



Praxis Elektrik

von der Planung bis zur
Endkontrolle



Inhaltsverzeichnis

.....	0
ISBN	6
Urheberrecht	6
Normen	6
Über den Autor	7
Über das Buch.....	7
1.0 Elektrik Grundlagen.....	8
1.1 Was ist elektrischer Strom?	9
Der Aufbau eines Atoms	9
Warum leitet ein Metall Strom?	11
Stromerzeugung durch Induktion	12
1.2 Wechselspannung	19
1.3 Gleichspannung.....	21
1.4 Die Spannung	22
Universalnetzteil und verschiedene Spannungen	23
1.5 Der Strom	24
Die Stromdichte	24
Universalnetzteil und Strom	27
1.6 Die Leistung	28
Energie	28
1.7 Der Widerstand	29
1.8 Einheiten und Formelzeichen	30
1.9 Das ohmsche Gesetz.....	31
Leistung berechnen	32
1.10 Wie kommt der Strom ins Haus?	33
Produzieren und Hochtransformieren.....	33
Transportieren	34
Heruntertransformieren auf Niederspannung	35
1.11 Dreiphasenwechselstrom.....	36
Generator Beispiel einphasig.....	37
Generator Beispiel Dreiphasig (Drehstrom)	38
Symmetrische Belastung Spannung.....	42
Symmetrische Belastung Strom.....	44
Unsymmetrische Belastung	47
Die 6 Stromkreise im Drehstromnetz.....	48
Die aktiven Leiter	50
Die drei Außenleiter.....	51
Der Neutraleiter	51
Der Schutzleiter	54
1.12 Der Installations-Stromkreis.....	55
Der Hausanschlusskasten	59
Der Hausanschluss in der Praxis	60
Verbindung zwischen PEN und Potentialausgleich.....	67
Stromzähler, Sicherung und Verbraucher	69
Übersicht und praktisches Beispiel.....	70

2.0 Elektroplanung.....	74
2.1 Grundlagen des Zeichnens	75
Grundriss Plan.....	75
Maßstab.....	76
2.2 Installationsarten	77
Auf Putz.....	77
Unter Putz.....	78
2.3 Elektrosymbole im Installationsplan	79
Farbcodes in Installationsplänen	80
Allgemeine Symbole	81
Erdung und Potenzialausgleich Symbole	83
Schalter Symbole	84
Kombinationen Symbole.....	86
Steckdosen Symbole	87
Sensoren	88
Energieverbraucher Symbole	89
Leuchten Symbole	91
Telefon Symbole	92
Akustik Symbole.....	94
Video, Radio, TV-Symbole.....	94
Klingel und Gegensprechanlage	95
2.4 Boden- und Deckenleitungen, Leitungsbeschriftung	96
Elektroinstallation zeichnen	96
Über Boden, Wand und Decke installieren.....	98
2.5 Bezeichnungen	102
Was sollte man weiter beachten?	103
Anzahl Drähte	104
Zusammengehörigkeit	105
2.6 Steigleitungen	106
Leitungen nach oben bzw. nach unten	106
Steigleitung.....	109
Warum ist es wichtig, die Steigleitungen einzuzichnen?	111
2.7 Küchenplanung	114
Küche im Installationsplan.....	115
2.8 Installationsplan zeichnen	116
Aufteilung der Beleuchtungsstromkreise	116
Abzweigdosen, Verteildosen	117
Elektroplanung im Untergeschoss	119
Elektroplanung im Erdgeschoss.....	125
Elektroplanung im Obergeschoss	127
Installation in der Praxis	129
2.9 Verteilschema erstellen (einpolig).....	131
2.10 Elektroschaltplan erstellen (allpolig)	133
Blatt, Pfad und Kennbuchstaben	134
2.11 Kompletter Schaltplan Einfamilienhaus	138
3.0 Elektroverteilung nach Schaltplan bauen	142
3.1 Erste Schritte.....	144
Verteilungsgehäuse	144
Kabelbefestigung und Hutschiene	145
3.2 Bestückung	147

Einspeisung und Sicherung Netzempfänger	147
Klemmen Hausinstallation	149
Leitungsschutzschalter ohne FI-Schutz	149
Leitungsschutzschalter mit FI-Schutz	150
3.3 Verdrahtung der Verteilung	152
Einspeisung ungezählt	152
Einspeisung gezählt	154
Einbau Sammelschiene	157
Verdrahtung nach dem FI-Schalter	166
Verdrahtung Leitungsschutzschalter und Wassererwärmer	170
Netzkommando Steuerung (TRE)	177
Fertigstellung der Verdrahtung	187
Stromzähler Anschluss	189
3.4 Beschriftung und Abdeckung	193
Legende Elektroverteilung	195
4.0 Die Hausinstallation	197
4.1 Starkstrom Installation Teil 1	199
Zuleitungen im Installationsplan	199
Zuleitungen verlegen	200
Festanschlüsse (Kraft)	206
Steckdosenanschluss (Kraft)	210
Lichtinstallation	214
Prinzip Heizungsverteilung und Raumthermostat	215
Installation Raumthermostat und Heizungsverteiler	218
4.2 Die Netzwerkinstallation	231
Kabelarten	234
Installation	237
Trennung von Stark- und Schwachstrom	238
Anschluss der Dosen	239
Abschirmung und Erdung	250
Messung	253
Beschriftung	254
4.3 TV-Installation	255
Koaxialkabel	256
Berechnung des Pegels	257
Einheitspegelnetz (Fixpegel)	257
Bedarfspegelnetz	259
Installation	260
4.4 Starkstrom Installation Teil 2	268
Aufschalten der Zuleitungen an der Elektroverteilung	269
Beschriftung der Installation	272
Fehlende Beschriftung ist teuer	272
Was sagen die Normen?	273
Beschriften in der Praxis	274
Niemals einer Beschriftung trauen	278
4.5 Der Potentialausgleich	279
Die Fundamenterdung	281
5.0 Die Endkontrolle	285
5.1 Das Messprotokoll	287
5.2 Sichtprüfung	289
5.3 Funktionsprüfung und Messung	292

5.4 Der Installationstester im Überblick	293
5.5 Isolationsmessung (R_{ISO})	297
Was wird gemessen?	299
Vor der Messung.....	300
Praktisches Beispiel	301
Eintrag in das Messprotokoll	307
Sinn und Zweck eines Neutraleitertrenners	308
Was ist zu tun, wenn das Messresultat schlecht ist?.....	310
Fehlersuche.....	311
5.6 Niederohm-messung (R_{LO}).....	315
Messgeräte	315
Leitfähigkeit des Schutzleiters und des Potentialausgleichs (Niederohm Messung, R_{LO}).....	316
Praktisches Beispiel	318
Messung Schutzleiter.....	320
Messung Potentialausgleich	322
Eintrag in das Messprotokoll	323
Was tun, wenn die Messung fehlschlägt?	324
5.7 Der Leitungsschutzschalter	325
Sinn und Zweck des Leitungsschutzschalters	326
Der Aufbau eines Leitungsschutzschalters	328
Schaltzeichen, Symbol	331
Bemessungsströme der Leitungsschutzschalter	331
Montage eines LS.....	332
Gegen Einschalten sichern.....	333
Einspeisung und Anschluss	335
Schaltzustände.....	338
Hilfsschalter	339
Stromfluss im Detail.....	340
Das Schaltwerk und der Schaltmechanismus	341
Magnetischer Auslöser	344
Thermischer Auslöser	346
Bimetall direkt beheizt.....	347
Bitmetall indirekt beheizt	348
Charakteristik der Leitungsschutzschalter	351
Kennlinie magnetischer Auslöser.....	353
Kennlinie thermischer Auslöser	355
Kennlinie magnetischer und thermischer Auslöser	357
Lichtbogenlöschkammer.....	360
Die Wahl des richtigen Leitungsschutzschalters.....	361
Maximale Abschaltzeiten der Stromkreise	362
Welcher Kurzschlussstrom muss mindestens eingehalten werden?.....	362
5.8 Die Kurzschlussstrom-Messung (I_K).....	364
Messung am Anfang und am Ende der Leitung	365
Nennschaltvermögen am LS	366
Messen in der Praxis	367
Trip, No-Trip, was ist der Unterschied?	372
Eintrag in das Messprotokoll	373
Maßnahmen bei zu kleinem Kurzschlussstrom	374
5.9 Drehrichtung messen.....	375
Anschluss	375
Messung Drehfeld.....	377
Eintrag in das Messprotokoll	378
5.10 Der Fehlerstromschutzschalter.....	379
Der elektrische Unfall, was kann ohne FI passieren?	382

Wie funktioniert der FI-Schalter?	384
Der Aufbau eines Fehlerstromschutzschalters	389
Bemessungsstrom.....	390
Nennfehlerstrom	392
Schaltzustände.....	392
Typ (Art des Fehlerstromes)	393
Auflistung der Typen Symbole	394
Selektivität	395
Prüftaste	397
Anschluss eines RCD	397
Das Innere eines Fehlerstromschutzschalters	398
Messung eines Fehlerstromschutzschalters	410
RCD Prüfung Schritt 1, Prüftaste.....	411
RCD Prüfung Schritt 2, 50% des Nennfehlerstroms	411
RCD Prüfung Schritt 3, Nennfehlerstrom messen	412
RCD Prüfung Schritt 4, Dimensionierung und Absicherung.....	412
Eintrag in das Messprotokoll	413
Fehlauslösungen und Fehlerbehebung.....	414
Isolationsmessung vor dem Umbau	414
Häufige Fehler.....	415
Die Leckstrom-Messung	416
6.0 Sicherheit im Umgang mit Elektrizität.....	417
6.1 Die 5 Sicherheitsregeln vor der Arbeit	419
Regel 1: Für klare Aufträge sorgen	419
Regel 2: Nur geschultes Personal einsetzen	420
Regel 3: Sichere Arbeitsmittel	421
Regel 4: Persönliche Schutzausrüstung	435
Regel 5: Nur geprüfte Anlagen in Betrieb nehmen.....	437
6.2 Die 5 Sicherheitsregeln beim Freischalten der Spannung	438
Regel 1: Freischalten.....	439
Regel 2: gegen Wiedereinschalten sichern	441
Regel 3: Spannungsfreiheit feststellen	443
Regel 4: Erden und Kurzschließen	449
Regel 5: Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken	451
Schlusswort	452

ISBN

ISBN 978-3-033-10619-2

Urheberrecht

Die Inhalte dieses Fachbuchs sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt bei Matthias Hallwyler.

Der Inhalt darf nicht ohne vorherige Zustimmung des Autors kopiert, weitergegeben oder weiterverkauft werden.

Normen

Dieses Fachbuch wurde nach bestem Wissen entsprechend den geltenden Normen angefertigt.

Für Fehler übernimmt der Verfasser keine Haftung. Im Zweifelsfall gelten die entsprechenden Normen:

Deutschland: <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/core-safety/din-vde-0100-normenreihe-sicherheit-schutz-elektroinstallation>

Österreich: <https://www.ove.at/ove-standardization/produktprogramm/fachbuecher/ove-e-8101>

Schweiz: <https://shop.electrosuisse.ch/de/normen-und-produkte/produkte/nin-produkte/>



Über den Autor

Mein Name ist Matthias. Ich habe 1999 meine Ausbildung zum Elektriker begonnen und verfüge über mehr als 20 Jahre Berufserfahrung.

Als Gründer von [Elektricks.com](https://www.elektricks.com) teile ich schon seit über 15 Jahren Informationen rund um das Thema Elektrik.

Aufgrund der vielen Rückmeldungen und des Interesses an den Inhalten meiner Webseite habe ich mich entschieden, dieses Fachbuch zu schreiben.

Über das Buch

Speziell geht es um den Ablauf vor, während und nach der Elektroinstallation.

Es handelt sich um einen Leitfaden, der die Installation von Anfang bis Ende beschreibt.

Begonnen mit ein paar ausgewählten Grundlagen geht es direkt weiter zur Planung.

Anhand der Planung wird dann eine Beispielinstallation umfangreich erklärt, bis hin zur Endkontrolle und schlussendlich zur Sicherheit, die beim Umgang mit Elektrizität sehr wichtig ist.

Dazwischen sind noch ein paar Exkurse, die aber informationstechnisch zum Ablauf gehören und zur besseren Informationsaufnahme dienen.

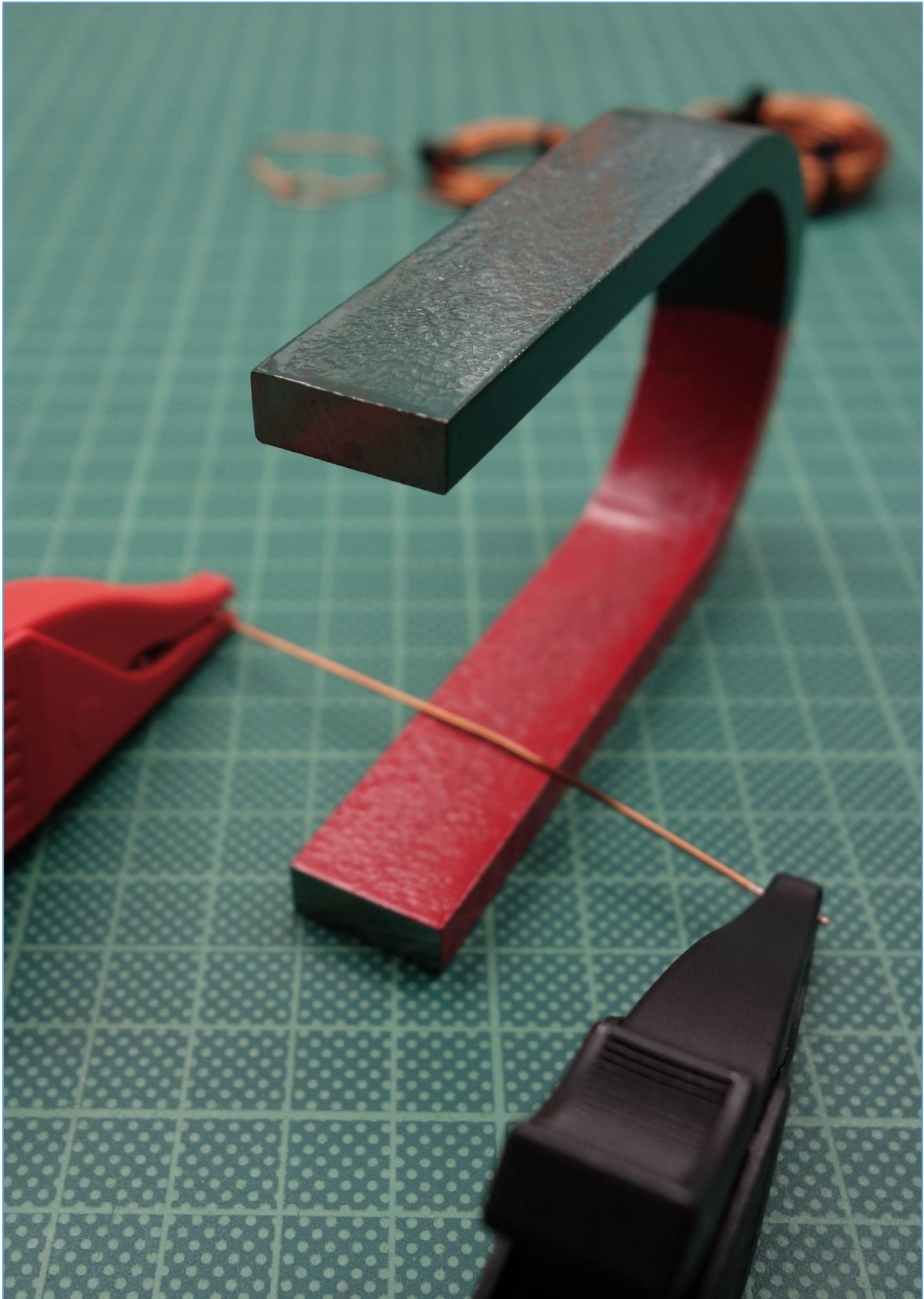
Ich empfehle, dieses Buch mehrmals durchzulesen, um den besten Lerneffekt zu erreichen.

Mein Ziel bestand darin, ein Fachbuch zu erstellen, das den komplexen Prozess einer Elektroinstallation in praxisnaher und verständlicher Weise darstellt.

Ich wünsche viel Spaß beim Lesen und hoffe, interessante Einblicke zu bieten.

Dies ist sowohl für Anfänger als auch für Experten zur Wissensauffrischung gedacht.

1.0 Elektrik Grundlagen



1.1 Was ist elektrischer Strom?

Zuerst geht es um die Frage aller Fragen, was ist denn eigentlich **elektrischer Strom**?

Um den elektrischen Strom besser zu verstehen, ist es wichtig, sich zunächst mit dem Aufbau eines Atoms zu befassen.

Das **Atom** hat nämlich sehr viel mit dem elektrischen Strom und dem elektrischen Leiter zu tun.

Der Aufbau eines Atoms

Atome sind auch unter dem besten Mikroskop nicht zu sehen, man benutzt daher zur Erklärung ein **theoretisches Model**.

	Protonen positiv geladen +1 Masse im Verhältnis 1
	Neutronen keine Ladung Masse im Verhältnis 1
	Elektronen negativ geladen -1 Masse im Verhältnis 0.0005

Bild 1

Ein Atom besteht aus **Protonen**, **Neutronen** und **Elektronen** (Bild 1). Diese einzelnen Teile werden durch mechanische und elektrische Kräfte zusammengehalten. Dabei ziehen sich Massen und ungleiche Ladungen gegenseitig an.

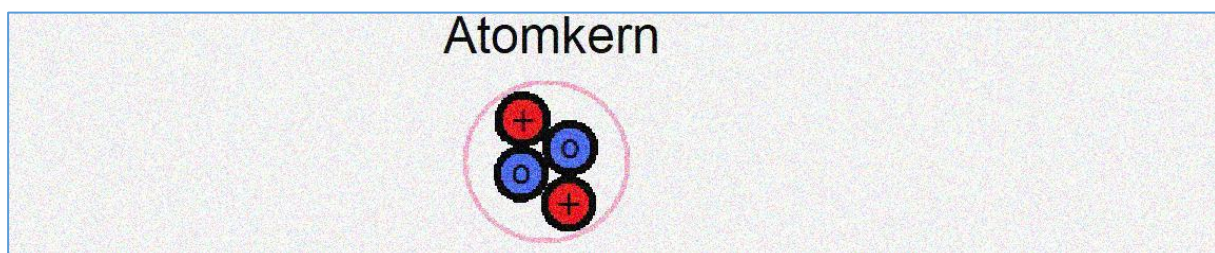


Bild 2

Das ist der Kern eines Atoms, der sogenannte **Atomkern** besteht aus **Protonen** und **Neutronen** (Bild 2).

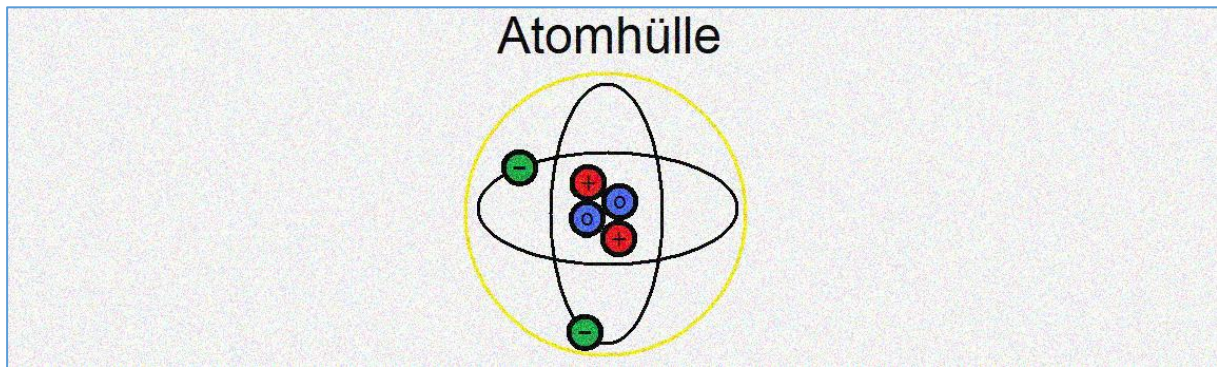


Bild 3

Die **Atomhülle** besteht aus vergleichbar viel leichteren, sehr schnell um den Kern laufenden **Elektronen**, die negativ geladen sind (*Bild 3*).

Man kann sich den Atomkern auch als Sonne vorstellen, um den sich die Erde (Elektron) in einer Umlaufbahn dreht.

Atome gibt es in verschiedenen Arten, diese «Elemente» unterscheiden sich in der Anzahl der im Kern enthaltenen Protonen.

Im Periodensystem ist die Anzahl der Protonen anhand der Ordnungszahl abzulesen.

