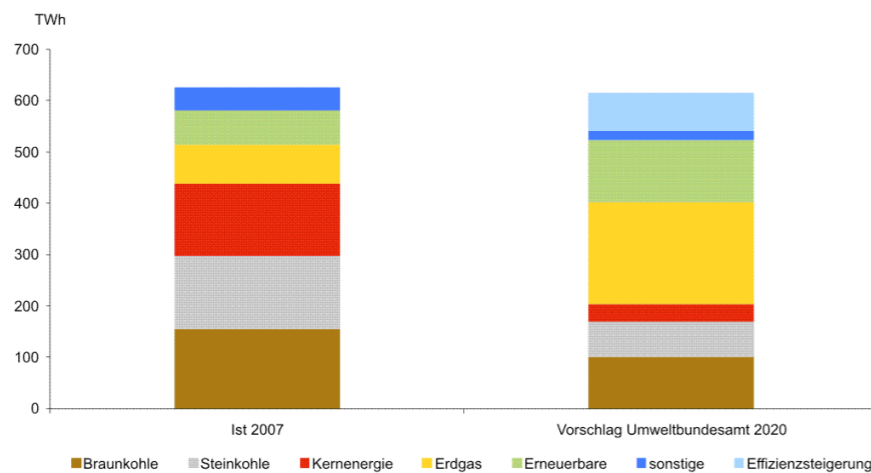
entsteht durch die sternförmige Anordnung der elektrischen Spulen am Stromgenerator. Jede Spule ist um 120° versetzt und verschiebt deren Spannungen und Stromstärken um eine 1/3 Phase. Der Drehstrom wird in zwei Spannungshöhen geliefert: 230 Volt zwischen einem der drei Außenleiter und dem Neutraleiter, 400 Volt zwischen zwei verschiedenen Außenleitern.



Drehstrom

Die elektrische Energieerzeugung

Erzeugt wird Elektrizität in Kraftwerken, die diese bisher in der Regel zentral mit begrenzt vorrätigen fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas und Kohle) erzeugen. Ungefähr ein Drittel wird in Deutschland noch durch Kernkraft produziert. Wegen der großen, nicht lösbaren Probleme der nuklearen Endlagerung beschloss die Bundesregierung die atomare Erzeugung von Energie mittelfristig einzustellen. Der bei der Erzeugung von elektrischem Strom erzielte Wirkungsgrad ist sehr gering. Er liegt durchschnittlich bei ca. einem Drittel. Der Rest geht über Abwärme verloren.



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990–2007 nach Energieträgern, Stand 10/2008; Umweltbundesamt eigene Berechnungen

Stromerzeugung nach Energieträgern im deutschen Kraftwerkpark

Die regenerative Stromerzeugung

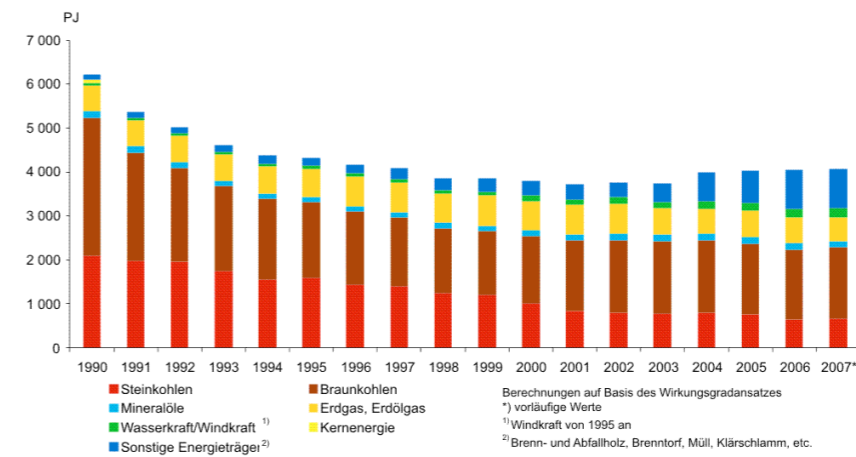
In der Zukunft müssen deutlich mehr regenerative Energieträger für die Stromerzeugung eingesetzt werden. Zur Verfügung stehen grundsätzlich Sonnenenergie, Biomasse, Windkraft und Wasserkraft. Diese Energiequellen sind regenerativ, also erneuerbar und deshalb nachhaltig verfügbar. Wegen der Verluste durch lange Versorgungsleitungen ist eine dezentralere Versorgungsstruktur anzustreben. Sinnvoll ist die Nutzung von Wärme-Kraft-Kopplung. Durch die gleichzeitige Erzeugung und Nutzung von Wärme und elektrischem Strom wird ein wesentlich höherer Wirkungsgrad als bei der reinen Stromerzeugung erzielt.

Wasserkraft

Laufwasserkraftwerke wandeln die potentielle Energie aufgestauten Wassers von Flüssen und Stauseen in Bewegungsenergie um. Durch Turbinen strömendes Wasser überträgt die Energie auf einen Generator, der elektrische Energie erzeugt. In Deutschland wird ca. 5 % des Stroms aus Wasserkraft erzeugt. Hier sind die Möglichkeiten zu ca. 85 % bereits ausgeschöpft. Gezeitenkraftwerke nutzen Ebbe und Flut zwischen offenem Meer und einem Staubecken. Wellenkraftwerke sind bisher nur als Konzepte bekannt. Sie könnten die an der Küste vorhandene Brandung der Wellen auffangen. Meereswärme-Kraftwerke könnten den Temperaturunterschied zwischen dem warmen Oberflächen- und dem kalten Tiefenwasser tropischer Meere zur elektrischen Energiegewinnung nutzen.

Windkraft

Zur Nutzung der Windenergie sind hohe bis mittlere Windgeschwindigkeiten von mehr als 4 m/s erforderlich. Windräder werden bevorzugt als 3-Flügel-Anlagen mit 500 bis 1500 KW Leistung errichtet. Geplant sind auch große „Off-Shore-Anlagen“ mit wesentlich größerer Leistung. Windenergie erlebt in den letzten Jahren einen Boom, da sie durch das Erneuerbare Energien-Gesetz durch Abnahmepreis-Garantie subventioniert wird. Die Windenergie hat inzwischen einen Anteil von ca. 3 % an der Stromerzeugung erreicht. Dieser kann noch in gewissem Maße gesteigert werden.



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2007, Stand 09/2008

Entwicklung der Primärenergiegewinnung in Deutschland nach Energieträgern 1990-2007

Anteil der erneuerbaren Energieträger am Bruttostrom- und Primärenergieverbrauch ab 1991

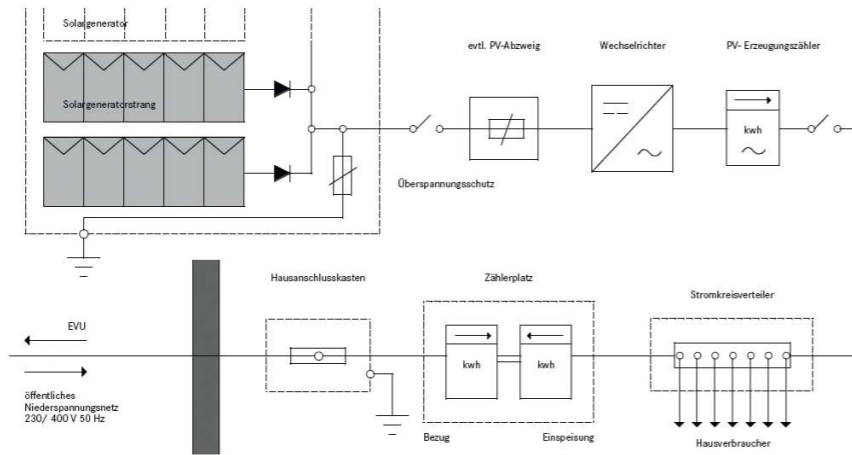
Jahr	Bruttostromverbrauch		Primärenergieverbrauch	
	insgesamt	darunter:	insgesamt	darunter:
		Erneuerbare		Erneuerbare
TWh	%	PJ	%	
1991	539,6	3,2	14.610	1,3
1992	532,9	3,8	14.319	1,4
1993	527,9	4,0	14.309	1,6
1994	530,8	4,3	14.185	1,8
1995	541,6	4,7	14.269	1,9
1996	547,3	4,2	14.746	1,8
1997	549,9	4,5	14.614	2,4
1998	556,7	4,8	14.521	2,6
1999	557,3	5,5	14.323	2,8
2000	579,6	6,3	14.401	2,9
2001	585,1	6,7	14.679	2,9
2002	587,4	7,8	14.427	3,2
2003	598,6	7,9	14.480	3,4
2004	608,0	9,3	14.656	4,5
2005 ¹	612,1	10,4	14.469	4,7
2006 ¹	617,0	11,7	14.565	5,4
2007 ¹	617,5	14,2	13.842	6,6

¹ Vorläufige Angabe.
Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) und Arbeitsgruppe Energiebilanzen (AGEB).

Erneuerbare Energieträger

Photovoltaik

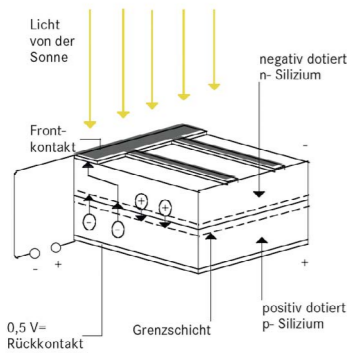
Photovoltaik bezeichnet die direkte Gewinnung von elektrischem Strom durch Sonnenlicht mittels Solarzellen. Photovoltaik wird, wie die Windkraft, durch das Erneuerbare Energien-Gesetz gefördert. Dieses sichert dem Produzenten hohe Erträge für die Einspeisung von aus regenerativen Energien hergestellten Stroms. Ohne diese Förderung wäre der Erzeugungspreis unter derzeitigen Randbedingungen kaum konkurrenzfähig.