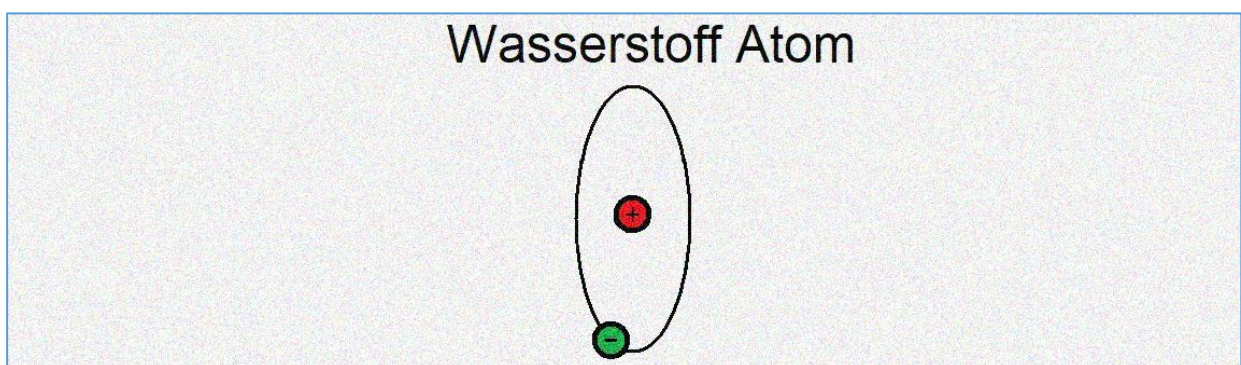


Bild 4

Zu Erklärung eignet sich das Wasserstoff Atom besonders gut. Wasserstoff ist das einfachste Atom, es hat die Ordnungszahl 1 und besitzt daher auch nur ein einziges **Proton** (*Bild 4*).

Die Art eines Elements wird also nur durch die Anzahl der Protonen definiert. Alle Elemente im Periodensystem sind neutral geladen.

Neutrale Ladung bedeutet, dass sich die positiv und negativ geladenen Teile, also Protonen und Elektronen gegenseitig aufheben.

Man kann also immer ein Proton mit einem Elektron «streichen», sind am Ende keine geladenen Teile übrig, ist das Atom neutral geladen.

Warum leitet ein Metall Strom?

In Metallen sind die Atome dicht aneinandergedrückt. Aus diesem Grund ist es möglich, dass **Elektronen** das Atom verlassen können und zu einem sogenannten **freien Elektron** werden.

Dies geschieht bei Elektronen, die sich auf der Außenschale eines Atoms bewegen.

Das Elektron bewegt sich so nahe am benachbarten Atomkern, dass die Entfernung gleich groß ist wie zum eigenen Atomkern.

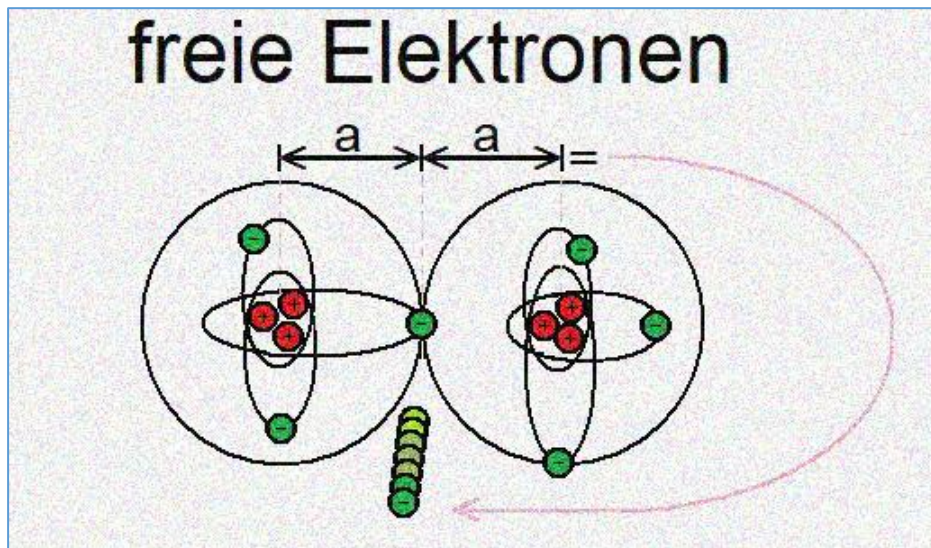


Bild 5

Die Anziehungskräfte der Kerne heben sich in diesem Fall auf und das Elektron kann sich von den beiden Atomen entfernen und sich frei im Metall bewegen (Bild 5).

Sobald sich diese freien Elektronen in einem Leiter bewegen, spricht man von elektrischem Strom.

Die Elektronen fließen nicht sehr schnell, doch sie „drücken“ sich nacheinander durch den Leiter.

In der Elektroinstallation verwendet man hauptsächlich **Kupfer** als elektrischer Leiter. Dieses Metall hat sich durch seine diversen positiven Eigenschaften durchgesetzt.

Stromerzeugung durch Induktion

Elektrischer Strom entsteht durch die Bewegung freier Elektronen in einem Leiter. Dazu wird ein Stromerzeuger benötigt.

Es gibt verschiedene Stromerzeuger; ein häufiger Vertreter ist der **Generator**, der mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

Die Strom- oder Spannungserzeugung entsteht durch die sogenannte **Induktion**.

Voraussetzungen, um Spannung durch Induktion zu erzeugen, ist ein **elektrischer Leiter** und ein **Magnetfeld**.

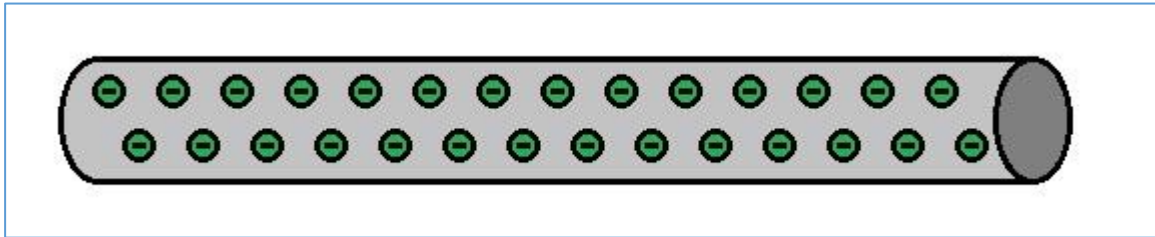


Bild 6

Das ist eine Zeichnung von einem Stück Draht, sie zeigt die freien Elektronen, welche im Leiter gleichmäßig verteilt sind. Den Elektronen scheint es da zu gefallen, wo sie sich befinden (Bild 6).

Wird dieser Draht nun durch ein Magnetfeld bewegt, bewegen sich auch die Elektronen im Leiter. Die Elektronen werden dabei entlang der Längsachse abgeleitet.

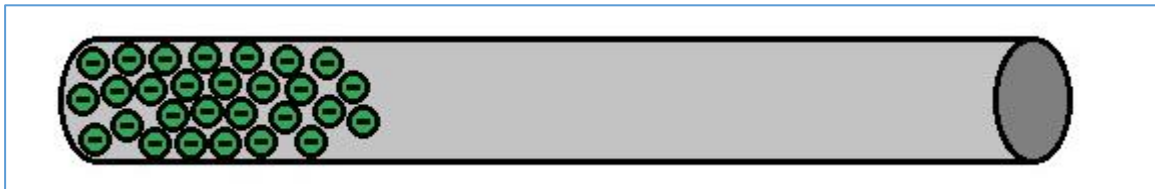


Bild 7

Darum sammeln sich die Elektronen auf der einen Seite des Leiters. Hier entsteht nun ein sogenannter **Elektronenüberschuss** (Bild 7).

Auf der anderen Seite des Drahtes fehlen die Elektronen, hier spricht man von einem **Elektronenmangel**.

Während sich der Draht innerhalb dieses Magnetfeldes bewegt, sind die Elektronen gezwungen, sich entsprechend den Bewegungen des Magnetfeldes auf einer Seite des Leiters zu sammeln.

Wird der Leiter nicht mehr im Magnetfeld bewegt, verteilen sich die Elektronen wieder zurück zur Anfangsposition. **Die Elektronen haben also einen «Impuls» sich auszugleichen.**

Wir nutzen diesen Impuls der Elektronen, indem wir ihnen die Möglichkeit geben, sich auszugleichen. Dabei müssen sie jedoch einen bestimmten Pfad durchlaufen, beispielsweise durch eine Glühlampe, um Licht zu erzeugen.

Um diese Theorie zu beweisen, habe ich selbst einen Versuch gestartet und einen Leiter durch ein Magnetfeld bewegt, um zu sehen, ob ich Spannung produzieren kann.

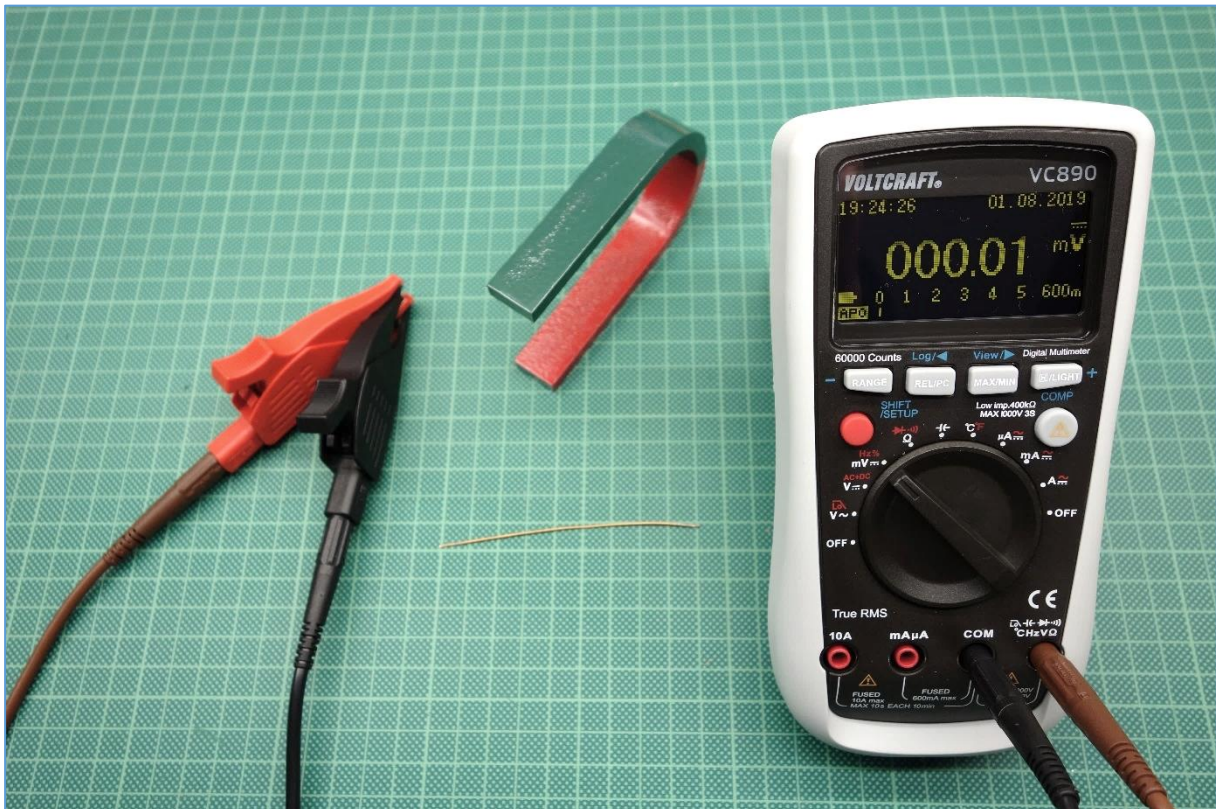


Bild 8

Dazu brauche ich lediglich einen Magneten, einen Draht und ein Multimeter mit mV (Millivolt) Anzeige (Bild 8).

Wenn ich den Draht durch das Magnetfeld führe, bewegen sich die Elektronen.

Beim Vor- und Zurückbewegen des Drahtes sammeln sich die Elektronen abwechselnd auf beiden Seiten aufgrund des Magnetfelds.

Durch dieses Alternieren, entsteht einmal eine positive und einmal eine negative Spannung. Ich greife hier etwas vor: Dieses Verhalten nennt man **Wechselspannung**.

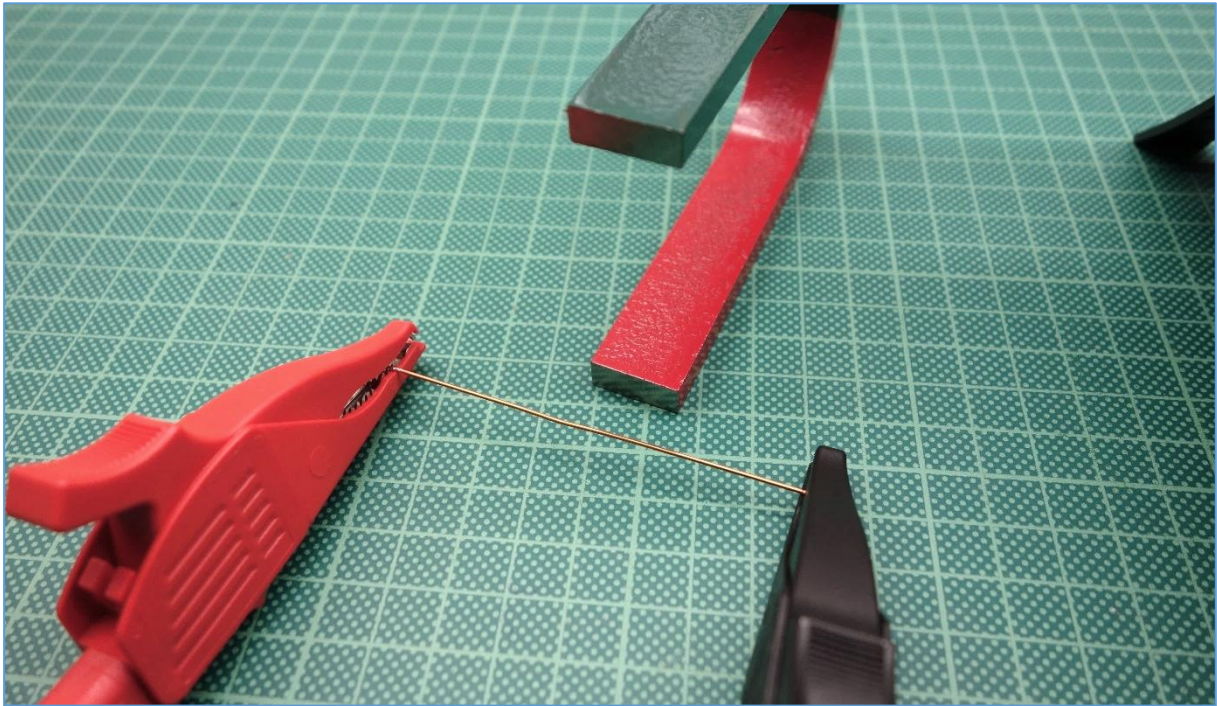


Bild 9

Um den Versuch nun durchzuführen, schließe ich die beiden Enden des Drahtes an mein Multimeter an, das auf Millivolt eingestellt ist. Diese Einstellung ist erforderlich, da nur eine sehr geringe Spannung erzeugt wird (*Bild 9*).

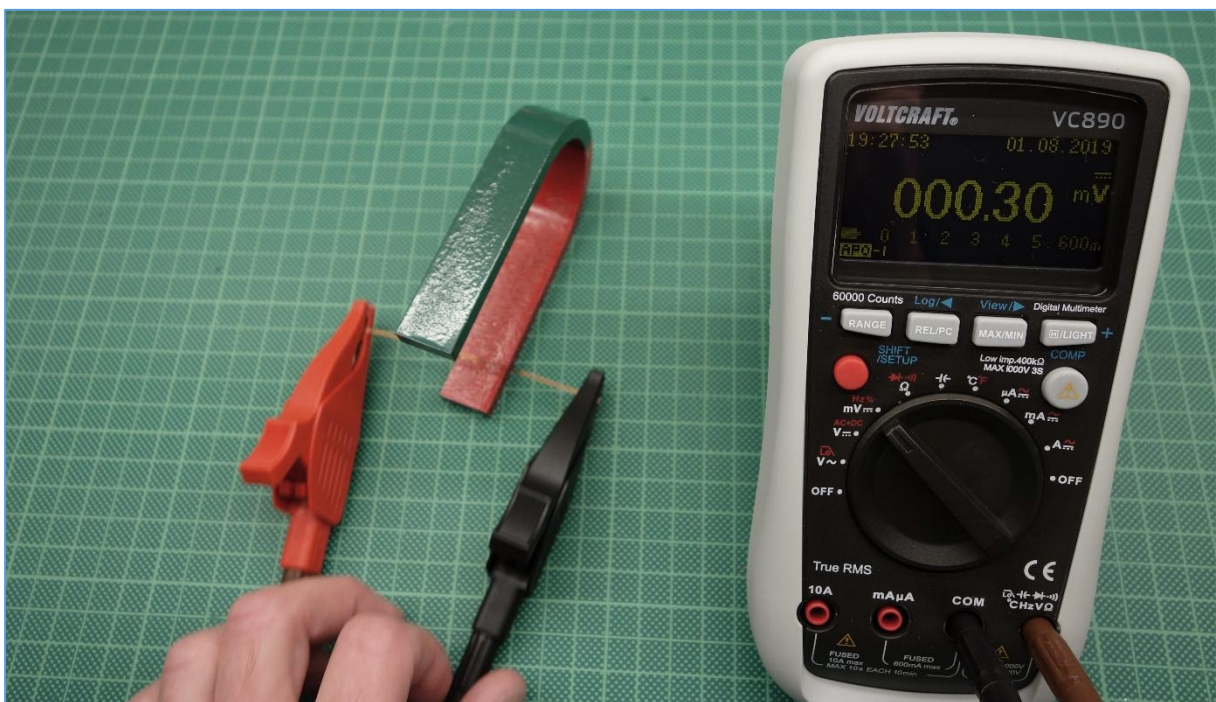


Bild 10

Ich bewege nun den Draht durch das Magnetfeld. Je schneller ich den Draht bewege, je höher wird die Spannung. Ich erreiche aber gerade mal 0.3 mV, das ist nicht gerade viel (*Bild 10*).

Der Stromkreis

Was genau geschieht in diesem Stück Kupfer, wodurch eine Spannung messbar wird?

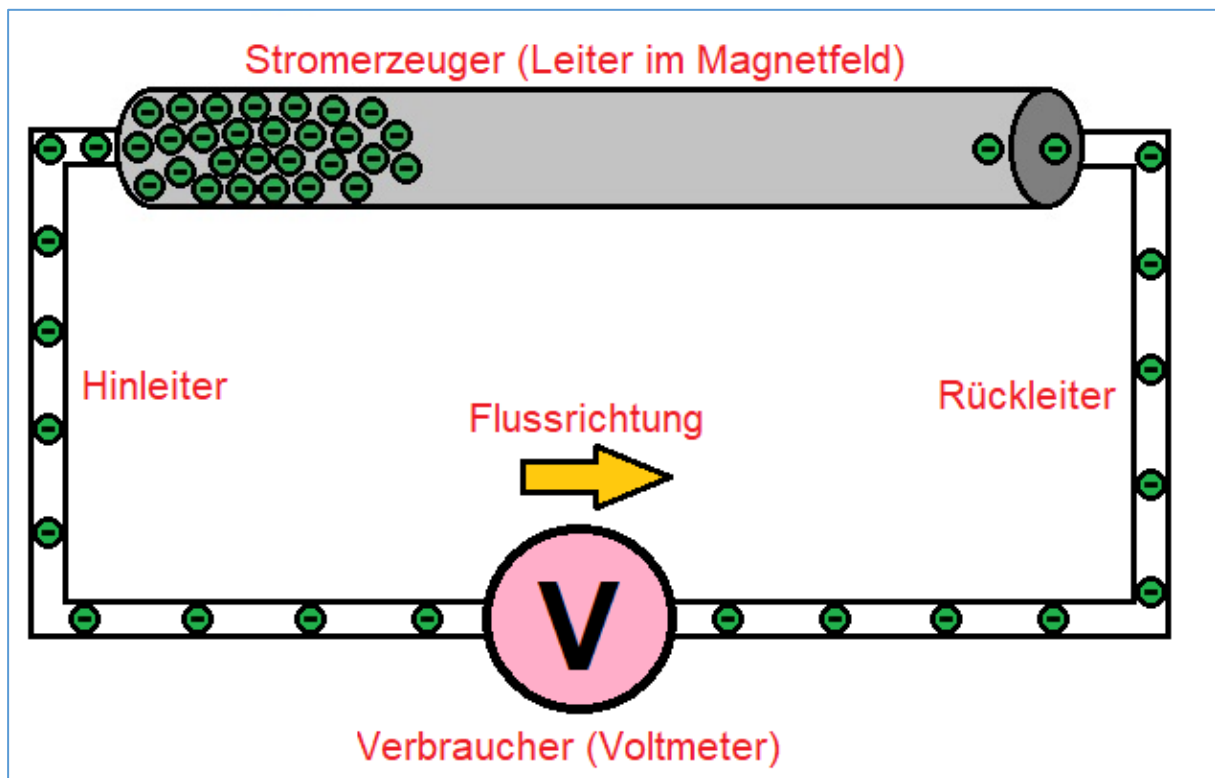


Bild 11

Durch den Anschluss an das Messgerät wurde ein Stromkreis geschaffen. **Strom kann nur fließen, wenn der Stromkreis geschlossen ist.**

Voraussetzungen für einen Stromkreis ist ein **Stromerzeuger**, ein **Stromverbraucher** und eine **Hin- und Rückleitung**.

Wie bereits erwähnt, haben die Elektronen den Drang, den Elektronenmangel in der Stromquelle auszugleichen.

Durch die **Hinleitung** über den **Verbraucher** (Voltmeter) und schlussendlich über den **Rückleiter**, finden die Elektronen den Weg zur Stromquelle zurück (Bild 11).

Durch eine **schnellere Bewegung** des Leiters im Magnetfeld, kann die Spannung **erhöht** werden.

Zusätzlich bestehen weitere Methoden zur Erzeugung einer höheren Spannung.

Durch **Erhöhen der Windungszahl** des Leiters sollte dies möglich sein. Das werde ich in einem weiteren Versuch testen.

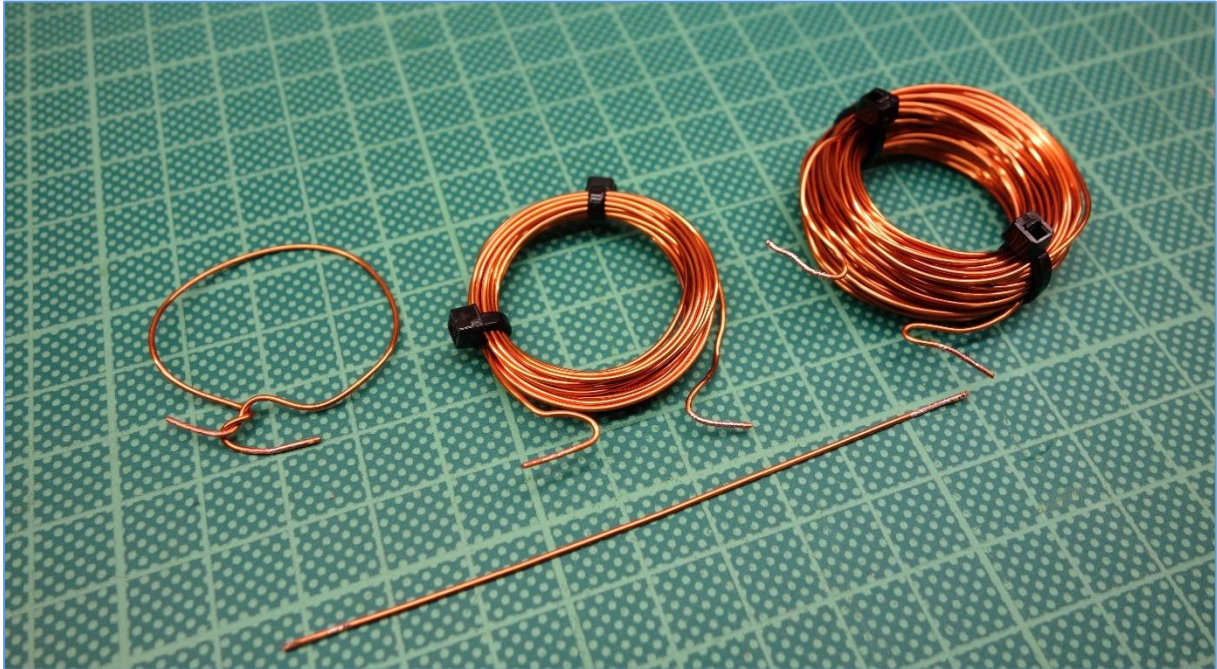


Bild 12

Um die Anzahl der Windungen zu erhöhen, habe ich **Spulen** aus isoliertem Draht gewickelt (Bild 12).

Der Lackdraht ist ein Kupferdraht, der durch eine Lackschicht isoliert wird. Im Gegensatz zu einem gewöhnlich isolierten Draht ist diese Isolierung sehr dünn und ermöglicht so eine enge Spulenwicklung.

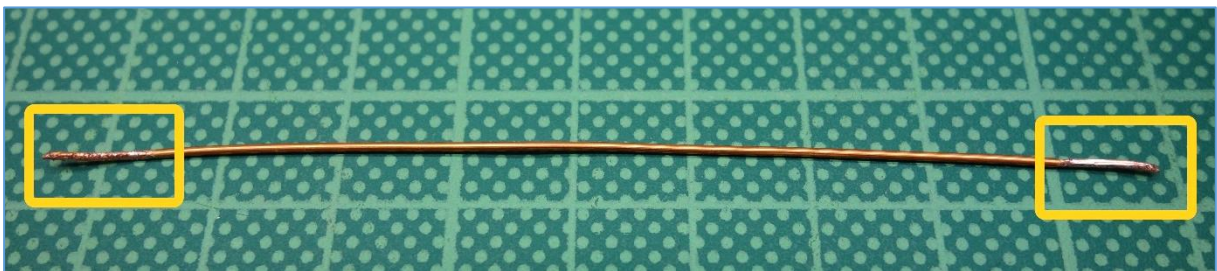


Bild 13

An den Drahtenden muss der Lack entfernt werden, um Kontakt mit der Messspitze, bzw. mit dem Messgerät herzustellen (Bild 13).



Bild 14

Ich beginne mit einer einfachen Wicklung. Dabei bemerke ich kaum einen Unterschied in der Spannungserzeugung im Vergleich zur ersten Eindraht-Variante (Bild 14).

Dazu ist zu erwähnen, dass die Anzeige der Spannung nicht einfach abzulesen ist, da ich durch das Hin- und Herbewegen des Leiters im Magnetfeld ständig die Stromrichtung ändere.

Ergebnis: 0.44 mV

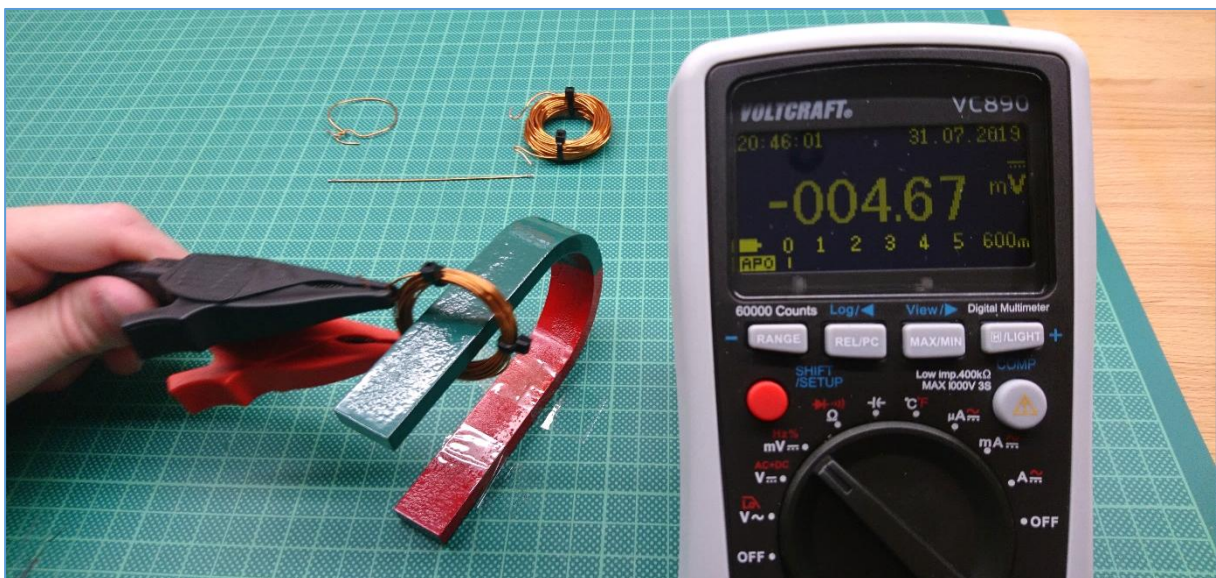


Bild 15

Bewege ich eine Spule mit ca. 20 Windungen durch das Magnetfeld, erreiche ich eine wesentlich höhere Spannung (Bild 15).

Ergebnis: 4.67 mV



Bild 16

Bei der Spule mit 60 Windungen, erreiche ich nochmal eine höhere Spannung (Bild 16).

Ergebnis: 29.31 mV

Bei der Spannungserzeugung durch Induktion lässt sich durch die **Erhöhung der Windungsanzahl** auch die Spannung erhöhen.

Auch **die schnellere Bewegung** durch das Magnetfeld hat einen Einfluss auf die Spannung.

Durch das Einfügen **eines Eisenkerns** in die Spule sowie die Verwendung eines **stärkeren Magneten** kann ebenfalls eine höhere Spannung erzielt werden.

Wie man im meinem Youtube Video sieht, zeigt das Messgerät nicht immer sauber die Spannung an. Das liegt unter anderem auch daran, dass sich die Polarität der Spannung bei jeder Bewegung der Spule im Magnetfeld ändert.

Einmal wird eine positive Spannung angezeigt und dann sofort wieder eine negative Spannung. Im Prinzip spricht man hier von einer sogenannten **Wechselspannung**.



Video: Stromerzeugung durch Induktion

QR-Code oder Link zum Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=B3HaUifPY7E>

<https://www.youtube.com/watch?v=B3HaUifPY7E>

Genau dasselbe passiert in einem Generator, es wird Wechselspannung erzeugt.

1.2 Wechselspannung

Im Gegensatz zu meinem ersten Versuch, einen Leiter durch ein Magnetfeld zu bewegen, wird die Wechselspannung, die unser Stromnetz speist, durch eine **rotierende Bewegung** erzeugt.

Hier spricht man von einem **Generator**. Dieser funktioniert im Prinzip auf ähnliche Weise wie zuvor beschrieben, jedoch sind alle Komponenten so gebaut und angeordnet, dass eine effiziente Spannungserzeugung ermöglicht wird.

Durch die rotierende Bewegung im Generator werden die Elektronen der Stromquelle rasch **hin und her** gejagt.

Die Elektronen bewegen sich in einem Wechselstromkreis ständig hin und her.

In unserer elektrischen Energieversorgung kommt es zu einem Wechsel der Spannung mit einer Frequenz von 50-mal pro Sekunde. Man spricht hier von **50 Hertz (Hz)**.

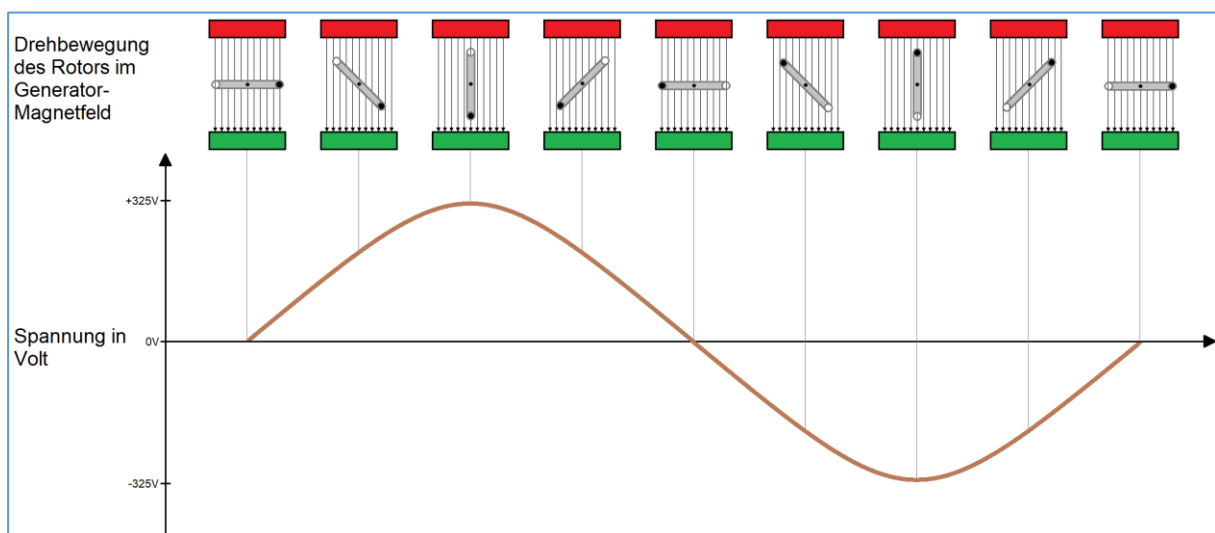


Bild 17

Diese Zeichnung (Bild 17) zeigt die **Drehbewegung** vom Wechselstromgenerator in einem Magnetfeld.

Im Gegensatz zu meinem früheren Versuch bewegt sich die Leiterspule jetzt drehend im Magnetfeld.

Dies ist effizienter und kann beispielsweise direkt von einem Windrad übernommen werden.

Anhand der **braun** eingefärbten Kurve (Sinuskurve) ist zu sehen, wie sich die **Spannung** dazu verhält.

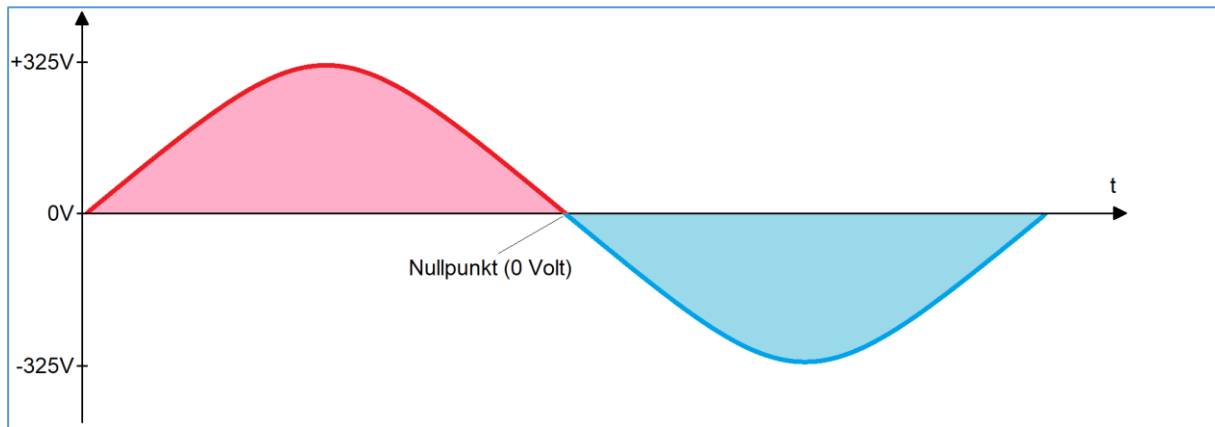


Bild 18

Damit die in unserem Netz üblichen 230V (V = Volt) Spannung erzeugt werden kann, wird an der **positiven Halbwelle** maximal 325V erzeugt, danach sinkt die Spannung wieder ab und erreicht den sogenannten Nullpunkt (0V). In diesem Moment wird effektiv 0V gemessen (Bild 18).

Theoretisch kann man in diesem kurzen Moment die Leitung anfassen, ohne einen Stromschlag zu erleiden.

Im weiteren Verlauf der **negativen Halbwelle** wird eine negative Spannung mit einem Maximum von -325V erreicht.

Dieser Vorgang geschieht 50-mal pro Sekunde, also mit einer Frequenz von 50 Hertz.

Bei der Messung der Spannung am Generator wird ein Wert von **230V** angezeigt. Dies entspricht dem **Effektivwert**, also der tatsächlich erreichten Spannung.

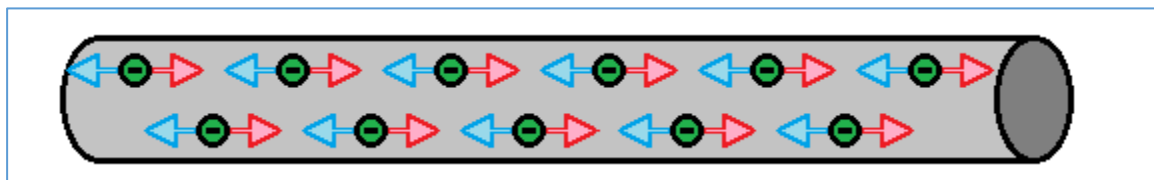


Bild 19

Bei Wechselspannung bewegen sich die Elektronen ständig hin und her, ohne weit in eine Richtung zu wandern. Klingt verwirrend, oder?

Hier hilft es, sich einfach eine Rohrleitung vorzustellen. Diese Leitung ist vollständig mit Kugeln gefüllt, die als Elektronen dargestellt werden (Bild 19).

Unabhängig von der Länge der Leitung kommen genauso viele Kügelchen heraus, wie man hineinsteckt. Dieser „Impuls“ wird unverzüglich weitergeleitet, selbst über große Entfernungen hinweg.

Der Generator überträgt die Schwingung der Elektronen bis nach Hause. Beim Verbraucher wird diese Schwingung in Energie wie Wärme umgewandelt.

1.3 Gleichspannung

Obwohl der Schwerpunkt auf Wechselspannung liegt, ist es sinnvoll, auch eine kurze Erklärung zur Gleichspannung zu geben.

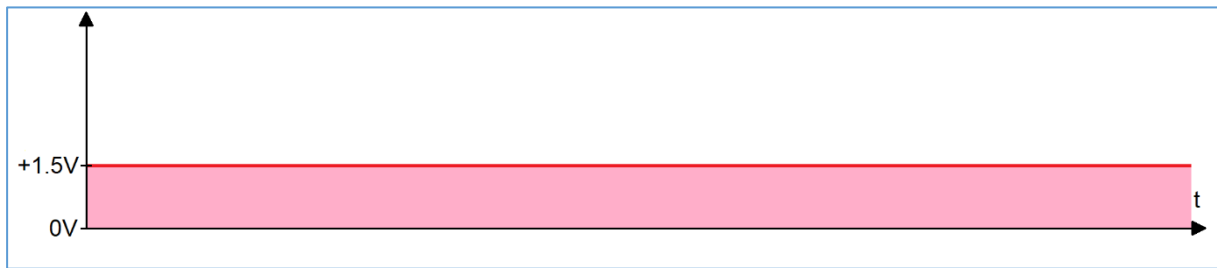


Bild 20

Bei Gleichspannung bleibt die Spannung konstant **positiv**. Daher bewegen sich sämtliche Elektronen in **eine Richtung**. (Bild 20, 21)

Ein Beispiel für einen Gleichspannungserzeuger ist eine handelsübliche Batterie, die eine Spannung von normalerweise 1,5 V liefert.

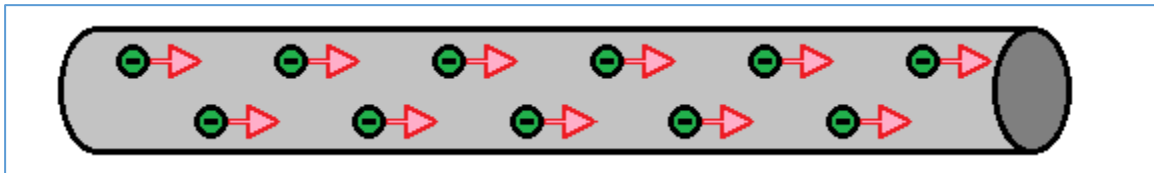


Bild 21

Gleichspannung kann im Gegensatz zu Wechselspannung **nicht transformiert** werden.

Da Transformatoren verlustarmen Energie-Transport ermöglichen, setzte sich Gleichspannung anfangs nicht für weite Strecken durch.

Dennoch werden viele der Geräte, die wir täglich verwenden, mit Gleichstrom betrieben. Netzteile wandeln Wechselspannung in Gleichspannung um (Bild 22).



Bild 22

Dabei wird meistens die Wechselspannung in einem Netzteil auf eine kleine Spannung transformiert und mit einem sogenannten Gleichrichter in Gleichspannung umgewandelt.

1.4 Die Spannung

Beispiel: 230 Volt oder 230V

Spannung wird in Volt (Formelzeichen U) angegeben und definiert sozusagen den Druck oder die Kraft, mit dem die Elektronen durch den Leiter befördert werden. **Elektrische Spannung ist ab einem Wert von 50V Wechselspannung lebensbedrohlich!**

Die Spannung allein liefert keine Informationen über die Leistung einer Stromquelle. Ein Piezofeuzeug kann beispielsweise eine Spannung von bis zu 15.000 V erzeugen, um einen Funken zu produzieren, der das Gas entzündet.

Doch da die Stromstärke sehr gering ist, ist auch die Leistung, welche sich aus dem Produkt von Spannung und Strom ergibt, sehr klein.

Unser Stromnetz, an das wir alle unsere Geräte anschließen, liefert eine Spannung von **230 Volt**. Zusätzlich gibt es noch 400 Volt, aber darauf komme ich später noch zurück.

Im Niederspannungsnetz bleibt die Spannung konstant, im Gegensatz zur Stromstärke.

Die Steckdose in einem Wohnhaus liefert stets 230 Volt. Es kann kleine Schwankungen von 1-5 Volt geben, aber der Wert bleibt im Wesentlichen **konstant**.

Jedes Gerät ist auf eine gewisse Spannung ausgelegt. Gibt man diesem Gerät eine zu tiefe oder zu hohe Spannung, funktioniert es nicht oder wird sogar zerstört.

Der Netzbetreiber ändert nie die Spannung an der Steckdose. Blitzeinschläge können jedoch Überspannung und daraus resultierende Schäden verursachen.

Universalnetzteil und verschiedene Spannungen



Bild 23

Zu diesem Thema ist das **Universalnetzteil** (Bild 23) relevant. Dieses erzeugt zwar Gleichspannung, aber es geht um das Prinzip.

Mitgeliefert sind diverse Stecker für alle möglichen Anschlüsse. Die Ausgangsspannung kann mit dem gelben Drehregler eingestellt werden.

Sinn und Zweck dieser Spannungsquelle ist es, verlorene, oder nicht auffindbare Netzteile mit diesem universell einsetzbaren Gerät zu ersetzen.

Wenn jedoch eine zu hohe Spannung eingestellt wird, kann das angeschlossene Gerät beschädigt werden.

Ist die Spannung zu niedrig eingestellt funktioniert es nicht.

Elektrogeräte sind nicht dafür ausgelegt, mit unterschiedlichen Spannungen betrieben zu werden. Dasselbe ist auch bei der Wechselspannung der Fall.

Merke: Die Spannung in unserem Energieversorgungsnetz bleibt immer konstant.