Beispiel für eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage

Photovoltaischer Effekt

Es kommt hierbei zur Freisetzung von elektrischen Ladungsträgern, die von metallischen Kontakten der Solarzelle gesammelt werden und den elektrischen Strom bilden.



Aufbau einer Solarzelle

Die kristalline Solarzelle (zumeist 10x10 cm² Fläche) liefert eine Leerlauf-Gleichspannung von etwa 0,5 V und eine von der Einstrahlung und Zellgröße abhängige Stromstärke: im Labor bei maximaler Strahlungsintensität (definitionsgemäß 1000 W/m²) in der Größenordnung von 250 bzw. 300 A/m² (poly- bzw. monokristalline Zelle); daraus ergibt sich eine Leistung von rund 125 bzw. 150 W peak/m² (peak = Spitze, Leistung bei Maximalstrahlung). Hintereinander- (Serien-) Schaltung einzelner Solarzellen erhöht die Spannung, Parallel-Schaltung die nutzbare Stromstärke.

Als Solarmodul bezeichnet man eine zu einer Montageeinheit fest zusammen geschaltete Anzahl von Solarzellen. Das Solarmodul stellt die kleinste PV-Nutzeinheit dar. Durch Serien- Parallel- oder Mischschaltung von Solarmodulen sind die für den Anwendungsfall gewünschten höheren Ausgangsspannungen des so entstehenden Solargenerators erzielbar.

Photovoltaik-System

Ein PV-System besteht im Allgemeinen aus einem Solargenerator, einem Laderegler, dem Energiespeicher, einer Spannungsaufbereitung sowie dem zu versorgenden Verbraucher. Um die Spannungslage des PV-Systems an die Spannung des Verbrauchers anzupassen ist u.U. eine Span-

nungsaufbereitung notwendig. Werden größere Leistungen benötigt (z.B. konventionelle Haushaltsgeräte) muss das System um einen Wechselrichter erweitert werden. Wirkungsgrad

Solarzellen nutzen die auftreffende Globalstrahlung (direktes und diffuses Licht) und erreichen unter Laborbedingungen je nach Art des Aufbaus und des verwendeten Basismaterials Wirkungsgrade von bis ca. 20 %. In der Praxis erzielen PV-Elemente einen nominellen Energieertrag von ca. 10 %.

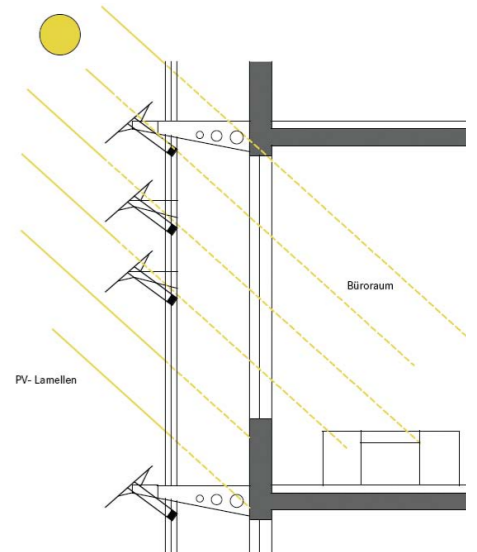
d.h.:

- bei voller Sonnenscheindauer (größer 800 W/m²),
- Ausrichtung nach Süden,
- Neigungswinkel von ca. 40°
- Umgebungstemperaturen von ca. +30°C

wird eine elektrische Leistung von ca. 1,0 - 1,5 W mit einem Energieertrag von ca. 100 kWh/a m² erreicht. (1)

Faustwert : 1 m² PV-Fläche = max. 100 kWh Strombedarf im Haushalt

Stromverbrauch pro Person: 1630 kWh/a P
Stromverbrauch pro Haushalt: 3600 kWh/a
Für die Deckung des Energiebedarfs eines 4-Personenhaushalts mit einem Verbrauch von ca. 3600 kWh/a ist eine Modulfläche von ca. 35-40 m² notwendig (Stromnetz als Speicher).



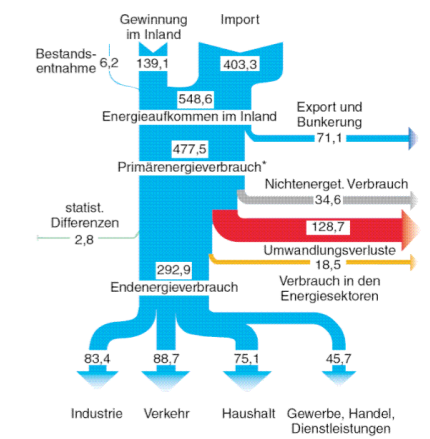
PV-Elemente als Sonnenschutzlamellen

	Einheit	1991	1995	2000	2005	2006	2007
Einfuhrpreise							
Rohöl	Euro/t	129,20	94,92	227,22	298,22	379,01	382,96
Erdgas	€/TJ	2 439,00	1 881,00	2 967,00	4 479,00	5 926,00	5 473,61
Steinkohle	Euro/t	46,05	40,63	41,54	57,27	61,76	63,31
Verbraucherpreise							
Heizöl leicht, Haushalte ¹⁾	Euro/100 l	26,38	21,94	40,82	51,62	59,30	58,63
Erdgas, Haushalte ¹⁾	Cent/kWh	3,55	3,48	3,94	5,34	6,33	6,51
Strom, Haushalte ¹⁾	Cent/kWh	14,80	16,36	14,92	18,22	18,91	20,15
Heizöl schwer, Industrie ^{2), 3)}	Euro/t	114,70	106,75	188,92	181,44	296,13	288,64
Erdgas, Industrie ^{2), 4)}	Cent/m ³	14,33	12,45	16,72	2,46	2,91	k.A.
Strom, Industrie ²⁾	Cent/kWh	6,91	6,74	4,40	6,76	7,51	k.A.
Normalbenzin	Euro/l	0,65	0,77	0,99	1,10	1,27	1,33
Dieselmotorkraftstoff	Euro/l	0,55	0,58	0,80	0,98	1,12	1,19

¹⁾ einschl. MwSt., Tarifabnehmer (Haushaltsbedarf), incl. Ausgleichsabgabe, Stromsteuer und Mehrwertsteuer
²⁾ ohne MwSt.
³⁾ Durchschnittspreis bei Abnahme von 2001 t und mehr im Monat, ab 1993 von 15 t und mehr im Monat
⁴⁾ Durchschnittserlöse

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, entnommen: Energiedaten (BMWi) 2008, Stand: 24.06.2008

Entwicklung der Energiepreise in Deutschland 1991 - 2007



*Der Anteil der erneuerbaren Energieträger liegt bei 7,2%. Alle Zahlen vorläufig/geschätzt.
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) 08/2008

Energiefluss für Deutschland in 2007 in Mio t Steinkohleeinheiten (SKE)

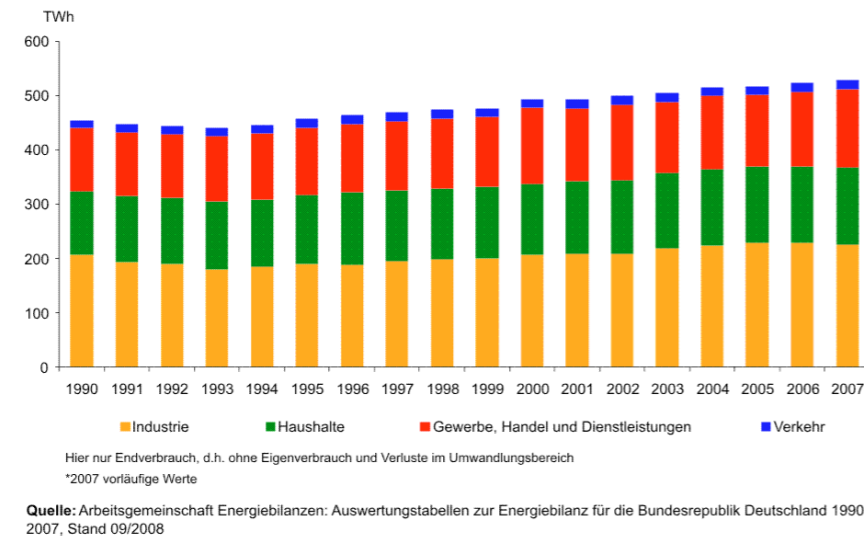
Bei konsequenter Verwendung energiesparender Haushaltsgeräte ist es möglich, den Stromverbrauch eines 4 Personen- Haushalts auf ca. 700 kWh/a zu reduzieren (entspricht ca. 7 m² PV-Fläche, s. Energieautarkes Solarhaus in Freiburg).