Höhere Spannungen als 230/400V gibt es beispielsweise in der **Industrie**, beim **Bahnbetrieb** und vor allem beim **Transport** von elektrischer Energie.

Dabei wird die Spannung nach der Stromerzeugung hochtransformiert, um einen verlustarmen Transport zu erreichen.

Hier sind Spannungen von 110, 220 oder gar 380 Kilovolt (380'000 Volt) möglich.

Die höheren Spannungen bleiben ebenfalls konstant.

1.5 Der Strom

Beispiel: 16 Ampere oder 16A

Strom wird in Ampere (Formelzeichen I) angegeben und bezeichnet die Elektronen, genauer die Menge der Elektronen, die in einer gewissen Zeit durch einen Leiter fließen.

Bei einer Spannung von 230V kann eine Stromstärke ab 5mA bereits gefährlich für den Menschen sein!

Anders als bei der Spannung, **ändert** sich die Stromstärke je nach Energieverbrauch von einem Verbraucher. Leistung setzt sich aus Spannung und Strom zusammen. Da sich beim Beispiel unserer Steckdose die Spannung nicht verändert, muss dies über die Stromstärke geschehen.

Beispiel:

- Eine 40 Watt Glühbirne genehmigt sich **0.17A** bei 230V
- Ein 3400 Watt Geschirrspüler nimmt sich **14,78A** bei 230V

Es fällt auf, dass diese beiden Geräte zwar mit 230V betrieben werden, jedoch einen signifikanten Unterschied in Bezug auf Stromstärke und die daraus resultierende Leistung aufweisen.

Man kann sich jetzt vorstellen, dass diese Geräte nicht mit demselben Leitungsquerschnitt betrieben werden sollten, aber warum?

Die Stromdichte

Die Wahl des **Leiterquerschnittes** hängt nicht von der Spannung ab, sondern von der Stromstärke.

Wenn ich einen Hausanschluss mit **40A** bei 230V realisiere oder einen Soundverstärker im Auto einsetze, welcher sich ebenfalls **40A** bei 12V genehmigt, bleibt der Querschnitt des Leiters aufgrund der identischen Stromstärke gleich, obwohl hier große Unterschiede bei der Leistung vorhanden sind:

- Hausanschluss: $40A \times 230V = 9200 \text{ Watt}$
- Soundverstärker: $40A \times 12V = 480 \text{ Watt}$

Je größer der elektrische Leiter, desto weniger Reibung erzeugen die Elektronen, da sie mehr Platz haben.

Wenn der Leiter kleiner wird, müssen die Elektronen schneller fließen, um in derselben Zeit das Ziel zu erreichen.

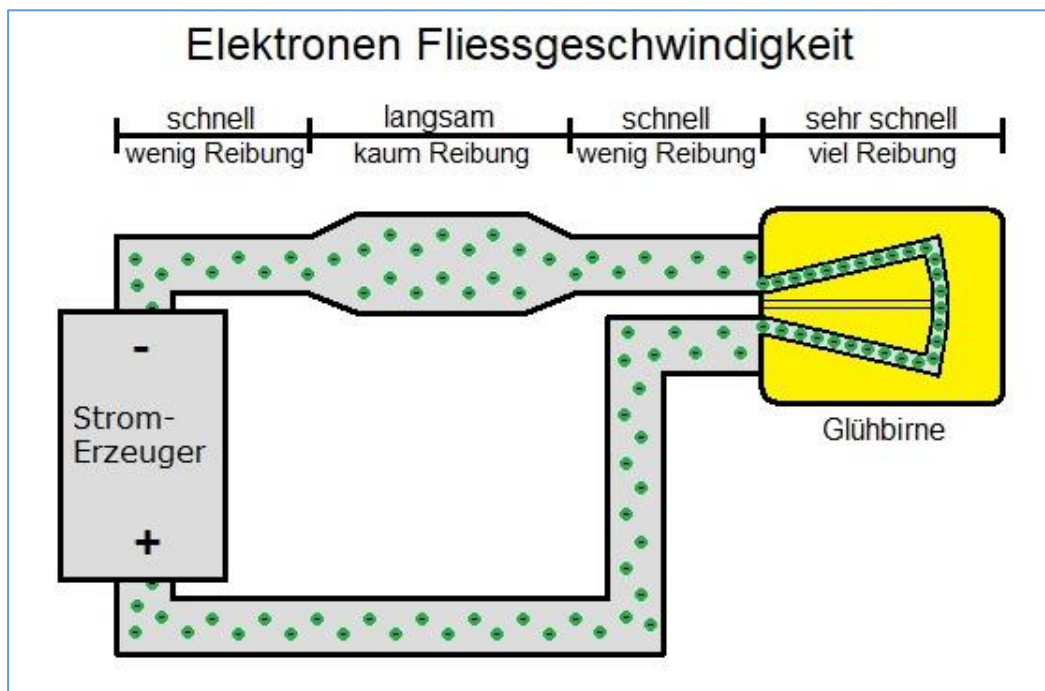


Bild 24

Hier ist ein Stromkreis mit drei verschiedenen Querschnitten zu sehen ([Bild 24](#)).

- **Schnell, wenig Reibung:** Im ersten Abschnitt fließen die Elektronen schnell. Weil sie viel Platz im Leiter haben, entsteht auch nur wenig Reibung.
- **Langsam, kaum Reibung:** Im mittleren Abschnitt weist der Leiter einen noch größeren Querschnitt auf, hier können die Elektronen langsam fließen, es ist mehr als genug Platz vorhanden. Hier entsteht kaum Reibung.
- **Sehr schnell, viel Reibung:** Im dritten Abschnitt müssen sich die Elektronen durch einen sehr dünnen Draht einer Glühbirne zwingen, wodurch sie sich sehr schnell bewegen, was viel Reibung erzeugt. Der Draht fängt nun an zu glühen.

Dazu geschieht noch etwas Interessantes. Durch die Erzeugung von Wärme und Licht in der Glühbirne, wird die Energie der Elektronen abgegeben bzw. umgewandelt. Die Glühbirne ist also ein Verbraucher und wandelt elektrische Energie in Wärme und Licht um.

Wolframdraht hat im Vergleich zu Kupfer einen höheren Schmelzpunkt von 3422°C und wird zusätzlich durch ein Vakuum oder ein Schutzgas geschützt, um ein Schmelzen zu verhindern.

Die Kernaussage der Stromdichte ist, dass ein elektrischer Leiter einen **zur Stromstärke passenden Querschnitt haben muss**, um eine unerwünschte Erwärmung oder das Durchbrennen zu vermeiden.

Im Gegensatz zur Glühbirne, bei der das Glühen in einer sicheren Umgebung beabsichtigt ist, kann eine fehlerhafte Elektroinstallation erhebliche Schäden oder Brände verursachen.

Dem Verbraucher ist es egal, wie dick oder dünn der Leiter ist, er nimmt sich die benötigte Stromstärke.

Die Aufgabe des Elektrikers besteht darin, einen angemessenen Querschnitt der Leiter zu wählen, um Schäden zu vermeiden.

Die nachstehende Liste bietet einen ungefähren Überblick darüber, welcher Leitungsquerschnitt für welche maximale Stromstärke verwendet werden sollte. Im Zweifelsfall wird empfohlen, den Leitungsquerschnitt eine Stufe höher zu wählen.

Leiterquerschnitt in mm ²	Stromstärke in Ampere
1,5 mm ²	10/13 Ampere
2,5 mm ²	16 Ampere
4 mm ²	20 Ampere
6 mm ²	25 Ampere
10 mm ²	40 Ampere
16 mm ²	63 Ampere
25 mm ²	80 Ampere
35 mm ²	100 Ampere

(alle Angaben ohne Gewähr!)

Die Wahl des Leiterquerschnitts unterliegt vielen Normen und Vorschriften, die Abklärung erfordert. Hierfür sollten die in der betreffenden Region geltenden Normen herangezogen werden.

Zu beachten sind unter anderem folgende Faktoren:

- Maximale Stromstärke
- Leitungslänge
- Verlegeart (in Rohren, einzelne Drähte, mehradrig usw.)

Universalnetzteil und Strom

Zum Abschluss des Themas Strom möchte ich noch kurz auf das Thema des universellen Netzteils im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch eingehen.



Bild 25

Vor dem Kauf eines Netzteils ist es wichtig zu wissen, welche maximale Leistung das Gerät erbringen kann.

Angenommen, das Netzteil meiner externen Festplatte weist plötzlich einen Defekt auf.

Da es dringend ist, verwende ich mein Universelles Netzteil als Ersatz für das defekte Gerät. Einer der mitgelieferten Stecker passt, sodass die Inbetriebnahme erfolgen kann (Bild 25).

Zunächst stelle ich die korrekte Spannung ein und verbinde den Stecker mit der Festplatte. Leider tritt jedoch keine Reaktion auf. Woran könnte das liegen?



Bild 26

Jedes Netzteil hat eine gewisse Leistung (Watt) resultierend aus Spannung mal Strom.

Wenn ich die Leistungsschilder der beiden Netzteile betrachte, stelle ich fest, dass mein Universalnetzteil lediglich **0.6A** bei 12V (7.2 Watt) liefert, während das Netzteil meiner Festplatte einen Strom von **1.6A** bei 12V (18 Watt) benötigt.

Das Ersatz-Netzteil liefert also **nicht genug Strom**, um meine Festplatte zu betreiben. Auch USB-Netzgeräte mit identischer Spannung sind mit verschiedenen Stromstärken erhältlich.

Die Leistungsangaben auf den Netzteilen sind unter «**Output**» oder «**Sec**» zu entnehmen (Bild 26).

1.6 Die Leistung

Beispiel: 1 Watt oder 1W

Die elektrische Leistung (Formelzeichen P) ist das Produkt aus **Spannung** und **Strom**.

Die meisten Elektrogeräte besitzen ein sogenanntes Typenschild. Auf diesem sind je nach Gerät verschiedene Daten aufgeführt. Darunter auch die Leistung.

Viele Menschen, die sich noch nie mit diesem Thema beschäftigt haben, sind überrascht, wie viel Leistung bestimmte Geräte verbrauchen.

Es ist wichtig, sich der Geräte bewusst zu sein, die eine hohe Leistung und somit tendenziell auch einen hohen Energieverbrauch aufweisen.

Hier eine kleine Auflistung der durchschnittlichen Maximalwerte:

- PC-Monitor ca. 40 Watt
- alte Glühbirne alt ca. 60 Watt
- Leuchtstoffröhre ca. 50 Watt
- PC ca. 200 Watt
- Bohrmaschine ca. 600 Watt
- Kaffeemaschine ca. 1300 Watt
- Toaster ca. 1400 Watt
- Staubsauger ca. 1500 Watt
- Haartrockner ca. 1800 Watt
- Geschirrspüler ca. 2200 Watt

Geräte mit Heizfunktion erfordern eine beträchtliche Menge an Leistung. Es ist ratsam, ihren Einsatz effizient zu gestalten.

Energie

Energie ergibt sich aus der Multiplikation von **Leistung** und **Zeit**. Sie beschreibt, wie viel elektrische Leistung in einem bestimmten Zeitraum verbraucht wird.

Energie wird in Ws (Wattsekunden) Wh (Wattstunden) oder besser bekannt in kWh (Kilowattstunden) angegeben.

Der Stromverbrauch in Haushalten wird vom Stromzähler in Kilowattstunden (kWh) gemessen und abgerechnet.

Eine Person verbraucht durchschnittlich 1300 kWh im Jahr.

1.7 Der Widerstand

Beispiel: 1 Ohm oder 1Ω

Der Widerstand (Formelzeichen R) gibt an, wie stark die Elektronen gebremst werden. Dabei spielen Leiterquerschnitt, Leiterlänge, Umgebungstemperatur und die Zusammensetzung des Leiters eine Rolle (gut und schlecht leitende Leiter).

In einem Leiter fließen die Elektronen an den Atomen vorbei. Atome bewegen sich in diesen metallischen Leitern und dadurch werden die Elektronen gebremst.

Je nach Werkstoff werden die Elektronen stärker oder weniger stark gebremst. Man spricht hier also vom Widerstand oder vom Widerstandswert.

Bauteil Widerstand

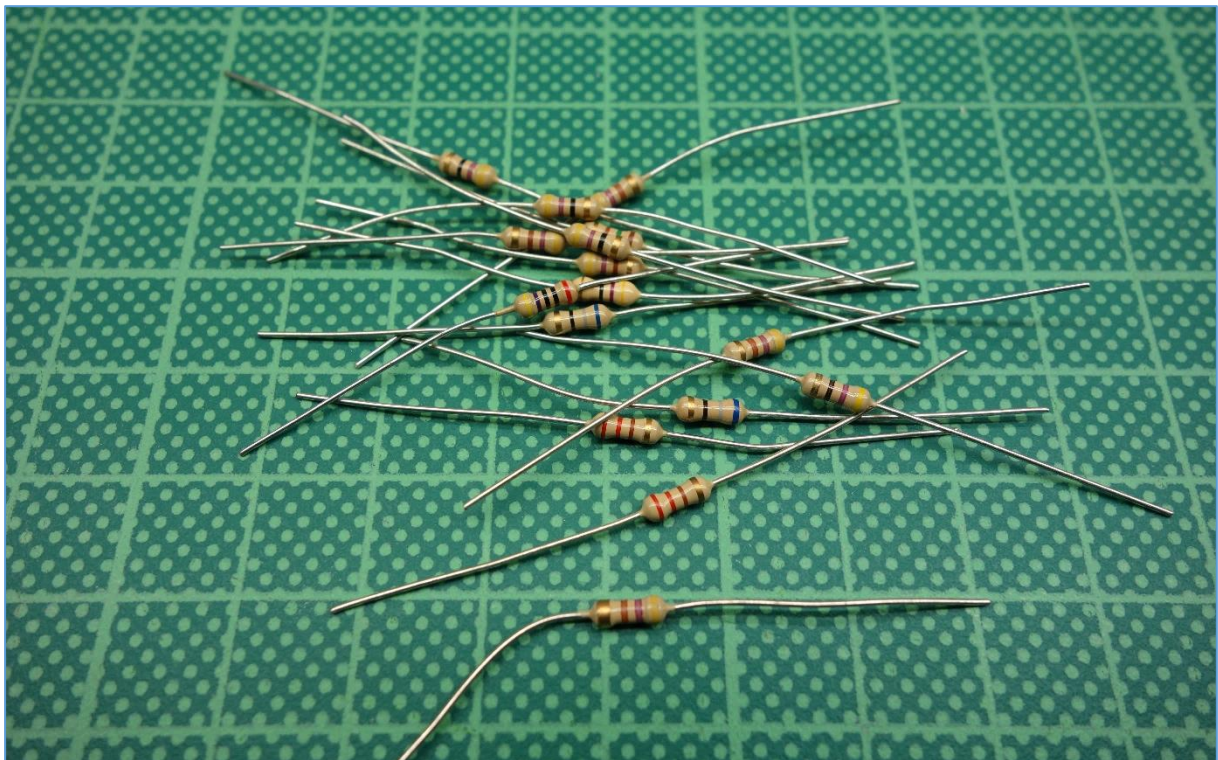


Bild 27

Ein weiteres Bauteil in der Elektrik oder Elektronik ist der Widerstand ([Bild 27](#)). Dieser wird in verschiedene Schaltungen eingebaut und hat meist einen festen Widerstandswert, zum Beispiel 470 Ohm.

Dieser Widerstandswert kann anhand der Markierungen abgelesen oder mit einem Multimeter gemessen werden. Weitere Informationen dazu folgen später.

1.8 Einheiten und Formelzeichen

Um einige grundlegende Berechnungen durchführen zu können, habe ich eine Übersicht der wichtigsten Größen in der Elektrotechnik erstellt.

Spannung und Stromstärke

	Einheit	Formelbuchstaben
Spannung	Volt (V)	U
Strom	Ampere (A)	I

Der elektrische Widerstand

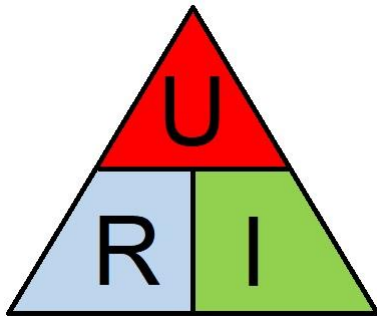
	Einheit	Formelbuchstaben
Widerstand	Ohm (Ω)	R

Leistung

	Einheit	Formelbuchstaben
Leistung	Watt (W)	P

1.9 Das ohmsche Gesetz

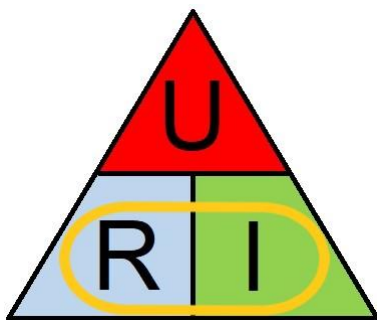
Mit den Formeln dieses Gesetzes lassen sich die drei Grundgrößen des Stromkreises berechnen, wenn mindestens zwei davon bekannt sind.



Dabei sollte man sich die Buchstabenfolge U oben und R, I darunter merken. Mit dieser pyramidenähnlichen Darstellung lassen sich die drei wichtigsten Formeln einfach ableiten.

Spannung berechnen:

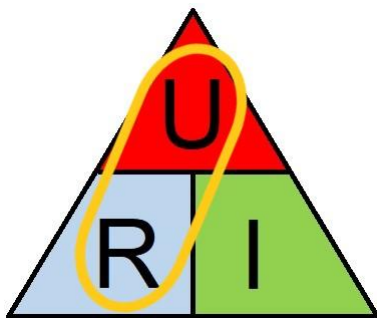
U=?



$$U=R \cdot I$$

Strom berechnen:

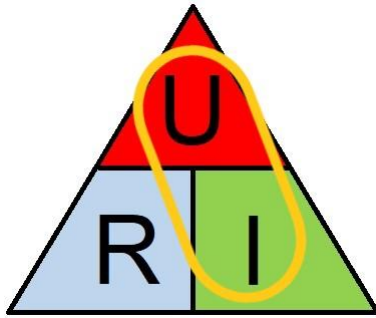
I=?



$$I=U/R$$

Widerstand berechnen

R=?



$$R = U/I$$

Leistung berechnen

Zum Berechnen der Leistung, lohnt es sich diese drei Formeln zu kennen:

$$P = U \cdot I$$

$$I = P/U$$

$$U = P/I$$

Ein kleines Rechenbeispiel:

Eine Glühbirne verbraucht 60 Watt bei 230 Volt. Welcher Strom fließt durch sie und welchen Widerstand hat sie?

Bekannt sind P und U.

$$I = P/U$$

$$60/230 = \mathbf{0,260 \text{ Ampere}}$$

Da I bekannt ist, kann R berechnet werden. Wie funktioniert das noch einmal mit der Pyramide?

$$R = U/I$$

$$230/0,260 = \mathbf{884,615 \text{ Ohm}}$$

Es ist von wichtig, stets die gleiche Maßeinheit zu verwenden.

Daher dürfen Ampere nicht mit Millivolt oder Megaohm zusammengerechnet werden, sondern nur Ampere mit Volt und Ohm. Dieser Fehler passiert schneller als man denkt.

1.10 Wie kommt der Strom ins Haus?

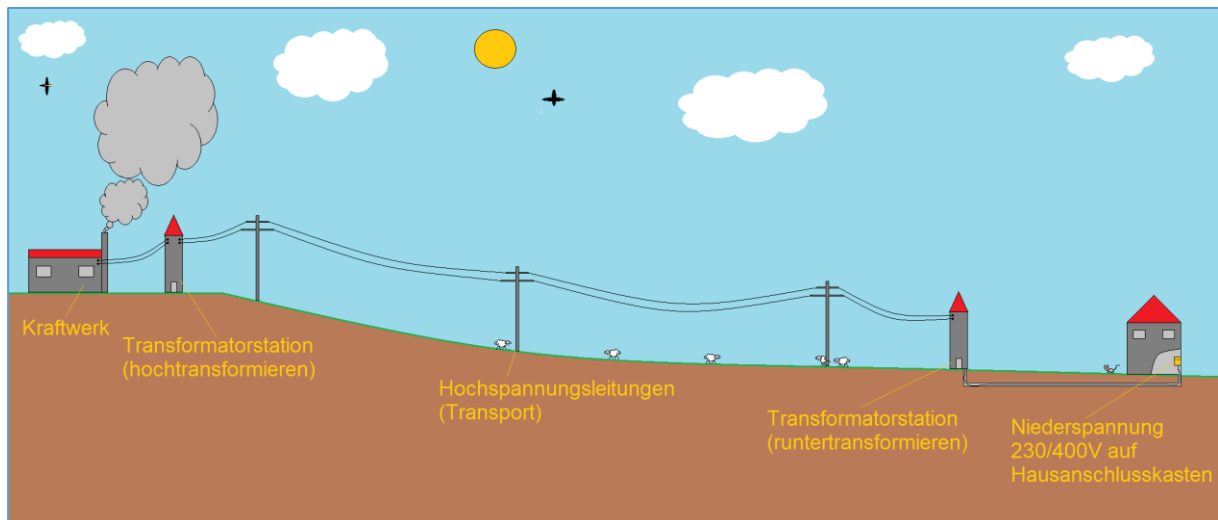


Bild 28

Bevor wir uns dem Thema der Elektroinstallation widmen, ist es wichtig, einen zentralen Aspekt zu klären: **Wie gelangt der Strom vom Kraftwerk in unser Haus** (Bild 28)?

Produzieren und Hochtransformieren

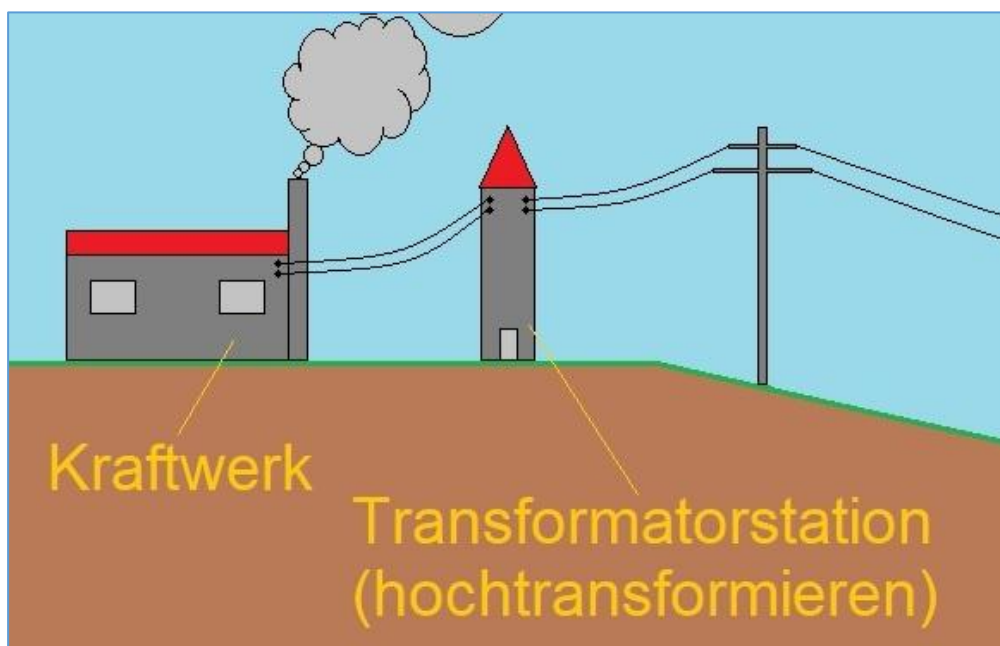


Bild 29

Zuerst muss der Strom natürlich produziert werden. Dies geschieht bekanntlich in einem **Kraftwerk** (Bild 29).

Um den Strom verlustarm zu transportieren, wird er zuvor in einer sogenannten Transformatorstation **hochtransformiert**. Das bedeutet die Spannung wird erhöht und die Stromstärke reduziert.

Die Spannung wird dabei in 4 Stufen unterteilt:

Spannungsstärke	Einsatzgebiet
Höchstspannung: 220kV – 380kV	Überwindung von sehr großen Strecken, Anschluss von Großkraftwerken wie Braunkohle, Kernkraft, Steinkohle, Wasserkraft
Hochspannung: 110kV	Überwindung von mittleren Stecken, Anschluss von Industriekraftwerken, Versorgung von Großindustrie und kleinere Städte
Mittelspannung: 10kV – 30kV	Überwindung von kleineren Stecken, Versorgung von kleinen Ortschaften, kleine bis mittlere Industrieanlagen, Flughäfen, Krankenhäuser, Schulen usw.
Niederspannung 230V – 400V	Kleinste und endgültige Spannung, zur direkten Versorgung von Wohnhäusern

Transportieren

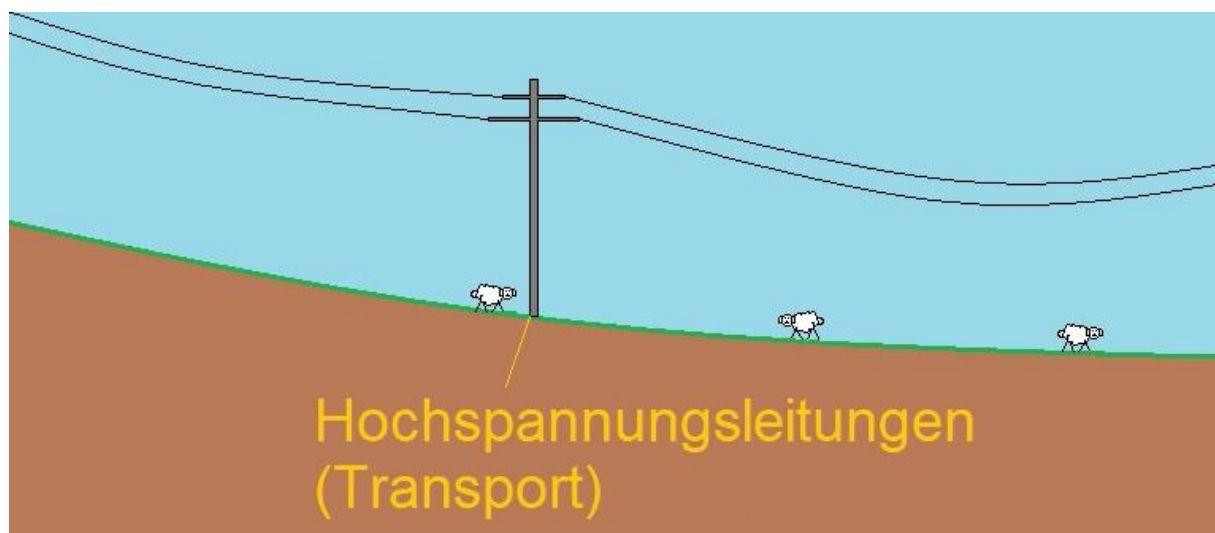


Bild 30

Heute wird der Strom überwiegend durch unterirdische Kabel oder über **Freileitungsmasten** transportiert (Bild 30).

Heruntertransformieren auf Niederspannung

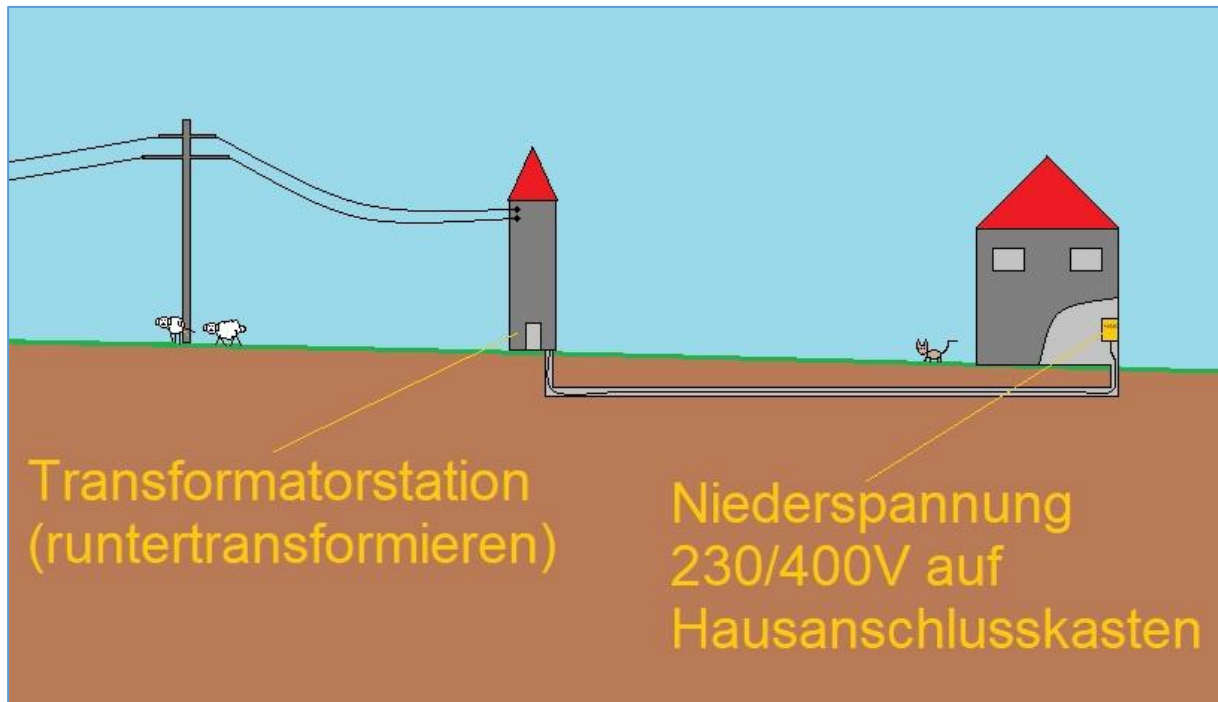


Bild 31

Im letzten Teil des Stromtransports, wird die Hochspannung in der **Transformatorstation** wieder **heruntertransformiert** (Bild 31).

Danach bleiben nur noch kurze Strecken, bis der Strom beim Endverbraucher ankommt.

In der Nähe jedes Wohnhauses gibt es immer irgendwo eine Transformatorstation die den Strom liefert, oft geht man daran vorbei, ohne es zu bemerken.

Der Hausanschluss wird heutzutage unterirdisch verlegt und endet am sogenannten **Hausanschlusskasten (HAK)**.

Der Hauptanschlusskasten (HAK) wird in der Regel im Keller installiert; in Ausnahmefällen auch an der Außenwand des Gebäudes.

Der **Netzbetreiber** ist zuständig für die Leitung, die zum Hausanschlusskasten führt, sowie für den Hausanschlusskasten selbst.

Jegliche Installationen, die vom Hausanschlusskasten (HAK) abzweigend erfolgen und angeschlossen werden, fallen in den Verantwortungsbereich des **Grundeigentümers**.

Die Spannung des Hausanschlusses beträgt nun **230V-400V Wechselstrom**.

Ab 400 Volt handelt es sich hier bereits um den sogenannten **Zwei- oder Dreiphasenwechselstrom**.

1.11 Dreiphasenwechselstrom

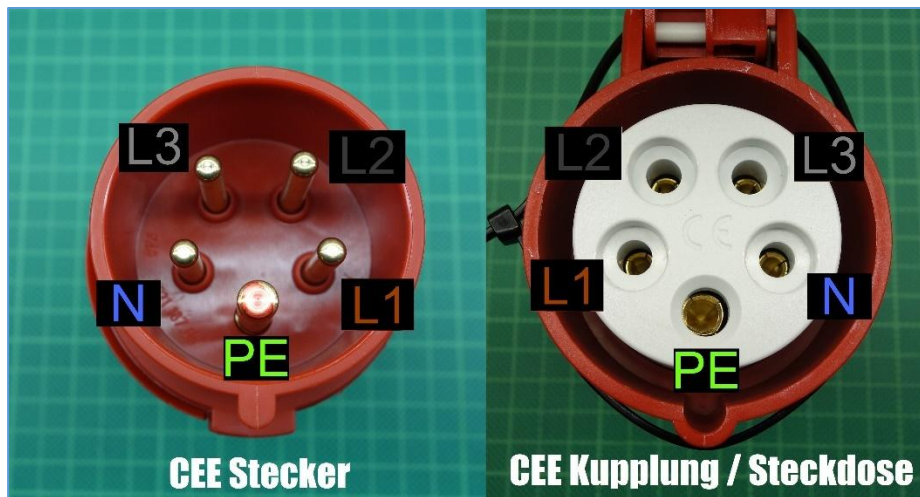


Bild 32

Im Gegensatz zum Einphasenwechselstrom weist der **Dreiphasenwechselstrom**, auch **Drehstrom** genannt, unterschiedliche Eigenschaften auf.

Bild 32 zeigt einen typischen Drehstromanschluss, wie er beispielsweise in industriellen Anwendungen zu finden ist.

Zu sehen ist ein sogenannter «CEE» Anschluss. **Links** der CEE-Stecker für den Verbraucher und **rechts** die passende CEE-Steckdose als Stromquelle.

Aus technischer und installationstechnischer Sicht ist der Dreiphasenwechselstrom besonders von Interesse, da er zum einen dreiphasig erzeugt wird und zum anderen nahezu überall vorhanden ist.

In der Elektroinstallation hat man also nonstop mit diesem Thema zu tun.

Auch aus wirtschaftlicher Sicht ist die Stromversorgung mit Drehstrom vorteilhaft, da im Vergleich zum weniger leistungsstarken Einphasenwechselstromnetz verhältnismäßig weniger Material benötigt wird.

Genauer gesagt verringert sich der Materialaufwand einer Drehstromleitung im Vergleich zu einer einphasigen Leitung bei gleicher Leistung **um die Hälfte**.

Drehstrom entsteht in einem Generator, der drei Spulen verwendet, im Gegensatz zum Einphasenwechselstromgenerator mit nur einer Spule.

Dieses Unterkapitel behandelt den Dreiphasenwechselstrom, seine Vorteile und die dafür eingesetzten Leiter.

Generator Beispiel einphasig

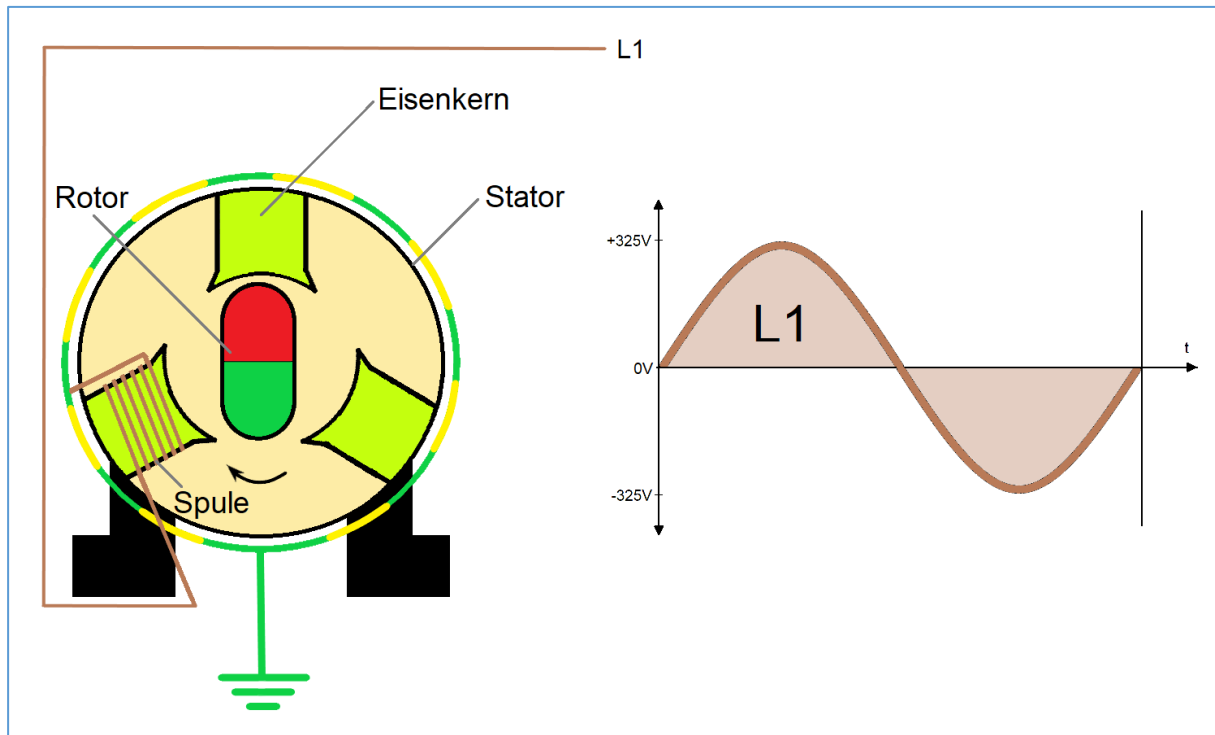


Bild 33

Im *Bild 33* ist ein **Drehstromgenerator** zu sehen, der im Prinzip dem Generator im Kapitel [1.2 Wechselspannung](#) entspricht. Hier wird jedoch der Magnet als **Rotor** verwendet, während die Spule am Gehäuse, dem sogenannten **Stator**, befestigt ist.

Zur Veranschaulichung wurde dieser Dreiphasenwechselstrom-Generator zunächst mit **einer** Spule (Wicklung) dargestellt.

Der Generator würde in diesem Moment somit lediglich **Einphasenwechselstrom** erzeugen. Die Sinuskurve ist ebenfalls erkennbar, was darauf hinweist, dass die Grundprinzipien unverändert sind.

Im Gehäuse selbst sind noch zwei weitere Vorrichtungen (**Eisenkerne**) vorhanden, die mit **Spulen** bestückt werden können.

Diese drei Punkte sind gleichmäßig im Kreis (360°) verteilt, was einen Winkel von jeweils 120° ergibt.

Generator Beispiel Dreiphasig (Drehstrom)

Wenn alle drei Spulen vorhanden sind, erzeugt der Generator im Betrieb drei verschiedene Spannungskurven (**L1**, **L2** und **L3**). Dies wird als **Drehstrom** bezeichnet (*Bild 34*).

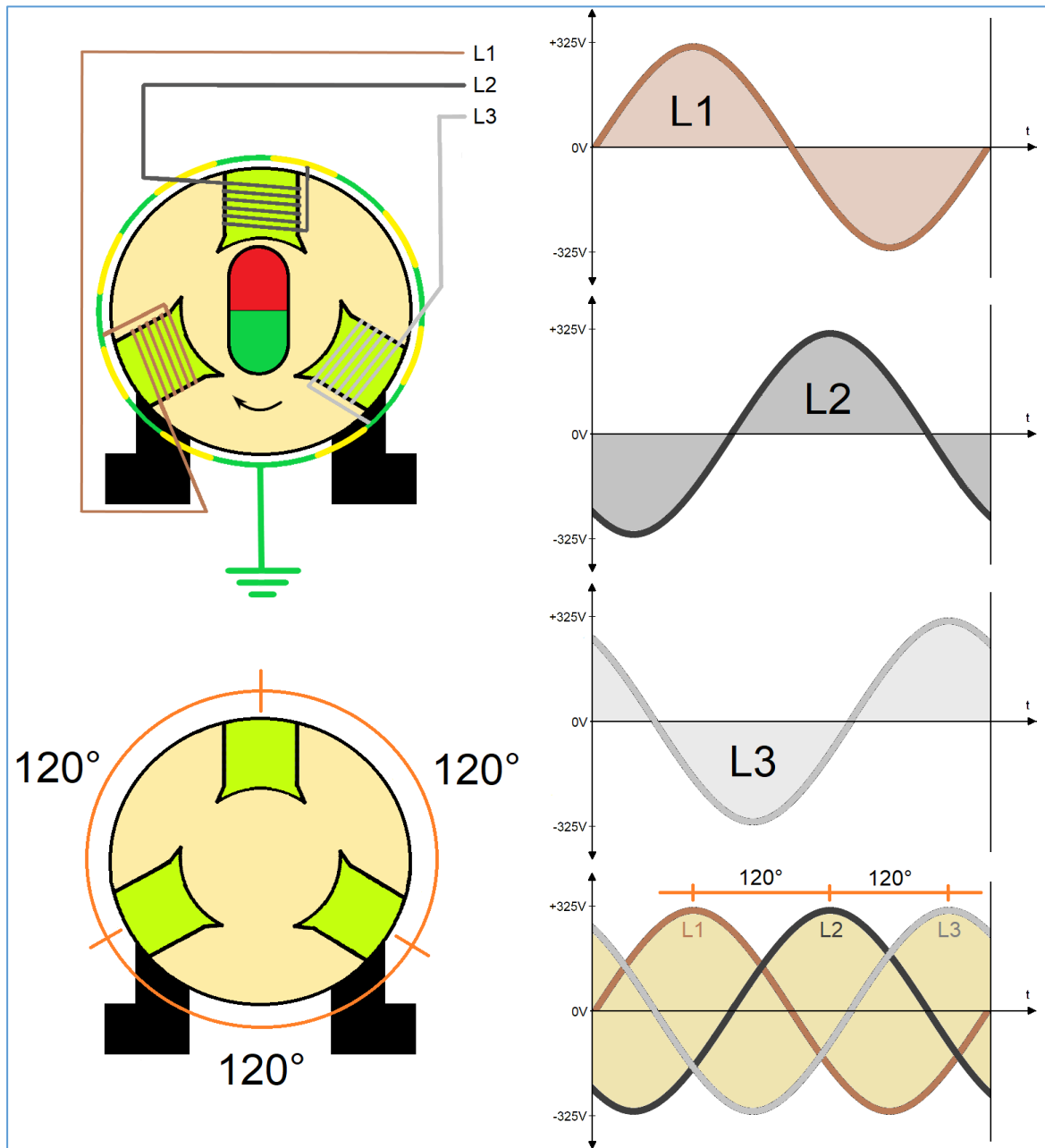


Bild 34

Genauer gesagt, sind es nicht verschiedene Kurven, sondern es handelt sich immer um **dieselbe Sinuskurve**.

Die Kurven sind um **120° versetzt** – genau wie die Spulen im Generator.

Im Drehstromgenerator werden also **drei einzelne Wechselströme und Wechselspannungen produziert**.

Da diese drei Wechselströme und Wechselspannungen **zeitlich versetzt** sind, können sie **unabhängig** voneinander verwendet werden.