Amortisation

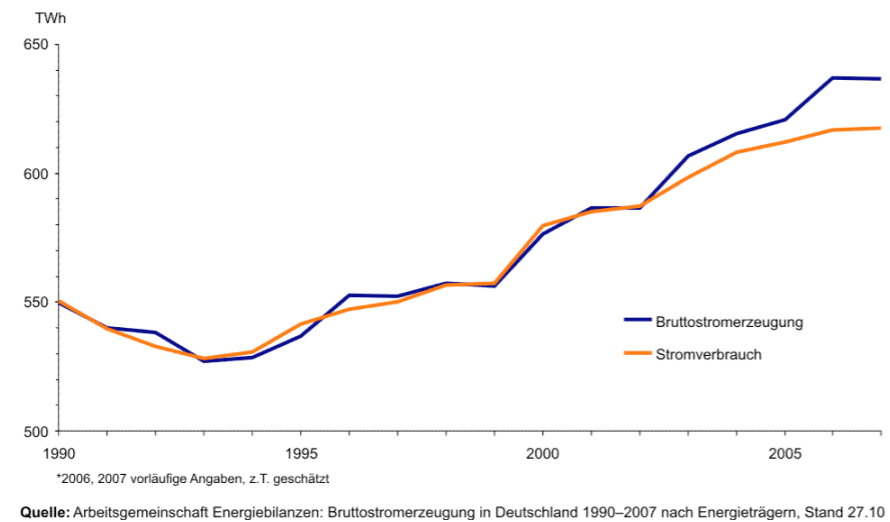
Bei Investitionskosten von ca. 750 €/m² Modulfläche lassen sich z.Zt. elektrische Energiekosten in Höhe von 38 €/m² a Modulfläche einsparen, woraus eine Amortisationszeit von ca. 20 Jahren resultiert. Diese hängt jedoch maßgeblich von den aktuellen Energiepreisen und der Einspeisevergütung ab.

Gebäudeintegration

Bei der Gebäudeintegration ist besonders auf eine verschattungsfreie Anordnung zu achten. Der Wirkungsgrad eines PV-Generators ist stark abhängig von der Leistung der einzelnen Module. Die Beschattung oder Verschmutzung einzelner Solarzellen führt aufgrund der Reihenschaltung zum Ausfall des ganzen Moduls und beeinträchtigt erheblich den Gesamtwirkungsgrad.



Stromverbrauch nach Sektoren in Deutschland



Entwicklung der Bruttostromerzeugung (inkl. Einspeisungen Dritter ins Netz der allgemeinen Versorgung) in Deutschland

Der volkswirtschaftliche Stromverbrauch

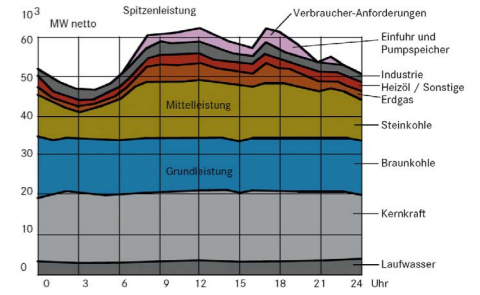
„In ca. 10 Jahren stieg der bundesdeutsche Stromverbrauch um rund 5 % von 459 TWh in 1990 auf 484 TWh in 2001. Die Verteilung des Stromverbrauchs auf die einzelnen Verbrauchssektoren blieb dabei weitgehend konstant. Der statistische pro – Kopf- Stromverbrauch pro Einwohner lag im Jahr 2000 in Deutschland bei rund 6.080 KWh und damit um rund 6 % niedriger als der europäische Durchschnitt mit 6.500 KWh/Einwohner(VDEW 2002c).

Die Stromintensität der deutschen Wirtschaft nimmt dabei in den letzten Jahren weiter sukzessive ab. Zwischen 1991 und 2000 sank die Stromintensität um rund 8 % von 161 KWh/ 500 EUR BIP auf nunmehr rund 147 KWh/500 EUR BIP (VDEW 2001b). Gründe für die steigende Entkopplung des Stromverbrauchs vom Wirtschaftswachstum sind Effizienzsteigerungen beim Stromeinsatz, gesteigertes Energiebewusstsein seitens der Verbraucher und der anhaltende Strukturwandel, von energieintensiven Wirtschaftsbranchen zur Dienstleistungsgesellschaft.“ (Aus Report Strom für das BMBF, Öko-Institut 2003)

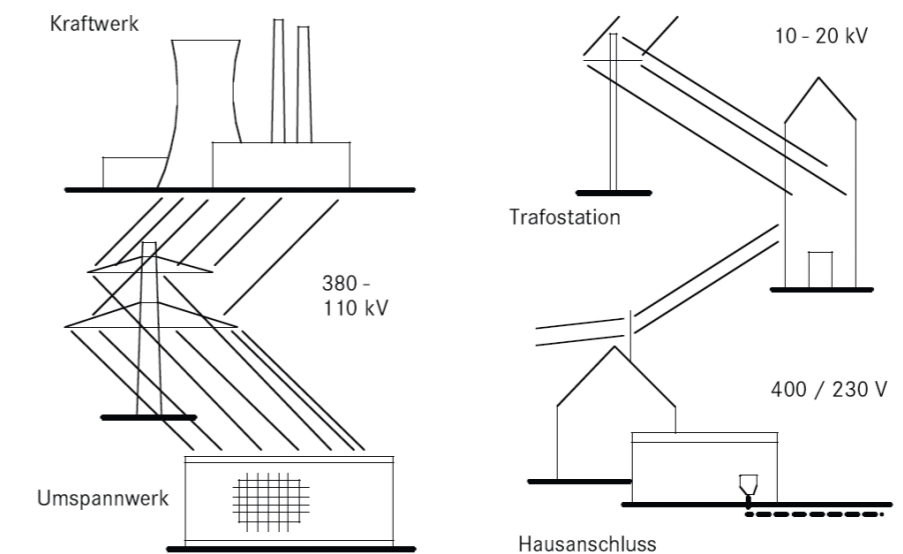
Der Strombedarf einer Volkswirtschaft schwankt im Stunden-, Tages- und Wochenrhythmus. Da der Strom im Moment der Erzeugung verbraucht wird, muss sich die Stromleistung durch die Erzeuger genau dem gerade benötigten Bedarf anpassen. Diese wird durch Spitzenlastkraftwerke gedeckt, die bei Bedarf zu den Grundlast und Mittellastkraftwerken zugeschaltet werden.

Stromverteilung

In Großkraftwerken wird in der Regel Dreiphasen-Drehstrom mit 10 000 V erzeugt. Dieser wird auf 110 KV bis 380 KV hoch gespannt und innerhalb des Verbundnetzes großräumlich übertragen. In der Stadt wird die Hochspannung in der Regel auf 10 KV umgespannt. Größere Verbraucher wie Fabriken, Krankenhäuser oder größere Bürogebäude und Wohnkomplexe übernehmen diese Mittelspannung und formen diese in eigenen Trafostationen in 400/230 V um. Der Architekt muss hierbei entsprechende Flächen



Typischer Lastgang der öffentlichen Stromerzeugung



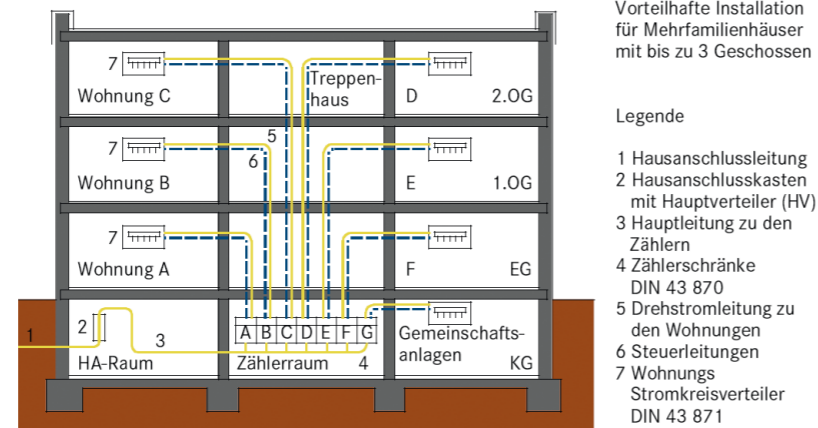
Weg des Stroms vom Kraftwerk zum Hausanschluss

im Raumprogramm reservieren und entsprechende Ein- und Ausbringöffnungen für die Auswechselungen der Trafos einplanen. Die übrigen Verbraucher werden über das öffentliche Niederspannungsnetz versorgt, das in lokalen Trafostationen herunter transformiert wird. Die Ausstattungswerte Der Ausstattungsumfang der Elektro-Installationen von Wohnungen ist in der RAL-RG 678 (3/90) geregelt. Diese unterscheidet drei Ausstattungswerte, nämlich eine Mindestausstattung, eine Normalausstattung und eine gehobene Ausstattung. Diese sind im Einzelnen pro Raum in der beigefügten Tabelle zu entnehmen.

Hausanschluss

Der elektrische Hausanschluss wird in der Regel im Hausanschlussraum untergebracht. Die elektrische Hausanschlussleitung wird normalerweise als Erdkabel in mindestens 60 cm Tiefe unter Gelände in das Gebäude eingeführt. Die Einführung muss entsprechend den äußeren Bedingungen abgedichtet werden.