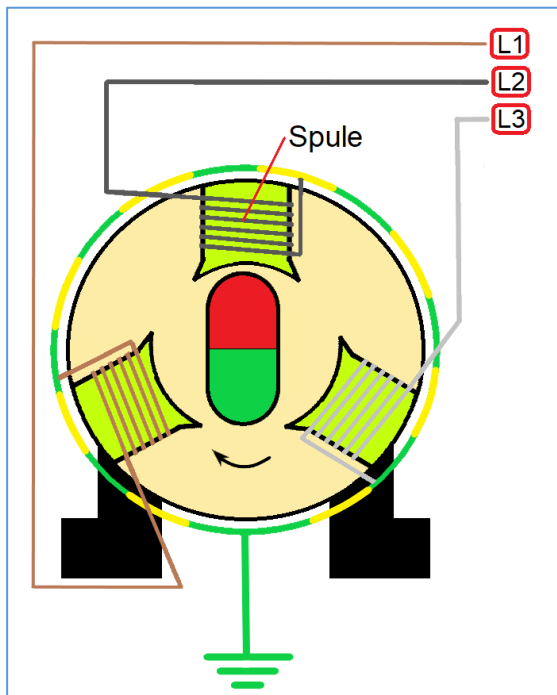


Bild 35

Die drei Leiter, die an **einem Ende** der Spule angeschlossen sind, werden als **Außenleiter** bezeichnet und mit **L1**, **L2** und **L3** abgekürzt. Früher wurde die Bezeichnung «Phase» verwendet, wobei die Abkürzungen R, S und T genutzt wurden (*Bild 35*).

Neue Leiterbezeichnung (Außenleiter)	Alte Leiterbezeichnung (Phase)
L1	R
L2	S
L3	T

Achtung: Es ist wichtig, sich dieser alten Bezeichnungen bewusst zu sein, da viele Anlagen aus dieser Zeit weiterhin in Betrieb sind.

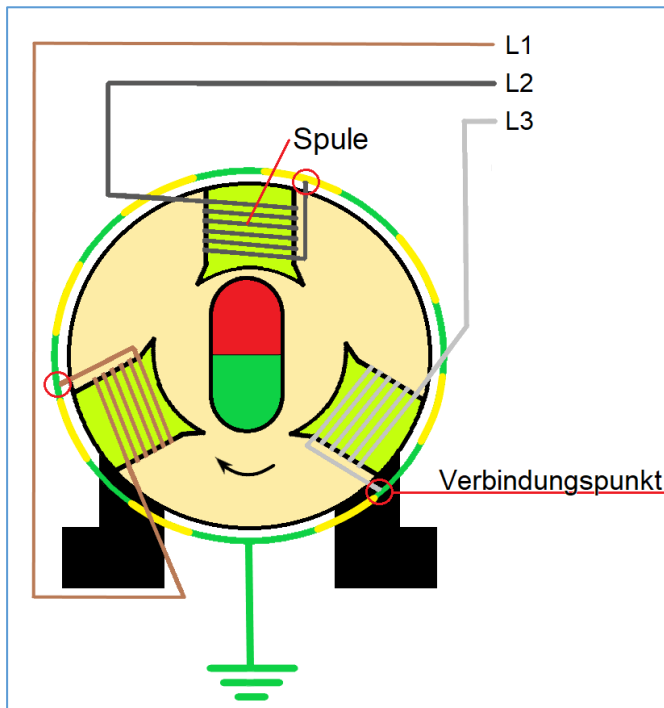


Bild 36

Bild 36 zeigt den **Verbindungspunkt**, an dem die Enden der Spulen zusammenlaufen. Dies wird gleich näher erklärt.

Drehstrom erzeugt 230V und 400V

Der Transport von Drehstrom ist ökonomisch vorteilhaft. Für die Übertragung werden lediglich **drei oder vier Leiter** benötigt. Aus diesem Grund hat sich diese Methode der Energieübertragung etabliert.

Ein Vorteil des Dreiphasenwechselstrom-Netzes sind die **zwei Spannungen** (230V und 400V), die zur Verfügung stehen.

Zudem können durch das Drehfeld Motoren der einfachsten Bauart betrieben werden.

Hier wird die Drehbewegung des Generators direkt vom Motor übernommen. Eine komplizierte Schaltung oder Elektronik ist daher nicht erforderlich.

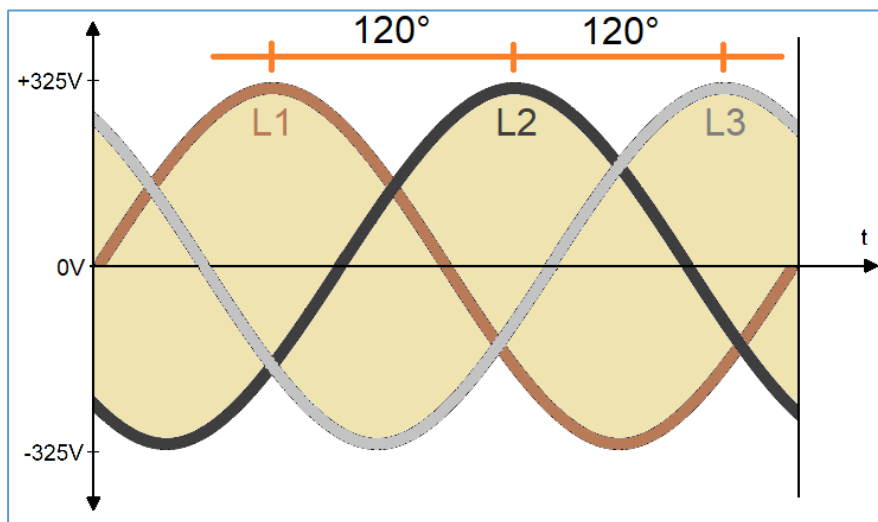


Bild 37

Im [Bild 37](#) sind die drei zeitlich versetzten Spannungen erneut dargestellt. Bemerkenswert ist hierbei, dass sich die Spannungen **zu jedem Zeitpunkt gegenseitig ausgleichen**.

Symmetrische Belastung Spannung

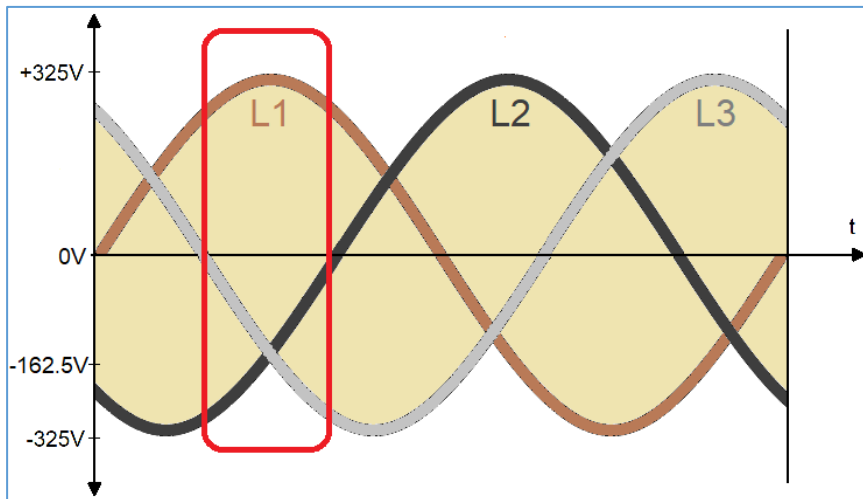


Bild 38

Betrachtet man den im **rot markierten Feld** dargestellten Moment (*Bild 38*), so erkennt man, dass sich die Kurve von **L1** bei **plus 325V** befindet. Die Kurven der anderen Leiter, **L2** und **L3**, bewegen sich hingegen jeweils bei **minus 162.5V** ($2 \times 162.5 = 325V$).

Unabhängig von der Position des rot markierten Feldes sind die Werte auf der positiven und der negativen Seite immer gleich groß.

Das bedeutet, dass **die Summe der drei Spannungen gleich Null** ist. Dadurch heben sie sich gegenseitig auf, was einen erheblichen Vorteil darstellt.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Spannungen und Ströme, die fließen, **symmetrisch** sein müssen, um diesen Effekt zu erzielen.

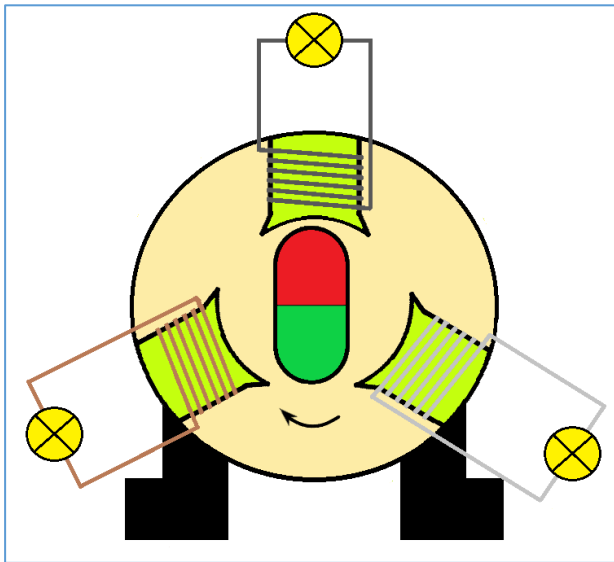


Bild 39

Zur Veranschaulichung dieses Verhaltens habe ich den Generator mit drei separaten Stromkreisen ausgestattet. Die gelben Symbole mit dem Kreuz in der Mitte stellen Leuchten dar, die als Verbraucher an die Stromkreise angeschlossen sind ([Bild 39](#)).

Es müssen nicht unbedingt Leuchten sein, andere Verbraucher sind auch möglich.

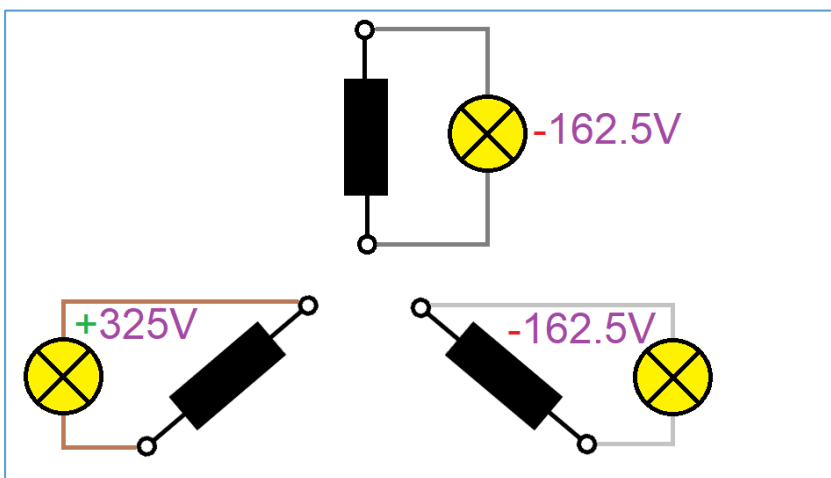


Bild 40

Auf [Bild 40](#) habe ich die Zeichnung angepasst, um sie elektroschaltplanverträglicher zu machen und die Momentan-**Spannungswerte** vom rot markierten Feld von [Bild 38](#) eingetragen.

Eine Beschreibung der Elektrosymbole im Elektroschaltplan findest du [hier](#).

Da die Spannung im Netz immer gleich ist, ist die Symmetrie also gewährleistet.

Symmetrische Belastung Strom

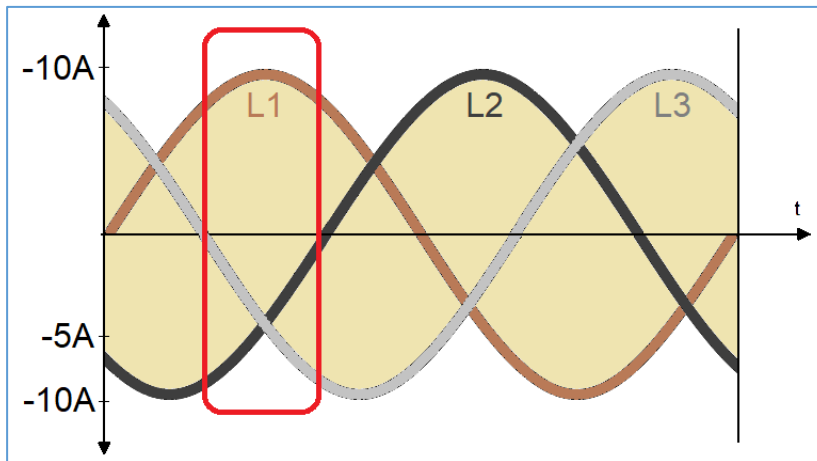


Bild 41

Nach den Momentan- Spannungswerten geht es weiter mit den Momentan-
Stromwerten.

Da weiterhin eine symmetrische Belastung besteht, verbrauchen alle
Verbraucher die gleiche Menge an Strom.

In diesem Fall beträgt der Strom 10A, was eine einfache Berechnung
ermöglicht (Bild 41).

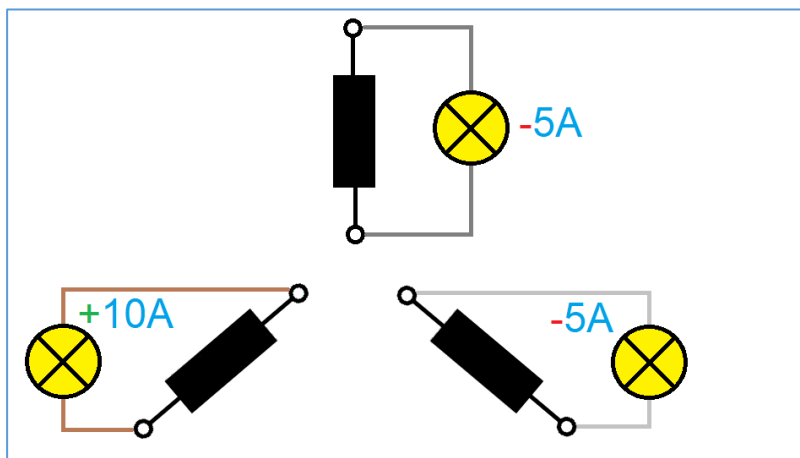


Bild 42

Wie bei den Spannungswerten, heben sich auch hier die Werte in der Summe
auf. Der **Momentanwert** ist auch hier immer **gleich Null** (Bild 42).

Schaltung eines Generators (Sternschaltung)

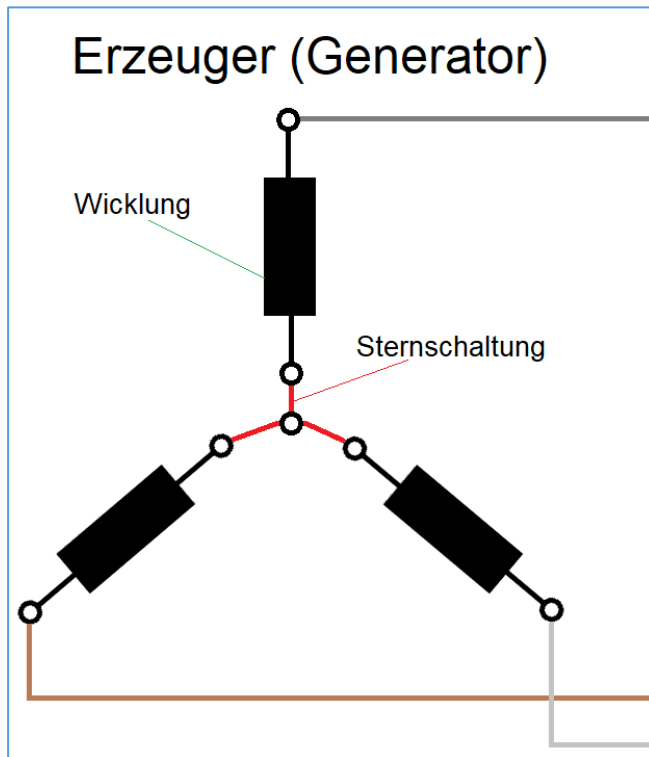


Bild 43

Bild 43 zeigt die tatsächliche Schaltung des Drehstromgenerators.

Anders als bei der theoretischen Darstellung mit drei Stromkreisen, wird hier eine Seite aller drei Wicklungen **zusammengeschaltet**.

Dies bezeichnet man als **Sternschaltung**. Der Generator verfügt nun über drei Anschlüsse, die für den Anschluss an den Verbraucher vorgesehen sind:

Außenleiter L1

Außenleiter L2

Außenleiter L3

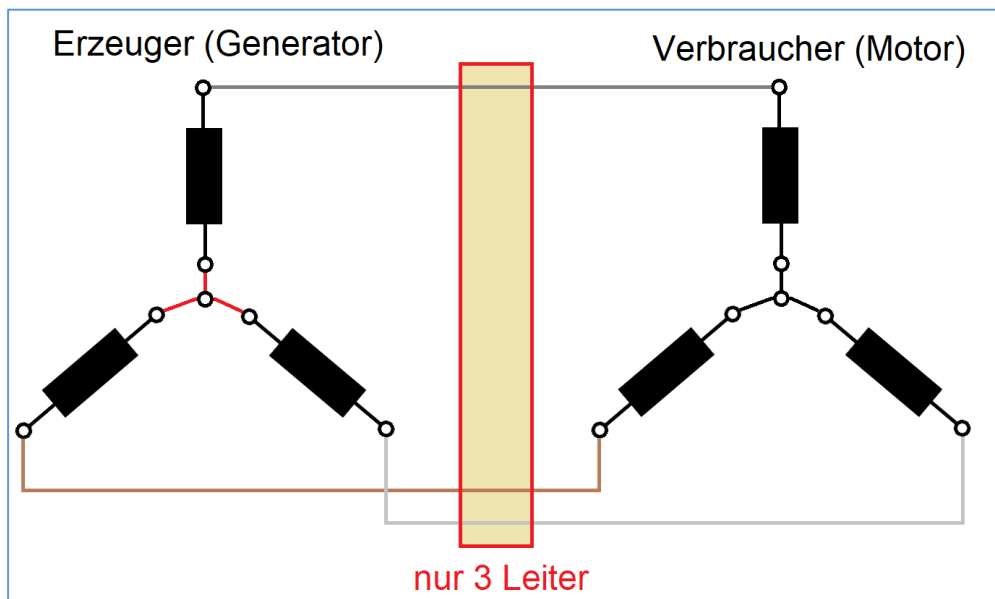


Bild 44

Schließt man nun einen symmetrischen Verbraucher an den Generator an, benötigt man **nur diese drei Leiter** (Bild 44).

Alle stromführenden Leiter bezeichnet man als «**aktive Leiter**».

Für diese Schaltung wählte ich einen **Drehstrommotor** als idealen symmetrischen Verbraucher.

Dieser ist ebenfalls mit einer Sternschaltung ausgestattet, was aber zu vernachlässigen ist. Wichtig ist, dass der Verbrauch **auf allen drei Außenleitern symmetrisch ist**.

Die Kernaussage dieser Schaltung ist, dass der Betrieb eines symmetrischen Verbrauchers, durch den Drehstrom und die sich darin aufhebenden Ströme nur 3 Leiter benötigt. Es ist also kein Rückleiter (Neutralleiter) nötig. Die Ströme heben sich gegenseitig auf.

Der Neutralleiter ist ein weiterer aktiver Leiter, aber dazu gleich mehr.

Mit den zuvor verwendeten drei separaten Stromkreisen wurden insgesamt sechs aktive Leiter benötigt. Durch die Anwendung des Drehstroms können somit **drei Leiter eingespart werden**.

In der Elektroinstallation sind symmetrische Verbraucher jedoch eher selten anzutreffen.

Unsymmetrische Belastung

Da die meisten Verbraucher weder symmetrisch noch für den Betrieb mit Drehstrom ausgelegt sind, gibt es auch für diesen Fall eine entsprechende Lösung.

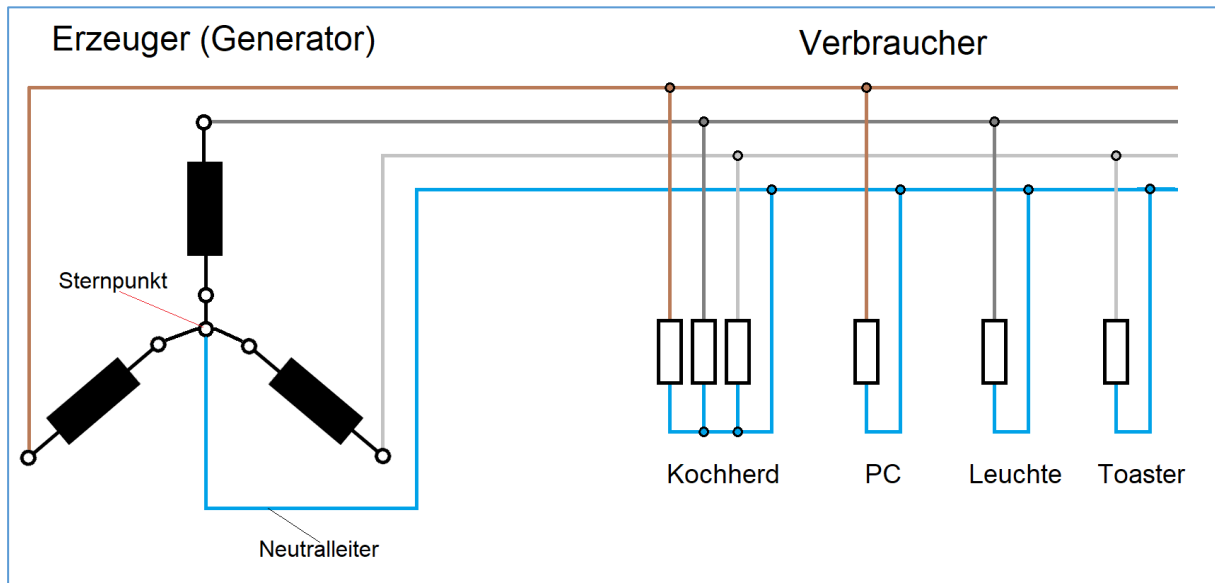


Bild 45

Ein **unsymmetrischer** Verbraucher wie ein Kochherd belastet alle drei Außenleiter **unterschiedlich**.