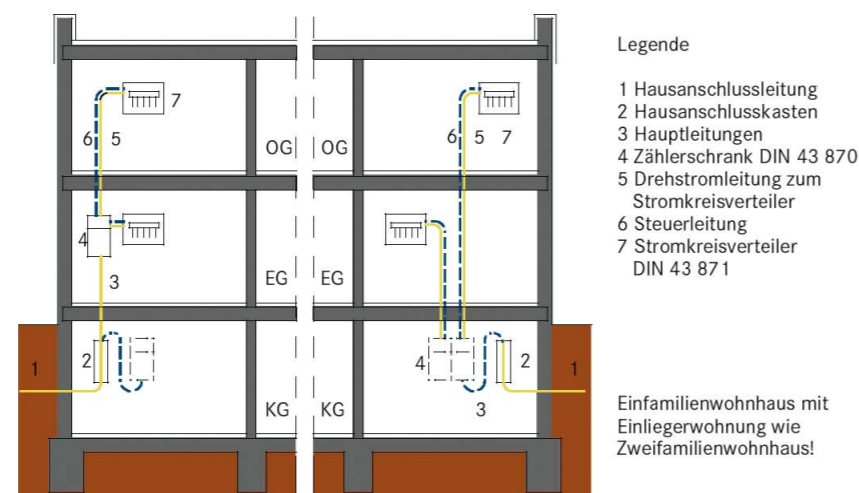
Bei drückendem Grundwasser sind spezielle druckwasserdichte Formteile in die wasserundurchlässige Kelleraußenwand einzubauen. Die Einführung sollte direkt an einer Querwand des Hausanschlussraums angeordnet werden. Diese sollte auf der gegenüberliegenden Seite der Wasser- und Abwasseranschlüsse liegen um eine Berührung von Wasser und Elektrizität zu verhindern. Unmittelbar hinter der Hauseinführung ist der Hausanschlusskasten anzuordnen.



Vorteilhafte Installation für Mehrfamilienhäuser mit bis zu 3 Geschossen

- Legende
- 1 Hausanschlussleitung
 - 2 Hausanschlusskasten mit Hauptverteiler (HV)
 - 3 Hauptleitung zu den Zählern
 - 4 Zählerschränke DIN 43 870
 - 5 Drehstromleitung zu den Wohnungen
 - 6 Steuerleitungen
 - 7 Wohnungs Stromkreisverteiler DIN 43 871

Mehrfamilienhaus mit zentral angeordneten Messeinrichtungen



- Legende
- 1 Hausanschlussleitung
 - 2 Hausanschlusskasten
 - 3 Hauptleitungen
 - 4 Zählerschrank DIN 43 870
 - 5 Drehstromleitung zum Stromkreisverteiler
 - 6 Steuerleitung
 - 7 Stromkreisverteiler DIN 43 871

Einfamilien-Wohnhaus/ Zweifamilien-Wohnhaus

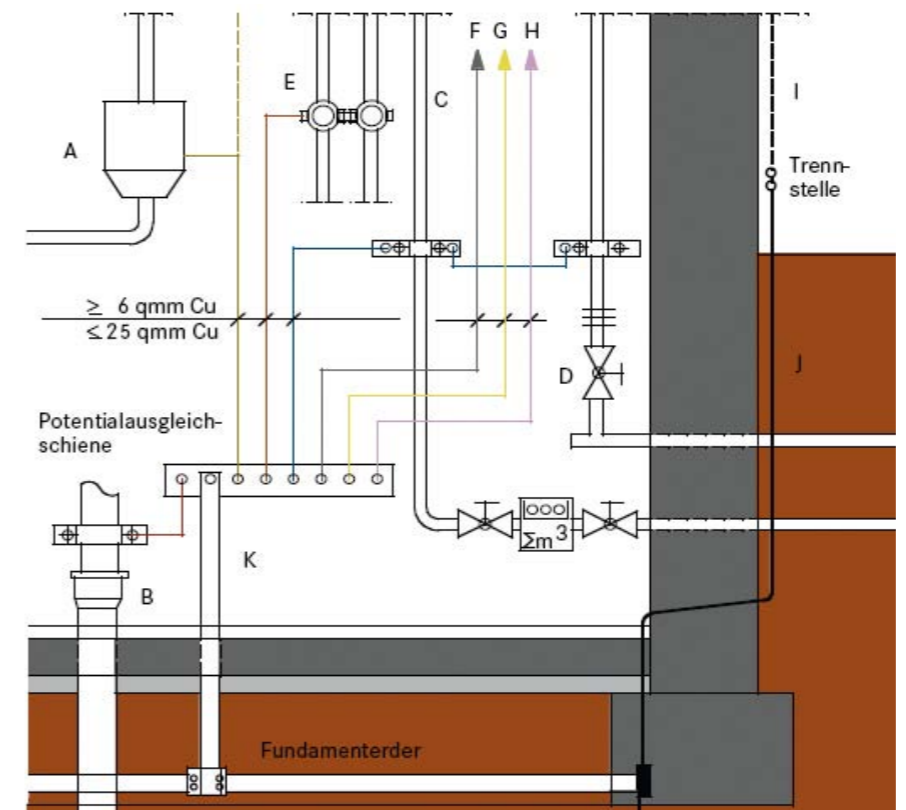
Zähleranlagen

Stromzähler messen den Stromverbrauch und ermöglichen seine Ableitung. Es wird zwischen zentralen und einer dezentralen Zähleranlagen unterschieden. Zentrale Zähleranlagen dürfen nur in leicht zugänglichen Räumen untergebracht werden. Sie sind dezentralen Zählern vorzuziehen, die sich in der Regel in den einzelnen Wohn- oder Büroeinheiten befinden. Stromkreisauflteilung

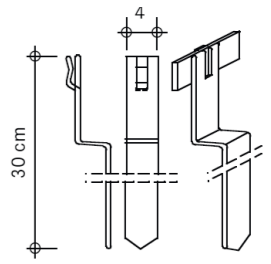
Stromkreise ermöglichen den dezentralen Einsatz von Sicherungselementen, die bei Leitungsüberlastung oder Kurzschluss nur den betroffenen Stromkreis ausschalten. In Wohnungen richtet sich die Anzahl der Stromkreise nach der Größe und dem Ausstattungswert. Für Großgeräte (Herde, Waschmaschinen oder elektrische Heißwasserbereiter) sind eigene Stromkreise bereitzustellen.

Potentialausgleich

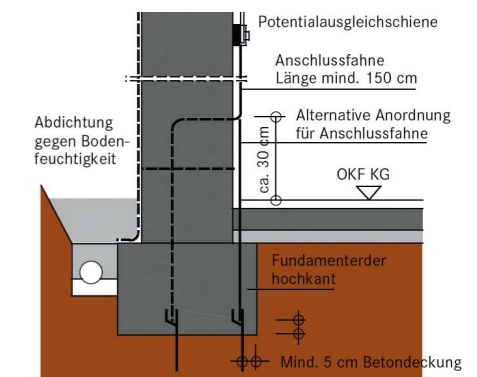
Ein Potential ist der Spannungsunterschied der elektrischen Ladung eines Körpers in Beziehung zu einem anderen Körper. Bei einer Verbindung beider Körper z.B. durch metallische Verbindung gleicht sich die Ladung aus. Bei Isolationsfehlern können in den metallischen Rohrsystemen (Heizungs--, Wasser- und Gasleitungen) gefährliche Berührungsspannungen und Fehlerströme entstehen. Durch die Verbindung der leitfähigen Teile im



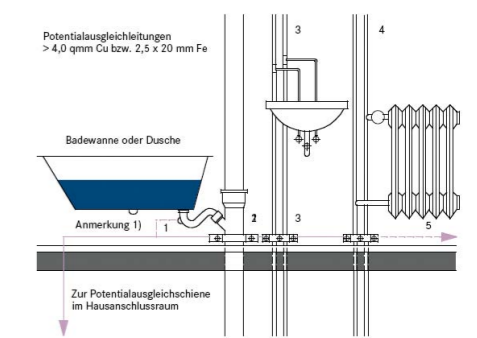
Hauptpotentialausgleich im Hausanschlussraum
 A - Elektrohausanschlusskasten, bzw. Zähler (je nach Netzform); B - Abwasserrohr (soweit aus Metall); C - Kaltwasserhausanschluss; D - Gasanschlussleitung; E - Heizungsinstallation; F - Antennenanlage; G - Fernmeldeanlagen; H - Zum Potentialausgleich im Badezimmer; I - Blitzableiter; J - Anschlussfahne für den Blitzableiter; K - Anschlussfahne des Fundamenterders



Abstandhalter



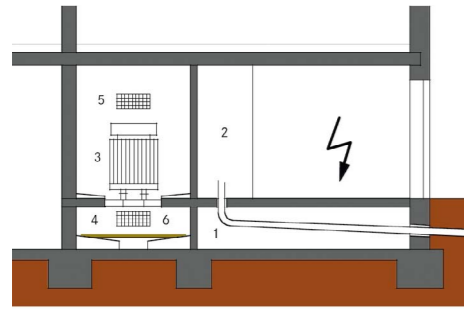
Fundamenterder im Aussenwandfundament



- Legende
- 1 Abflußstutzen an der
 - 2 Bade- oder Duschwanne (Anm. 1)
 - 3 Kalt-/Warmwasserleitung
 - 4 Heizungsleitungen
 - 5 Sonstige Installationen aus Metall im Badezimmer

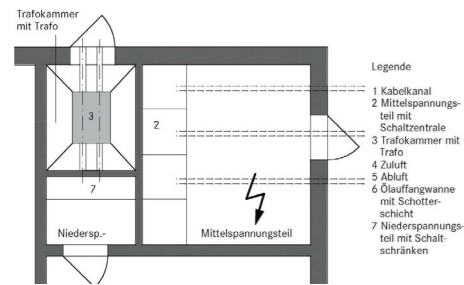
Anmerkung:
 In der Neufassung der DIN VDE 0100-701 wird der zusätzliche Potentialausgleich an metallenen Badewannen und Duschen nicht mehr gefordert, es sei denn, sie stehen auf leitfähigen Fußböden.

Zusätzlicher Potentialausgleich im Badezimmer



67 bzw. 82 cm Abstand der Trägerschienen

Beispiel für eine kleinere Netzstation



- Legende
- 1 Kabelkanal
 - 2 Mittelspannungsteil mit Schaltzentrale
 - 3 Trafokammer mit Trafo
 - 4 Zuluft
 - 5 Abluft
 - 6 Ölaufangwanne mit Schotter-schicht
 - 7 Niederspannungsteil mit Schalt-schranken

Beispiel für eine kleinere Netzstation

Gebäude kann dieser Gefahr begegnet werden. Der Potentialausgleich ist nach DIN VDE 0100 T 410 grundsätzlich vorgeschrieben. Er sollte durch einen Fundamentaler geerdet werden und somit dem Erdpotential angeglichen werden

Der Fundamente der wird im äußeren Ringfundament des Gebäudes als verzinkter Flachstahl eingelegt und mit mindestens einer Anschlussfahne an die Potentialausgleichschiene, und den Blitzschutz-, Fernmelde- und Antennenanlagen angeschlossen. Transformatorräume

Größere Verbraucher werden wegen ihres Leistungsbedarfs direkt an das Mittelspannungsnetz angeschlossen. Hierbei sind in den Gebäuden Trafokammern und Schalträume vorzuhalten.

Die Trafokammern enthalten die Transformatoren, für die entsprechende Öffnungen zur nötigen Auswechslung vorgesehen werden müssen. Diese können als Schächte oder Deckenöffnungen ausgebildet werden. Trafokammern müssen eine Ölaufangwanne enthalten, die unter dem aufgestellten Transformator angeordnet wird.

Elektroleitungen

Als metallische Leiter werden hauptsächlich Kupfer und Aluminium (bei größeren Querschnitten) verwendet. Die einzelnen Adern einer Leitung sind farbig gekennzeichnet:

Kurzzeichen	Bedeutung	Beispiele
N	Norm	NYA, NYM
A	Ader	NYA, NYAF
F	flach / feindrähtig	NIYF, NYAF
I	Imputz-Verlegung	NYIF, NYIFY
M	Mantel	NYM
Y	Kunststoffisolierung	NYA, NYM
	Kunststoffmantel	YYY
G	Gummiisolierung	NSGAFöu
H	Handgeräteleitung	NMH
U	umhüllt	N2GAFU
L	leichte...	NLH

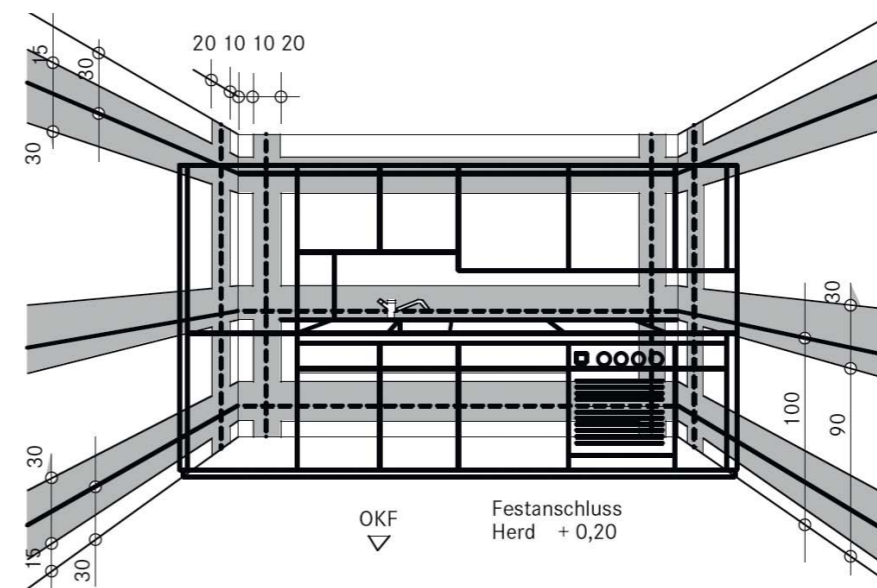
Nationale Kurzzeichen von Starkstromleitungen (alte Bezeichnungen nach DIN VDE 0250)

Schutzleiter PE bzw. PEN	grün/gelb
Neutralleiter	hellblau
Außenleiter (L1)	schwarz
Außenleiter (L2)	
bei 5 Adern 400 V	braun
Außenleiter (L3)	
bei 5 Adern 400 V	schwarz

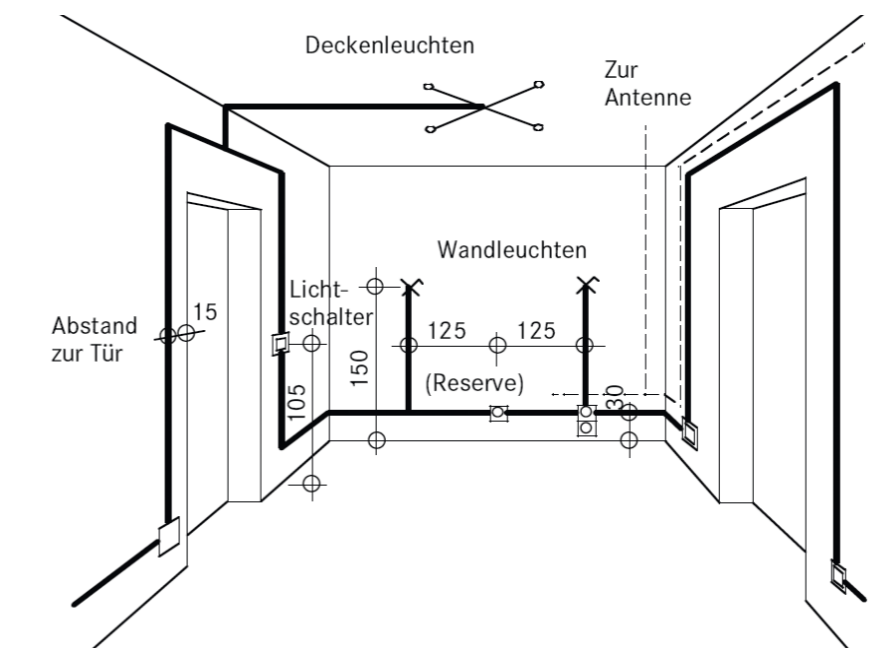
Verlegung und Anordnung

Elektroleitungen sind in den Wänden senkrecht oder waagrecht anzuordnen. In den Decken sind sie auf dem kürzesten Weg zum Auslass zu führen. Ringleitungen sollen 30 cm unter der Decke oder 30 cm oberhalb des Bodens angeordnet werden. Schalter sollen nicht mehr als 105 cm über dem Fertigfußboden angeordnet werden. In Räumen mit Arbeitsflächen an den Wänden wie z.B. Küchen können Ringleitungen in 100 cm Höhe über dem Fertigfußboden angeordnet werden.

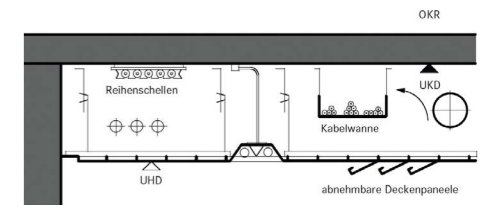
In Bürogebäuden und ähnlichen Gebäudetypen sind Installationszonen in den Böden sinnvoll. Diese können in Installationskanälen, Hohlraumböden oder Doppelböden untergebracht werden. Auch die Führung in einer abgehängten Decke ist möglich.



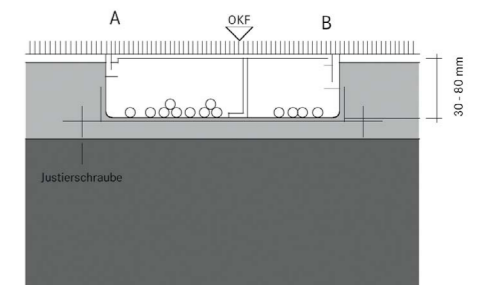
Installationszonen in Räumen mit Arbeitsflächen an den Wänden



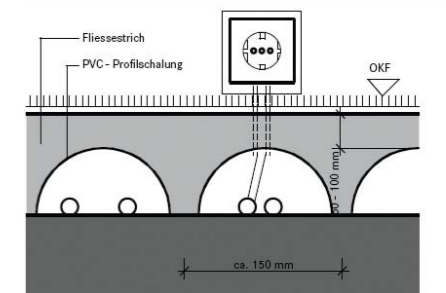
Ringleitung ca. 30cm oberhalb des Fussbodens



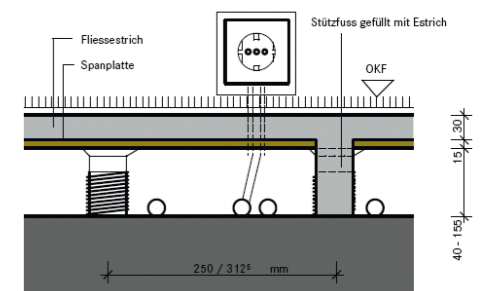
Abgehängte Decke mit Installationen



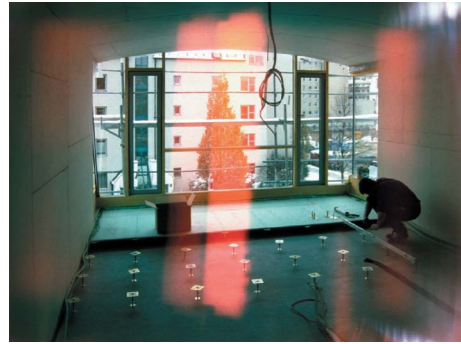
Estrichbündiger Unterflurkanal



Hohlraumboden, Variante 1



Hohlraumboden, Variante 2



Verlegung eines aufgeständerten Fußbodens

Rohrinstallationsysteme

Leerrohre ermöglichen eine spätere Austauschbarkeit oder Nachinstallation. Gebräuchlich sind Stegleitungen, die ohne Schlitz auf der Rohwand im Innenputz eingebettet werden. Runde Mantelleitungen müssen im Mauerwerk geschlitzt werden oder in Betonwänden und -decken in der Schalung verlegt werden (sinnvollerweise in Leerrohren).