Für den Betrieb dieses Geräts ist ein **zusätzlicher Leiter** erforderlich, der als **Neutralleiter** bezeichnet wird und stets in der Farbe **Blau** gekennzeichnet sein muss (Bild 45).

Da im Neutralleiter Strom fließt, ist er ein weiterer aktiver Leiter.

Zusätzlich zu den asymmetrischen 400V-Verbrauchern, die zwei oder drei Außenleiter erfordern, gibt es weitere Verbraucher, die aufgrund ihrer geringeren Leistungsaufnahme typischerweise mit nur einem Außenleiter betrieben werden können. Diese Verbraucher fallen in die Kategorie der 230V-Verbraucher.

Der Neutralleiter wird am **Sternpunkt** des Generators angeschlossen.

Bei dieser unsymmetrischen Belastung fließen Ströme im Neutralleiter, um die **Asymmetrie auszugleichen**.

Der Neutralleiter erreicht maximal den Strom des am stärksten belasteten Außenleiters.

Die 6 Stromkreise im Drehstromnetz

Beim Drehstromgenerator sind ganze **6 Stromkreise** zu nutzen. Man unterscheidet hier zwischen 3x230V und 3x400V.

3x230 Volt

Zunächst betrachten wir die drei 230-Volt-Stromkreise. Diese Spannung wird jeweils von einer separaten Spule erzeugt, wodurch drei unabhängige Stromkreise entstehen.

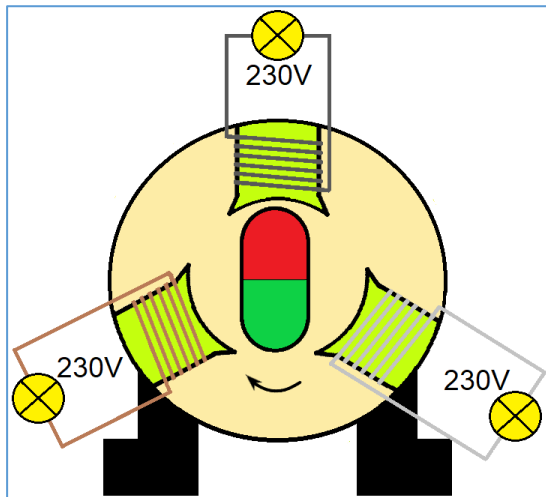


Bild 46

In diesem Fall bräuchte man **6 Leiter**, um drei Verbraucher mit drei Stromkreisen zu betreiben (Einen solchen Generator gibt es nicht, [Bild 46](#) dient nur zur Erklärung).

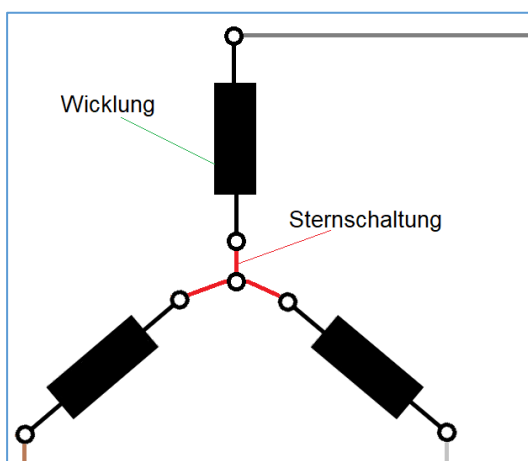


Bild 47

Da es sich um einen Dreiphasenwechselstromgenerator handelt, werden die Enden jeder Spule miteinander verbunden. Dies wird als **Sternschaltung** mit Sternpunkt bezeichnet ([Bild 47](#)).

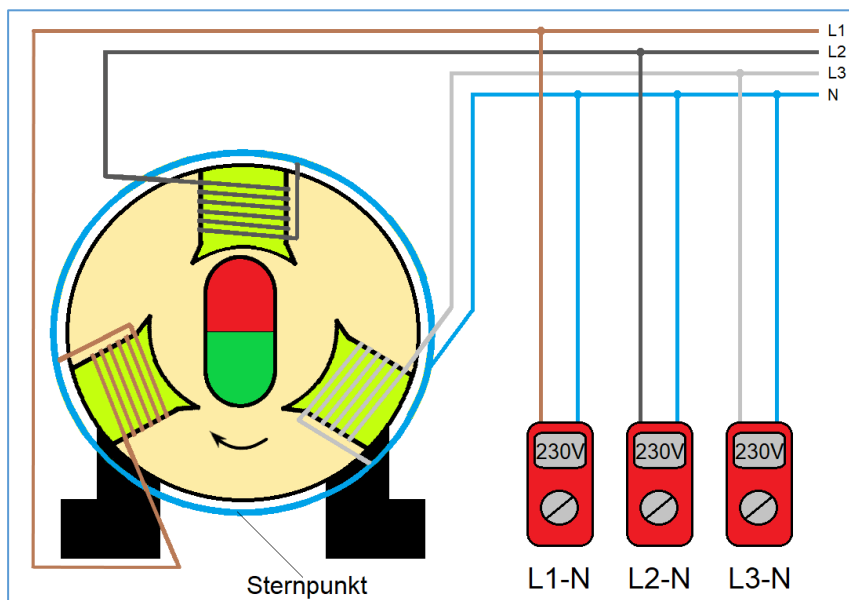


Bild 48

Der Sternpunkt ist auf dieser Zeichnung ([Bild 48](#)) in der Farbe Blau markiert.

Die drei 230V-Stromkreise funktionieren weiterhin wie zuvor, jedoch mit insgesamt nur **vier Leitern**. Dies beinhaltet den erwähnten **Neutralleiter**, der am Sternpunkt angeschlossen wird.

Für die Messung der drei 230V-Stromkreise wird das Voltmeter zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossen.

Durch das Zusammenschalten der drei Spulen im Generator kann Kupfer eingespart werden. Dies ist einer der Vorteile eines Drehstromgenerators.

Strom im Neutralleiter

Was passiert nun mit dem Strom?

Da bei einer üblichen Installation viele verschiedene Verbraucher angeschlossen sind, fließen in den Außenleitern ungleiche Ströme. Es ist daher erforderlich, einen **Ausgleich** sicherzustellen.

Der Neutralleiter gleicht die unsymmetrische Belastung aus, in dem dieser Leiter Strom zum Sternpunkt zurückführt. Man spricht hier vom sogenannten **Ausgleichsstrom**.

Je unsymmetrischer die Belastung ist, je mehr Strom fließt im Neutralleiter.

Der Ausgleichsstrom im Neutralleiter kann durch die zeitlich versetzten Stromkurven maximal so groß werden, wie der größte Strom, der in einem der drei Außenleiter fließen kann.

Der Neutralleiter kann aus diesem Grund den gleichen Querschnitt wie der des Außenleiters aufweisen, ohne überlastet zu werden.

3x400 Volt

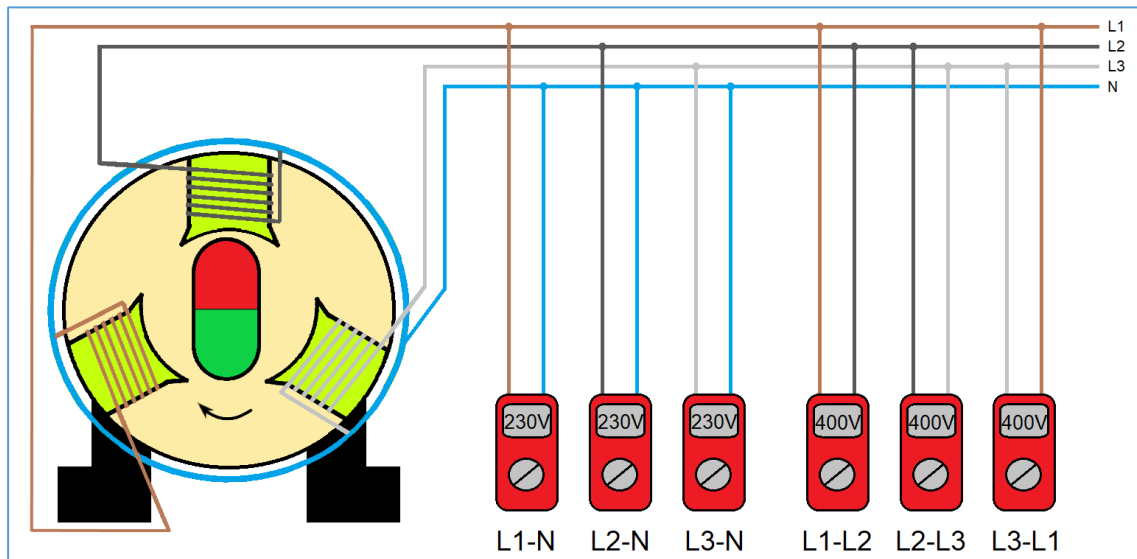


Bild 49

Ein Vorteil des Dreiphasenwechselstroms ist, dass **drei weitere** Stromkreise mit jeweils **400V** zur Verfügung stehen. Dies wird in drei zusätzlichen Voltmeteranzeigen dargestellt (*Bild 49*).

Diese drei Stromkreise sind **ausschließlich zwischen den Außenleitern** zu messen. Die Spannung von 400V entsteht durch Addition von zwei 230V Sinuskurven.

Diese Spannung wird auch verkettete Spannung genannt und kann mit einem Verkettungsfaktor berechnet werden. Dieser Faktor ist $\sqrt{3}$.

$$230\text{V} \times \sqrt{3} = 400\text{V}$$

Zusammenfassung

- Bei symmetrischer Belastung kompensieren sich die Ströme. Dies ist der Fall bei einem Drehstrommotor, dessen Außenleiter denselben Stromverbrauch haben.
- Bei unsymmetrischer Belastung der drei Außenleiter, gleicht der Neutraleiter die ungleiche Belastung aus, indem dieser den Ausgleichsstrom zurück zum Sternpunkt führt.
- Das Drehstromnetz bietet mit 3x230 und 3x400V ganze 6 Stromkreise

Die aktiven Leiter

Leiter welche stromführend sind, gelten als **aktive Leiter**. Dazu zählen alle drei Außenleiter, wie auch der Neutraleiter.

Die drei Außenleiter

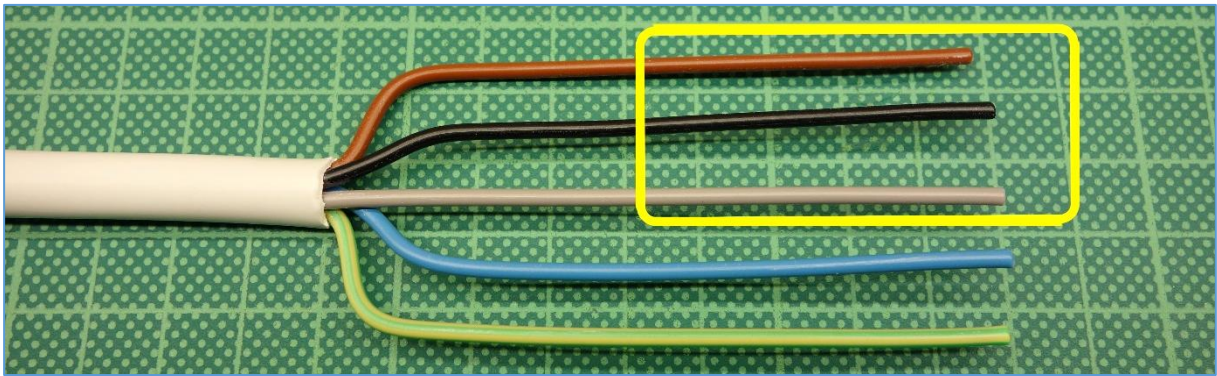


Bild 50

Die Außenleiter **L1**, **L2** und **L3** (Bild 50) sind die Leiter, welche die elektrische Energie zum Verbraucher transportieren.

Beim Verbraucher wird die elektrische Energie in eine **andere Energieform** wie Wärme, Licht oder mechanische Energie usw. umgewandelt.

Der Strom wird also dazu verwendet, Energie zu transportieren. Für den Transport verwenden wir Kupferleitungen.

Der Neutraleiter

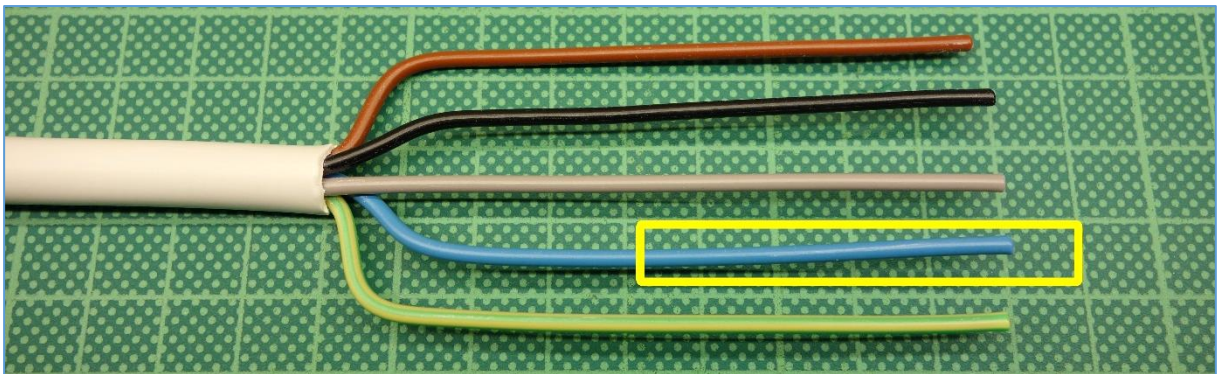


Bild 51

Der Neutraleiter (**N**) hat nun die Aufgabe, die verbrauchte Energie zurück zur Quelle zu führen (Bild 51).

In diesem Leiter fließt ebenfalls Strom, wodurch er als aktiver Leiter klassifiziert wird. Dieser Strom kann gemessen werden.

Was passiert, wenn ich den Neutraleiter berühre?

Achtung: Berühre den Neutraleiter nur nach Beachtung der Sicherheitsregeln ([Kapitel 6](#)). Vorher den Stromkreis abschalten!

Beim Berühren des Neutraleiters bekommt man **keinen Stromschlag**, auch wenn dieser Strom führt, warum?

Die Rückführung vom Stromverbraucher zum Stromerzeuger erfolgt sowohl über die Kupferleitung als auch über das Erdreich.

Das Erdreich ist ein kostenloser Leiter, den wir überall ohne großen Aufwand verwenden können.

So ist das Erdreich folglich **leitend** und darin kann eine elektrische Verbindung über weite Strecken realisiert werden.

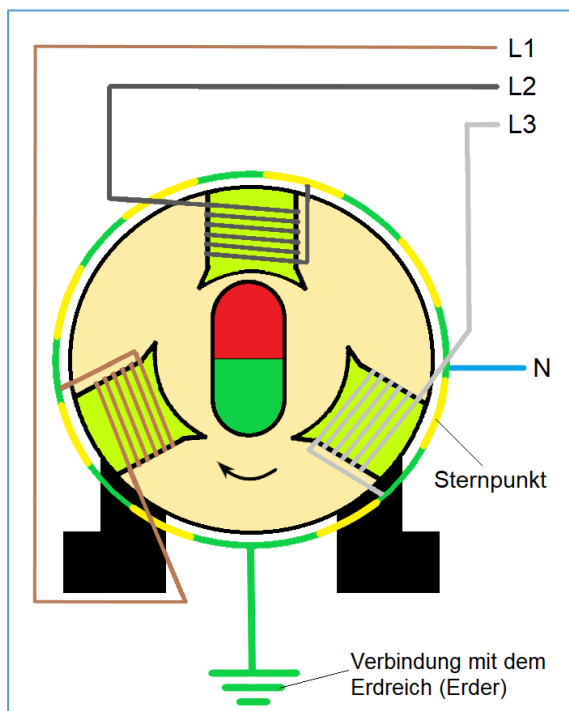


Bild 52

Der Generator wird am **Sternpunkt** mit dem **Neutraleiter** und dem **Erdreich** verbunden ([Bild 52](#)).

Die Verbindung mit dem Erdreich ist also schlicht und einfach eine Verbindung mit dem **Boden**, auf dem wir stehen.

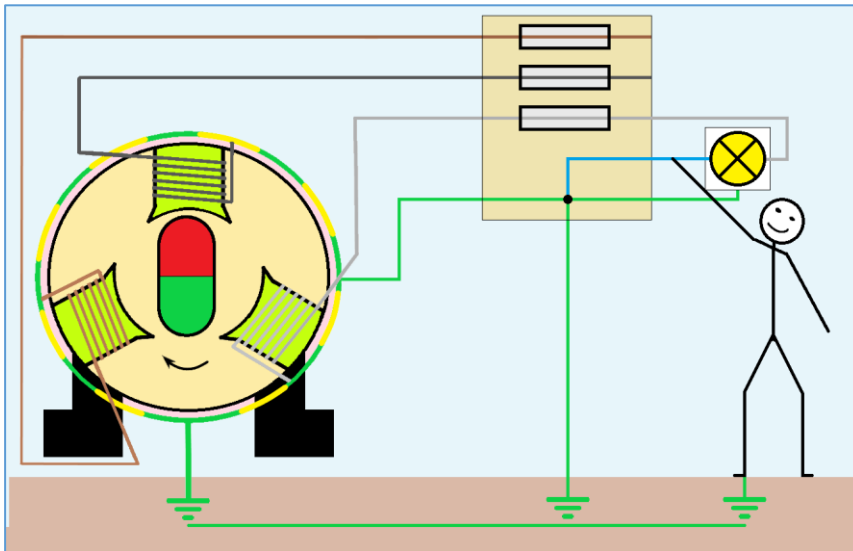


Bild 53

Wenn wir Kontakt mit dem Boden haben, sind wir Teil dieses Stromkreises und somit verbunden mit der Erde und dem Neutralleiter (*Bild 53*).

Hier besteht **kein** «Potentialunterschied», da der Neutralleiter bzw., der Sternpunkt mit der Erde verbunden ist.

Ist kein Potential vorhanden, gibt es auch keine **Spannung**.

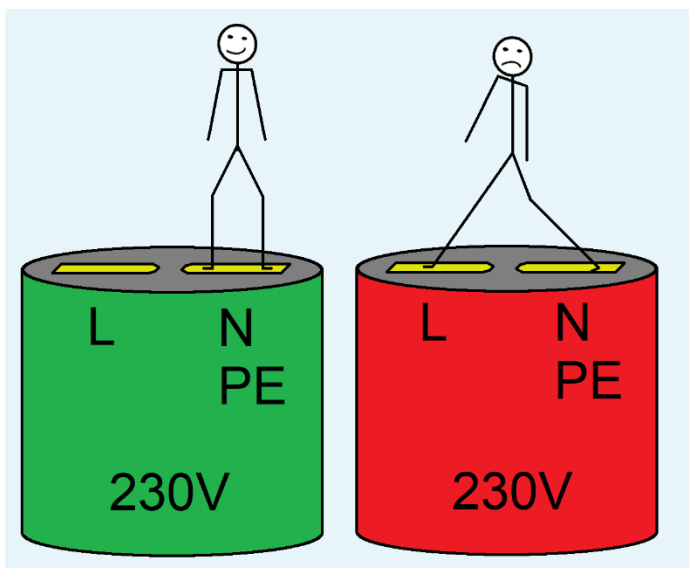


Bild 54

Man kann sich auch einfach eine übergroße Batterie vorstellen (*Bild 54*):

Links steht der Mensch auf dem «**Minuspol**» (**Neutralleiter und Erde**) und kann diesen somit auch berühren, ohne Schaden zu nehmen.

Rechts auf der Zeichnung wird es problematisch, wenn eine Person den Außenleiter (Pluspol) berührt, da dieser ein elektrisches Potential und somit eine Spannung besitzt.

Anders könnte man sagen, wir können nur Schaden nehmen, wenn wir ein Teil des Stromkreises sind und dazwischengeraten, indem wir den Stromkreis schließen und durch die Energie der Stromquelle Schaden nehmen.

Spannung und Stromstärke müssen bestimmte Werte erreichen, um gefährlich zu sein.

Der Schutzleiter

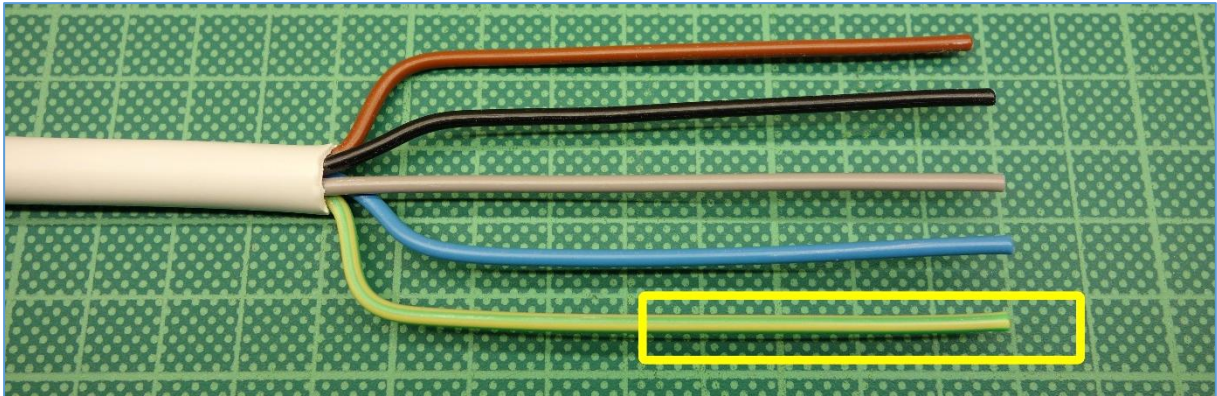


Bild 55

Der **Schutzleiter (PE)** hat die Drahtfarbe gelb-grün und ist **kein** aktiver Leiter, da dieser im Normalbetrieb keinen Strom leitet (Bild 55).