Verteilungssysteme

Netzformen werden aus zwei Buchstaben beschrieben:

Der erste kennzeichnet die Erdungsverhältnisse:

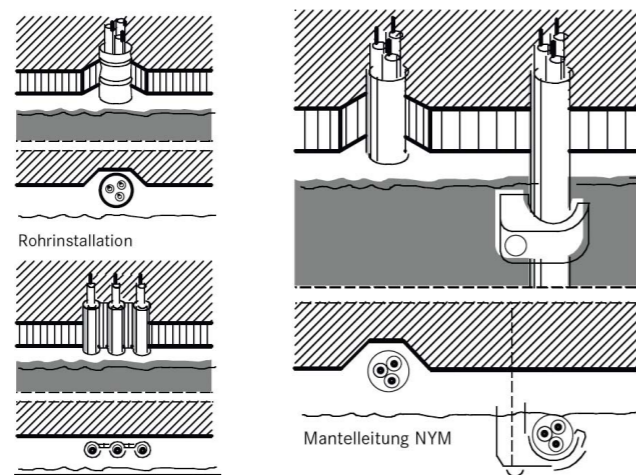
T = direkte Erdung der Stromquelle,
I = keine Erdung der Stromquelle, da isoliert.

Der zweite kennzeichnet die Erdungsverhältnisse der Körper in der elektrischen Verbraucheranlage:

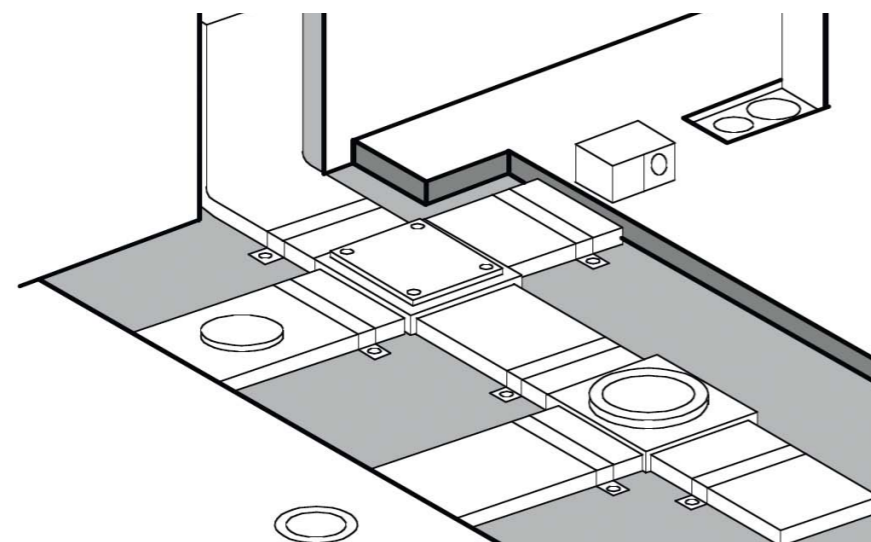
T = Körper direkt geerdet,
N = Körper direkt mit dem Erder der Stromquelle verbunden.



Abhängen einer Decke



Installationsführungen



Schema einer estrichüberdeckten Unterflur-Installation

Schutzmassnahmen

Elektrische Unfälle können beim Berühren stromführender Leiter oder defekter metallischer Geräte entstehen.

Schutz gegen direktes Berühren bieten Geräte mit isolierendem Gehäuse. Schutz bei indirektem Berühren wird durch Geräte mit angeschlossenem Schutzleiter erreicht.

Schutz bei direktem Berühren wird durch einen FI-Schutzleiter (Fehlerstrom-Schutzleiter) gewährleistet.

Sicherungseinrichtungen

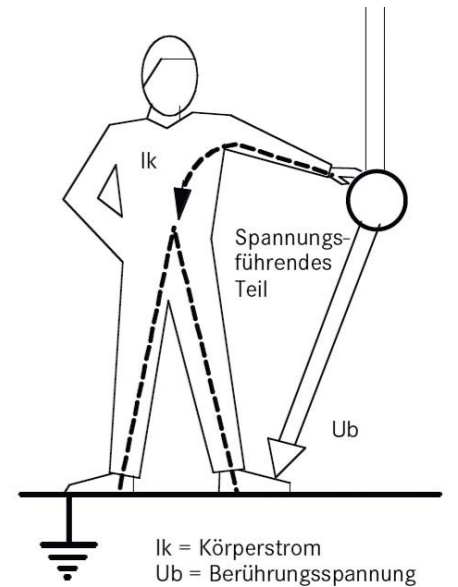
Sicherungseinrichtungen haben vor allem 3 Aufgaben zu erfüllen: ein Kurzschluss in einer Leitung oder einem Gerät wird unterbrochen, bei längerer Überlastung einer Stromleitung verhindert eine Bimetall-Auslösung einen möglichen Brand durch zu hohe Erwärmung und durch einen Fehlerstrom-Schutzschalter werden geringe Fehlerströme vom Netz getrennt.

Schmelzsicherungen unterbrechen den Stromfluss durch Abschmelzen bei Überlastung. Sie sind nur noch in Altbauten üblich und werden bei Neuanlagen nur für sehr leistungsstarke Verbraucher eingesetzt.

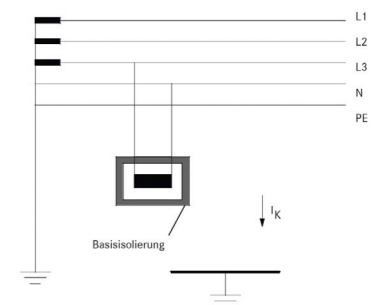
Heute sind Leistungsschutzschalter gebräuchlich, die nach automatischer Abschaltung wieder eingeschaltet werden können. In älteren Bauten sind noch Schraubautomaten üblich. In Neubauten werden nur noch Kipphelautomaten eingesetzt.

Fehlerstrom-Schutzschalter

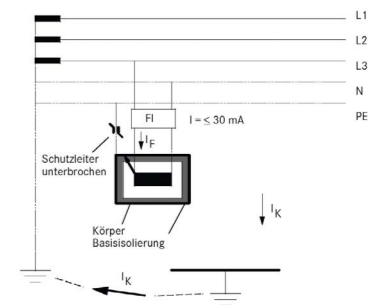
Ein Fehlerstrom-Schutzschalter, kurz FI-Schalter oder FI-Schutzschalter genannt, schützt bei direktem Berühren von defekten Geräten. Er unterbricht den Stromfluss und reagiert in der Regel bereits bei einem Fehlerstrom von 30 mA innerhalb von 0,2 Sekunden. Bei Neubauten ist er für Badezimmer und Stromkreise mit Steckdosen Pflicht, sollte aber auch bei Bestandsbauten nachgerüstet werden.



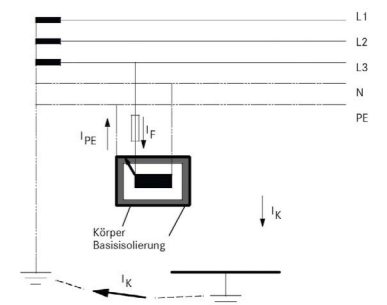
Stromfluss durch den menschlichen Körper



Prinzip: Schutz gegen direktes Berühren



Prinzip: Schutz bei direktem Berühren



Prinzip: Schutz bei indirektem Berühren

Schutzbereiche in Baderäumen

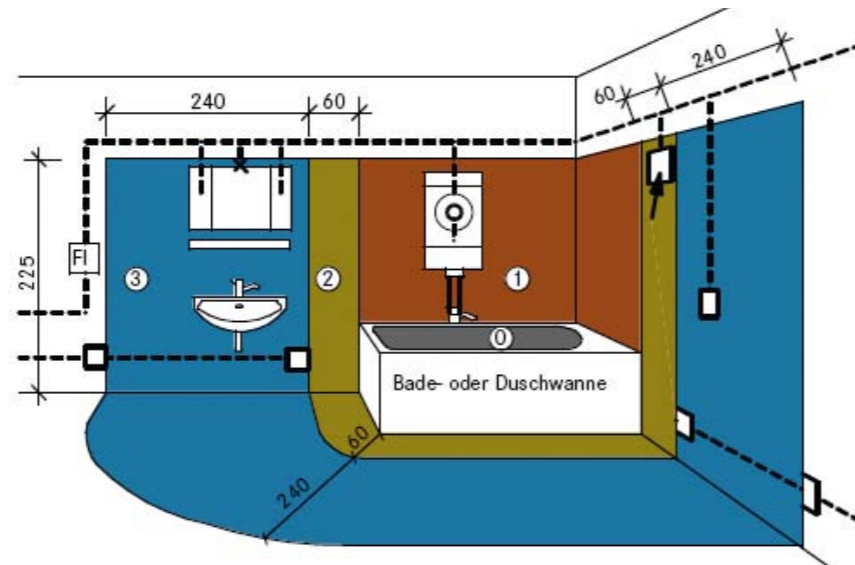
In Baderäumen sind 4 Schutzbereiche zu berücksichtigen:

Bereich 0: Das innere der Bade- oder Duschwanne: erlaubt sind nur fest installierte elektrische Betriebsmittel mit Schutzkleinspannung.

Bereich 1: die Fläche über der Wanne bis zu 225 Höhe: erlaubt sind nur fest installierte elektrische Verbraucher sowie Leitungen geschützt durch einen FI-Schalter.

Bereich 2: die Fläche 60 cm seitlich der Wanne bis zu 225 cm Höhe: zulässig sind Leuchten, Lüfter Heizungssysteme, jedoch keine Schalter und Steckdosen.

Bereich 3: 240 cm seitlich des Bereiches 2 bis zu 225 cm Höhe: zulässig sind Leitungen zur Versorgung der Verbraucher in den Bereichen 0 bis 3 sowie Schalter und Steckdosen mit FI-Schutzschalter.



Schutzbereiche in Baderäumen nach: Pistohl, Handbuch der Gebäudetechnik

Elektrische und magnetische Felder von Elektroleitungen können negative Wirkungen auf Wohlbefinden und Krankheiten von Bewohnern erzeugen. Die tatsächlichen Folgen werden wissenschaftlich noch sehr kontrovers diskutiert.

Netzfreischalter in elektrischen Stromkreisen ermöglichen – vor allem im Schlafbereich – elektrische und magnetische Felder abzuschalten. Sobald der Stromverbrauch ausfällt, wird die Netzspannung von 230 V abgeschaltet. Bei Einschalten eines Verbrauchers wird über ein Relais wieder die Netzspannung aktiviert. Netzfreischalter sind heute sehr kostengünstig.

Eine weitere Möglichkeit ist die Abschirmung der Elektroleitungen über Metallschutzrohre. Diese Maßnahme ist jedoch kostenintensiv.

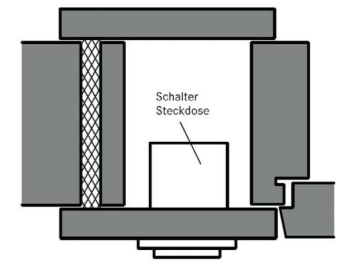
Schalter und Steckdosen

Ein- und Ausschalter von stromführenden Abnehmern werden in der Regel in Unterputz-Gerätedosen untergebracht, sowohl in Leicht- als auch Massivwänden. In Betonwänden müssen hierfür bereits in der Rohbauplanung Aussparungen und Leerrohre eingeplant und vor der Betonierung eingebaut werden. Andernfalls sind aufwändige und teure Schlitzarbeiten erforderlich. Für die üblichen Anwendungen werden Wippschalter für den An- Aus- Modus eingesetzt. Dimmer ermöglichen eine stufenlose Regelung der Lichtintensität.

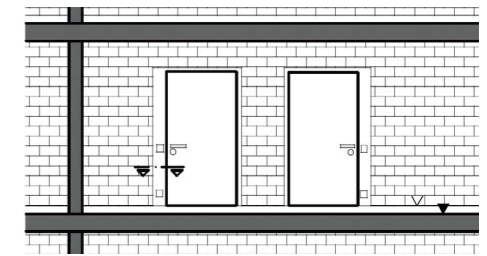
Lichtschalter werden üblicherweise auf der Schlossseite der Tür in Drückhöhe angebracht.

Leuchtenschaltungen

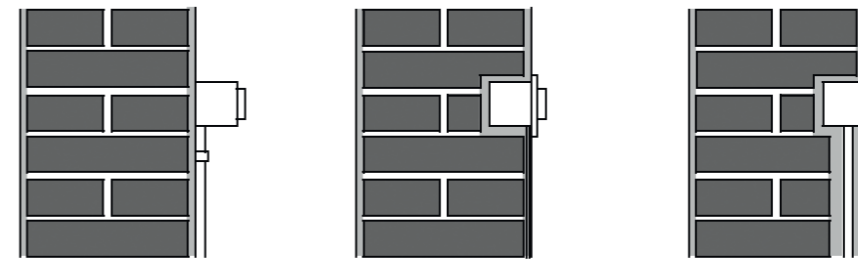
Ein Ausschalter schaltet eine Leuchte ein oder aus. Ein Serienschalter ist die Anordnung zwei nebeneinander liegender Schalter unter einer Abdeckung. Sie schalten unabhängig zwei oder mehrere verschiedene Leuchten. Wechselschalter schalten die gleiche oder mehrere Leuchten von zwei verschiedenen Stellen aus. Relaischalter schalten von beliebig vielen Stellen aus eine oder mehrere Leuchten.



Detail Türzarge



Türzarge mit Leitungsverlegung in Sichtmauerwerk

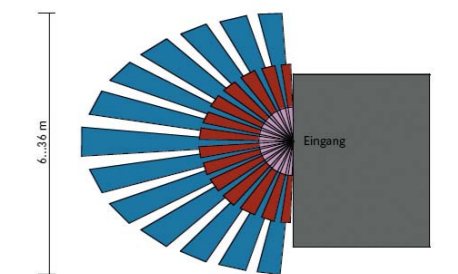
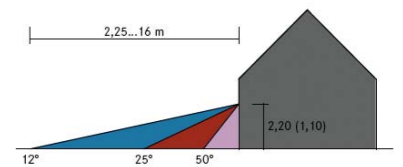


auf Putz im Putz unter Putz

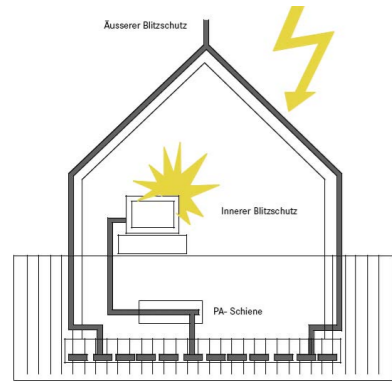
Leitungsverlegung bei verputzten Wänden

Bewegungsmelder

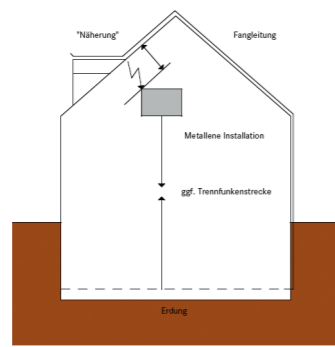
Bewegungsmelder schalten Leuchten durch Bewegungsdetektierung automatisch ein. Dies kann über Infrarotstrahlung oder Ultraschall geschehn. Nach einer eingestellten Beleuchtungszeit schaltet sich diese wieder aus.



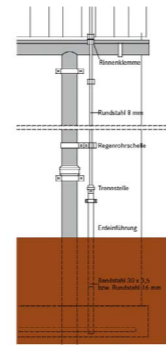
Erfassungsbereiche eines Bewegungsmelders



Äusserer/ Innerer Blitzschutz



Nähere Fangleitung - Metallene Installati-

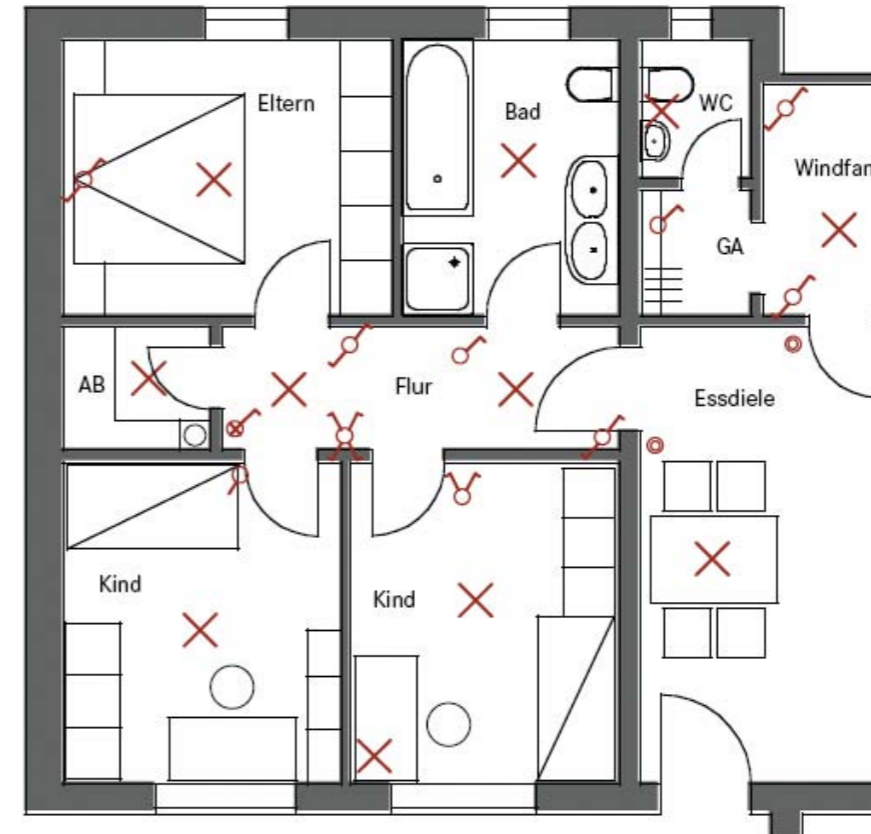


Ableitung Trennstelle Fundamenterder

Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen haben die Aufgabe die bei einem Blitzschlag auftretenden elektrischen Ladungen in die Erde abzuführen und die dabei auftretenden Überspannungen für Elektrogeräte unwirksam zu machen. Blitzschutz ist für Hochhäuser, Gebäude besonderer Art und Nutzung, unter Denkmalschutz, brand- und explosions- gefährdete Gebäude sowie Gebäude mit weicher Bedachung vorgeschrieben. Empfehlenswert ist er für alle Gebäude.

Äußerer Blitzschutz wird durch Ableitungen und Erdungsanlagen erzielt. Ableitungen leiten die eingefangenen Blitze in die Erdungsanlage ab. Ableitungen bestehen aus Metall und sind in je nach Gebäudeform festgelegten Abständen auf dem Dach anzuordnen. Erdungsanlagen haben die Aufgabe den Blitzstrom im Erdreich zu verteilen. Die Erdung erfolgt in der Regel in dem vorgeschriebenen Fundamenterder. Dessen Anschlussfahnen sind in der Ausführungsplanung in den Fundamentplänen anzugeben.



- Ausschalter
- Ausschalter mit Kontrolllampe
- Ausschalter mit Dimmer
- Serienschalter
- Relais (Stromstoß)schalter als Tastschalter
- Wechselschalter
- Kreuzschalter

Beispiel für verschiedene Schaltungen innerhalb einer Wohnung

	Ausstattungs-wert 1*		Ausstattungs-wert 2**		Ausstattungs-wert 3***		Mindestaus-stattung nach DIN 18015-2	
Steckdosen ¹⁾ bzw. Lichtauslässe								
Schlaf-/Wohnraum								
< 8 qm	3	1	5	2	7	3	2	1
< 12 qm	4	1	7	2	9	3	3	1
> 12 < 20 qm	4	1	7	2	9	3	4	1
< 20 qm	5	2	9	3	11	4	5	2
Kochnische Küche ^{2) 3)}	5	2	7	2	8	2	3	2
	7	2	9	3	11	3	5	2
Hausarbeitsraum ³⁾	4	1	7	2	9	3	3	1
Bad ³⁾	3	2	4	3	5	3	2	2
WC ³⁾	1	1	2	1	2	2	1	1
Flur/Diele								
l < 2,5 m	1	1	1	2	1	3	1	1
l > 2,5 m	1	1	2	2	3	3	1	1
Freisitz, Balkon	1	1	1	1	2	1	1	1
Loggia, Terr. b < 3,0 m	1	1	2	1	3	2	1	1
Loggia, Terr. b > 3,0 m								
Abstellraum	1	1	2	1	2	1	-	1
Zur Wohnung gehörender Keller-, Bodenraum	1	1	2	1	2	1	1	1 ⁴⁾
Hobbyraum	3	1	5	2	7	2	3	1

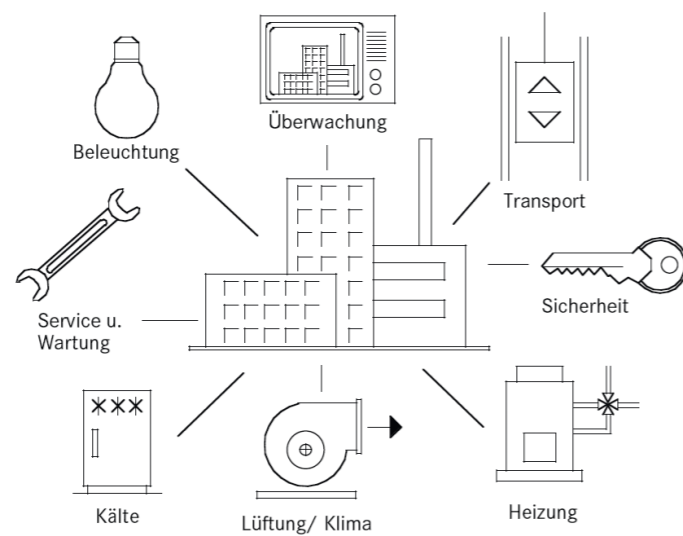
¹⁾ Betten zugeordnete Steckdosen sind mindestens als Doppelsteckdosen vorzusehen. Neben Antennensteckdosen angebrachte Steckdosen sind mind. als Dreifachsteckdosen vorzusehen. Die vorgenannten Mehrfachsteckdosen gelten nach der Tabelle jeweils als eine Steckdose.

²⁾ In Räumen mit Eßecke ist die Anzahl der Auslässe und Steckdosen um jeweils 1 zu erhöhen.

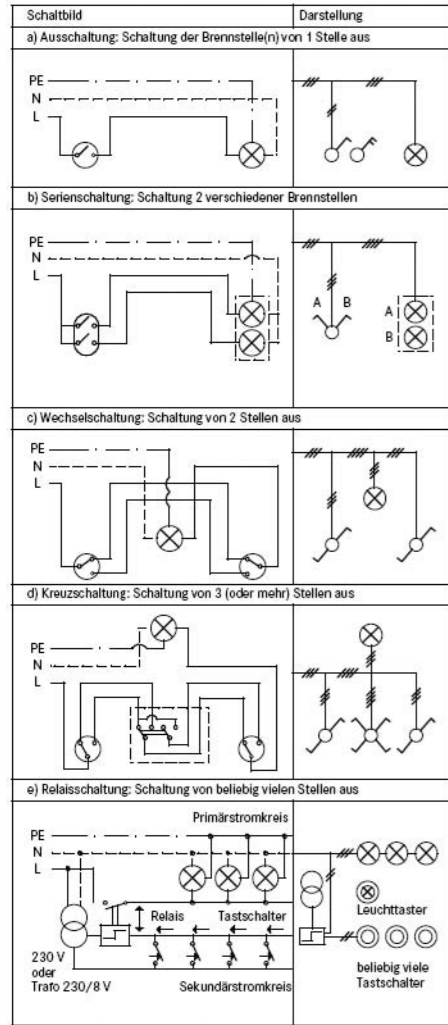
³⁾ Nach DIN 18015-2 ein zusätzlicher Auslass für Lüfter, ferner zusätzliche Anschlüsse für Herd, Geschirrspüler, Warmwassergerät, Waschmaschine, Wäschetrockner und Bügelgerät von > 2KW

⁴⁾ Zwei Lichtauslässe bei einer Nutzfläche über 20 qm

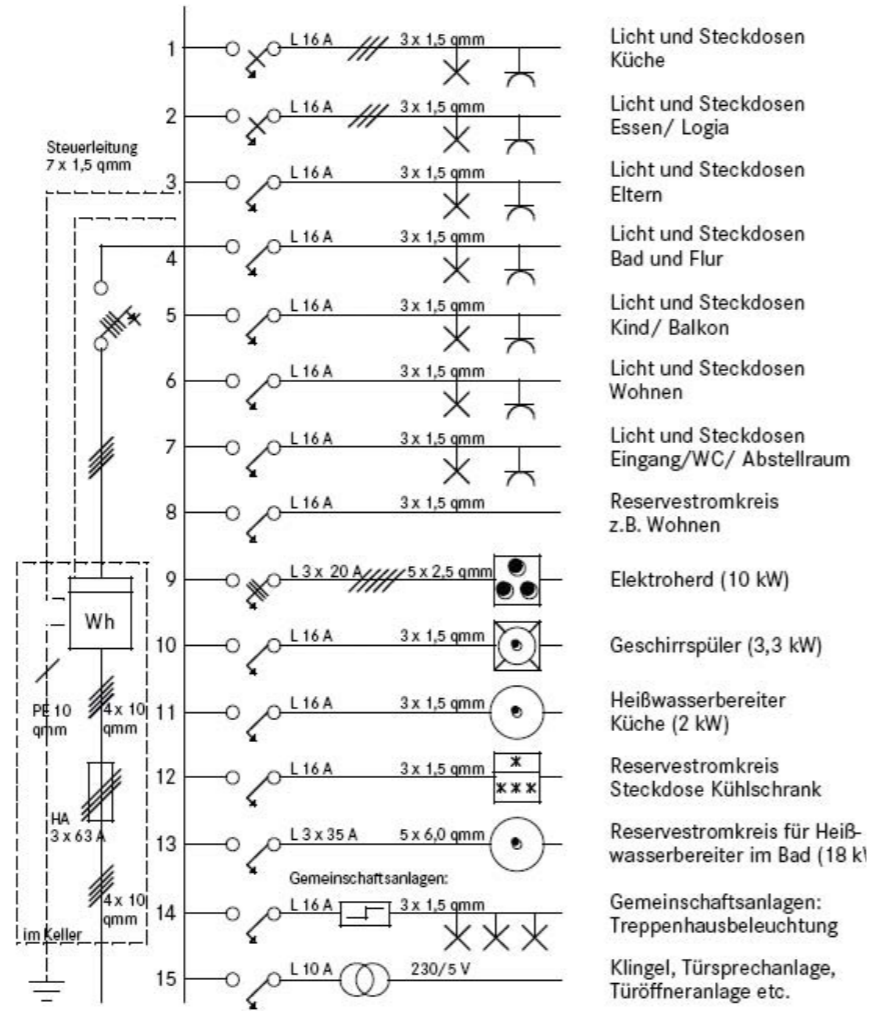
Ausstattungs-werte, Anzahl der Steckdosen und Lichtauslässe (RAL-RG 678 und DIN 18015-2)



Anwendungsgebiete der Gebäudetechnik



Beispiel: Schaltungen, Schaltbilder, Darstellung, Funktionsweise, Anwendungsbeispiele



Beispiel: Übersichtsschaltplan für eine Wohnung

Literatur

Allgemein

Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik - Planungsgrundlagen und Beispiele Bd. 1; Köln 2007, Teil E

Wellpott, Edwin: Technischer Ausbau von Gebäuden, Stuttgart 2006, V, VI, VII

PV

Jürgen Schmid (Hrsg.): Photovoltaik - Strom aus der Sonne, 1994

Karsten Voss: Konzeption und Bau eines energieautarken Solarhauses, 1997

Weik, Helmut (Hrsg.): Sonnenergie für eine umweltschonende Baupraxis, 1995

Weller, Bernhard (Hrsg.): Detail Praxis – Photovoltaik, München 2009