Der Schutzleiter ist wie der Neutraleiter, ebenfalls mit dem Erdreich verbunden.

Man kann sagen, dass Schutz- und Neutraleiter sich in der Ausführung einander ziemlich ähnlich, oder gar identisch sind.

Der Schutzleiter **wird nicht direkt an den Verbraucher angeschlossen** und ist nicht für den Betrieb des Verbrauchers relevant.

Jedoch hat der Schutzleiter eine andere Aufgabe. Dieser wird dazu eingesetzt, um **Strom im Fehlerfall** zurückzuführen.

Er wird zum Zweck der elektrischen **Sicherheit** eingesetzt und hat die Aufgabe, den Strom in einem Fehlerfall so widerstandsarm abzuleiten, dass eine rasche Auslösung der Sicherung herbeigerufen wird. Dazu später mehr.

1.12 Der Installations-Stromkreis

Vom Transformator bis zum Verbraucher

Der Installations-Stromkreis ist der Stromkreis, an den die Hausinstallation angeschlossen wird. Dieser Stromkreis umfasst mehr als nur die Verbindung von der Elektroverteilung bis zum Verbraucher.

Jeder Stromkreis verläuft vom **Transformator bis zum Verbraucher**. Bei Messungen wird die gesamte Leitung bis zum Transformator geprüft.

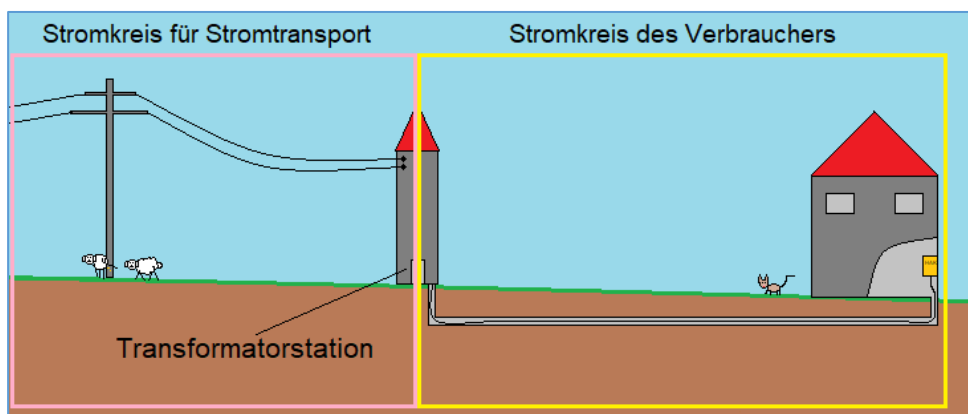


Bild 56

Der Verbraucherstromkreis eines Wohnhauses endet an der ersten Trennstelle im Transformator, der sich in der **Transformatorstation** befindet (Bild 56).

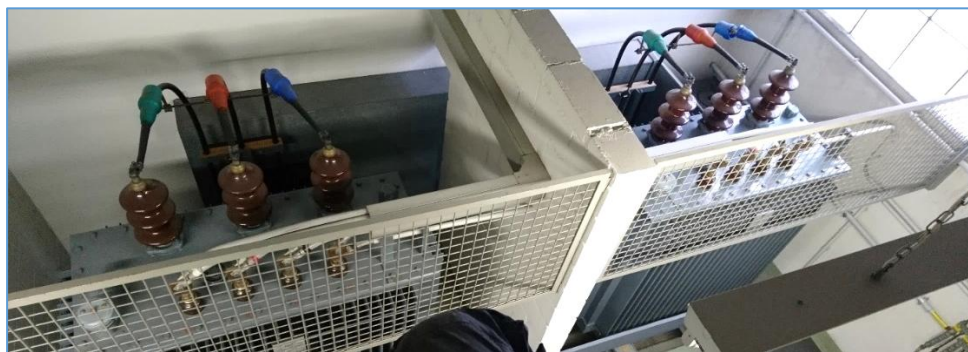


Bild 57

Bild 57 zeigt das Innere einer **Transformatorstation** mit zwei Transformatoren. Die Primärseite beider Transformatoren ist anhand der braunen Isolatoren deutlich erkennbar.

Auf der Primärseite wird der Strom mit der hohen, für den Transport geeigneten Spannung eingespeist.

Weiter vorne am Gitter ist die Sekundärseite mit dem 230V/400V Ausgang zum Verbraucher.

Transport- und Verbraucherstromkreis

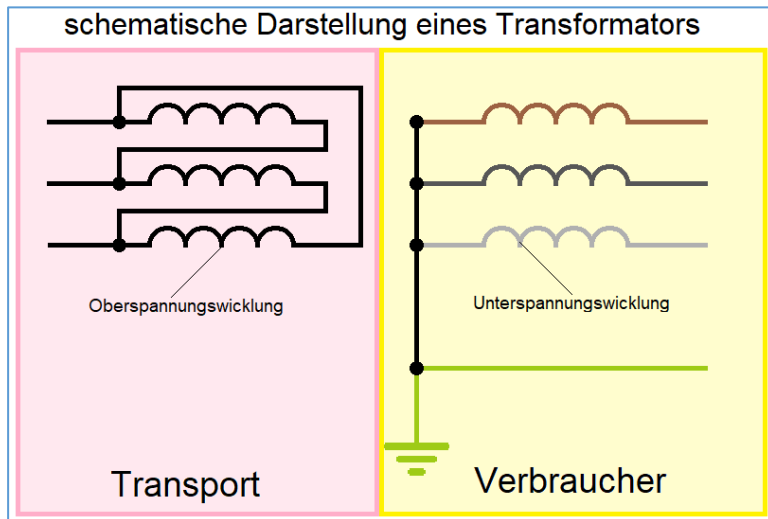


Bild 58

Die Zeichnung des Transformators zeigt in Rosa die sogenannte **Primärseite** des Transformators und in Gelb die **Sekundärseite** (Bild 58).

Die elektrische Energie wird im Transformator zwar weitergegeben, jedoch sind die Leiter **nicht fest verbunden**. Hier handelt es sich also um zwei verschiedene Stromkreise.

Man unterscheidet zwischen **Transport- und Verbraucherstromkreis**.

Die Primär- und Sekundärseiten des Transformators unterscheiden sich grob gesagt durch verschiedene Wicklungen (jeweils eine pro Außenleiter).

Diese Wicklungen werden auch Oberspannungs- und Unterspannungswicklungen genannt. Wicklungen bestehen aus aufgewickeltem Kupferdraht auf einem Magnetkern.

Um nun die Spannung hoch- oder runter- zu transformieren, braucht es pro Seite unterschiedliche Wicklungen, genauer gesagt eine unterschiedliche Anzahl Windungen.



Bild 59

Das Prinzip der unterschiedlichen Windungszahl ist dasselbe wie bei meinem [Experiment Stromerzeugung durch Induktion](#) (Bild 59).

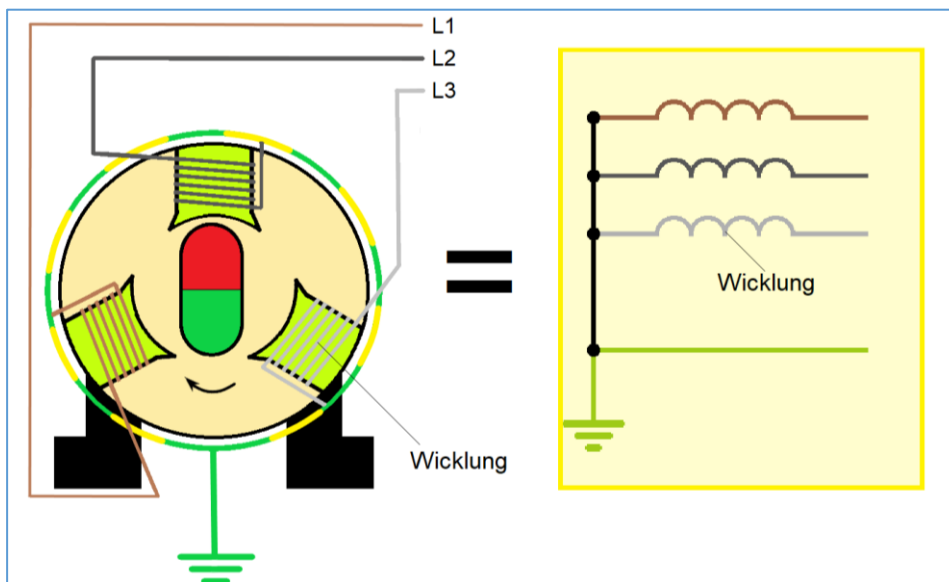


Bild 60

Man kann sich auch einen Generator vorstellen und den Transportstromkreis weglassen (Bild 60).

Dieser ist auch wie die Sekundärseite des Transformators mit einer Sternschaltung ausgestattet.

Auch die **Wicklungen** sind wie beim Transformator identisch in der schematischen Darstellung.

Ein Generator scheint passender, da der Strom letztendlich von einem Generator erzeugt wird und der Transformator hauptsächlich für den Stromtransport verwendet wird.

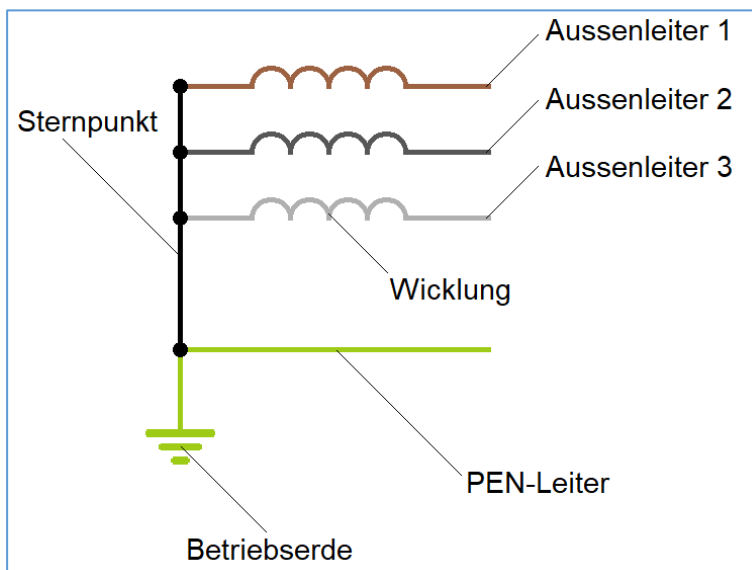


Bild 61

Der Installations-Stromkreis

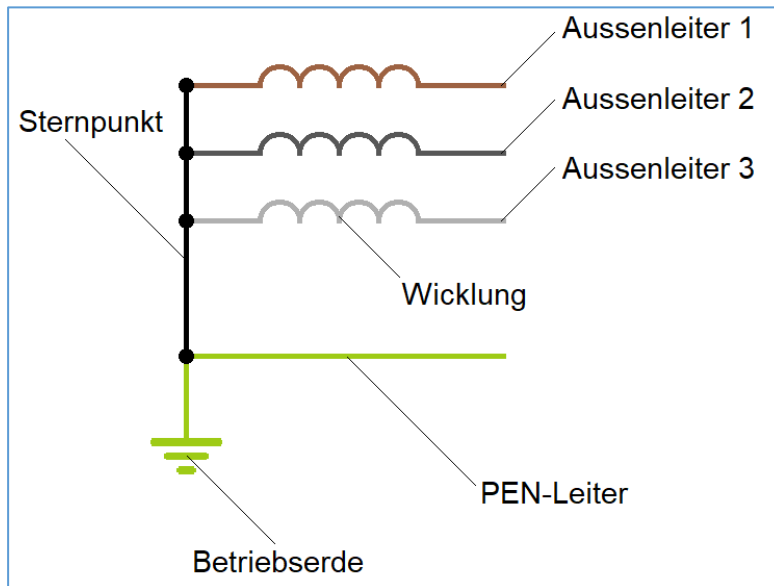


Bild 62

Der Stromkreis der Hausinstallation beginnt auf der **Sekundärseite** des Transformators (Bild 61, 62).

Zusätzlich zu den bereits bekannten Begriffen wie Wicklungen, Sternpunkt und Außenleiter kommen die Begriffe **Betriebserde** und **PEN-Leiter** hinzu.

Der Transformator wird am Sternpunkt mit der Erde durch einen sogenannten **Betriebserder** verbunden.

Hier wird eine Verbindung mit dem Erdbereich hergestellt, die einen geringen Widerstand aufweist, beispielsweise durch die Verwendung eines oder mehrerer **Staberder**. Ein Staberder ist ein Stahlmetallstab, der ins Erdbreich geschlagen wird.

Der **PEN-Leiter** hat dieselbe Aufgabe wie die Betriebserde.

Dieser ist ebenfalls am Sternpunkt des Stromerzeugers angeschlossen. Der Unterschied ist, dass der PEN-Leiter **durchgehend aus einer Kupferleitung** besteht.

Diese drei Außenleiter (L1, L2, L3) und der PEN-Leiter führen vom Transformator in einem Kabel bis zum Verbraucher (z.B. Wohnhaus).

Im Gebäude wird das Kabel im Hausanschlusskasten angeschlossen.

Der Hausanschlusskasten

Der Hausanschlusskasten ist die **Übergabestelle** vom Netzbetreiber zum Verbraucher.

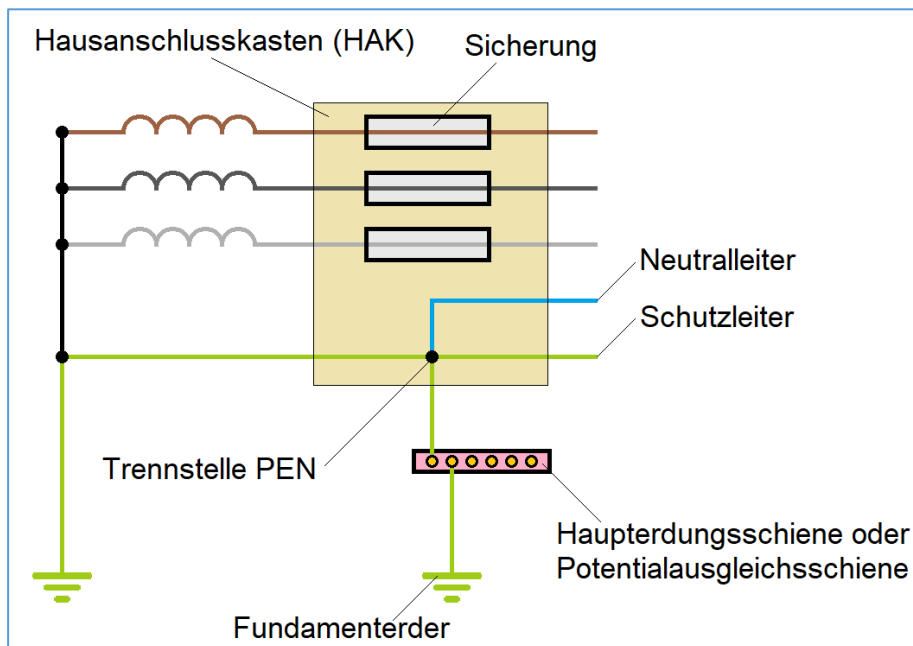


Bild 63

Das gelb markierte Feld stellt den **Hausanschlusskasten (HAK)** inklusive aller internen Komponenten dar (Bild 63).

Zu Beginn wird jeder der drei Außenleiter, die vom Transformator stammen, an ein **Sicherungselement** angeschlossen. Dies stellt den ersten Ort im Gebäude dar, an dem der Stromkreis abgesichert wird.

Weiter unten auf der Zeichnung befindet sich die **Trennstelle**, an der der **PEN-Leiter aufgeteilt wird**.

Aus dem PEN-Leiter werden nun **Neutralleiter** und **Schutzleiter**, die für die Elektroinstallation erforderlich sind und, wie bereits erläutert, unterschiedliche Funktionen erfüllen.

Der PEN-Leiter verläuft vom Transformator bis zum Hausanschlusskasten, wo er in Neutral- und Schutzleiter aufgeteilt wird. Dieses System nennt man **TN-C**.

Das **TN-C** System wird hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen eingesetzt (Kupfereinsparung).

Ausgeschrieben wird es französisch «Terre Neutre Combiné». Das bedeutet so viel wie Erde und Neutral kombiniert.

Sind Neutral- und Schutzleiter separat geführt, wie nach dem HAK, nennt man das ein **TN-S** System. Auch wieder französisch «Terre Neutre Séparé». Das bedeutet so viel wie Erde und Neutral getrennt.

Der Hausanschluss in der Praxis

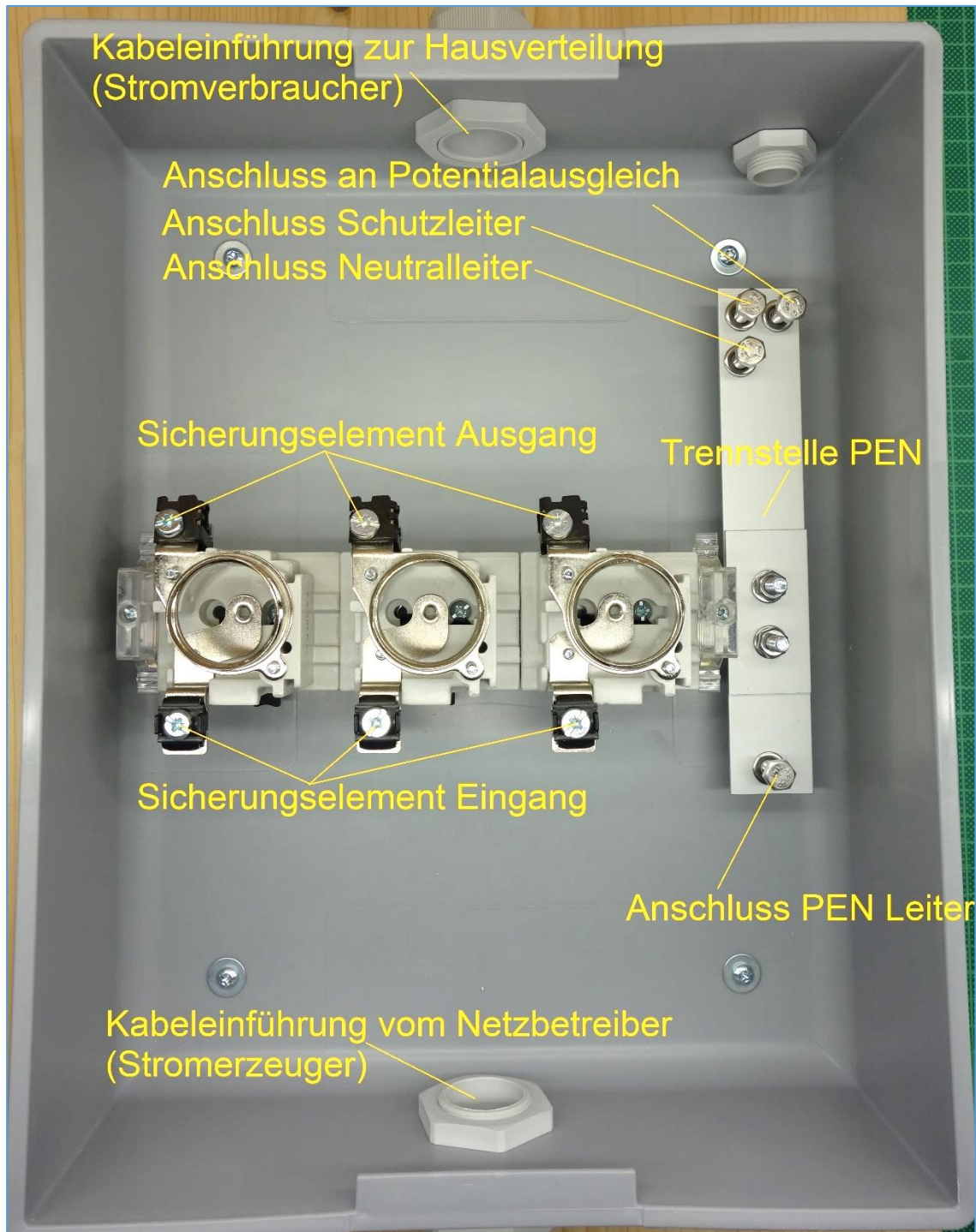


Bild 64

Das Innere eines Hausanschlusskastens präsentiert sich in einer sehr einfachen Struktur. Der Aufbau ist klar und übersichtlich gestaltet (*Bild 64*).

In der Mitte des Kastens sind **drei Sicherungselemente** für Schraubsicherungen der Baugröße D3 (DIII), die Schraubsicherungen von 35A bis 63A aufnehmen kann. An diese werden die drei Außenleiter angeschlossen.

Ein Sicherungselement macht nichts anderes, als die Leitung **aufzutrennen**.

Mit dem Einsetzen der Sicherung wird der Stromkreis wieder geschlossen. Der elektrische Strom fließt nun durch die eingesetzte Sicherung, wodurch die Leitung von diesem Punkt an geschützt ist.

Anstelle von Schraubsicherungselementen, werden auch oft NH-Sicherungselemente im Hausanschlusskasten verwendet. Diese sind in der Lage, auch größere Ströme abzusichern, dürfen aber nicht von Laien bedient werden.

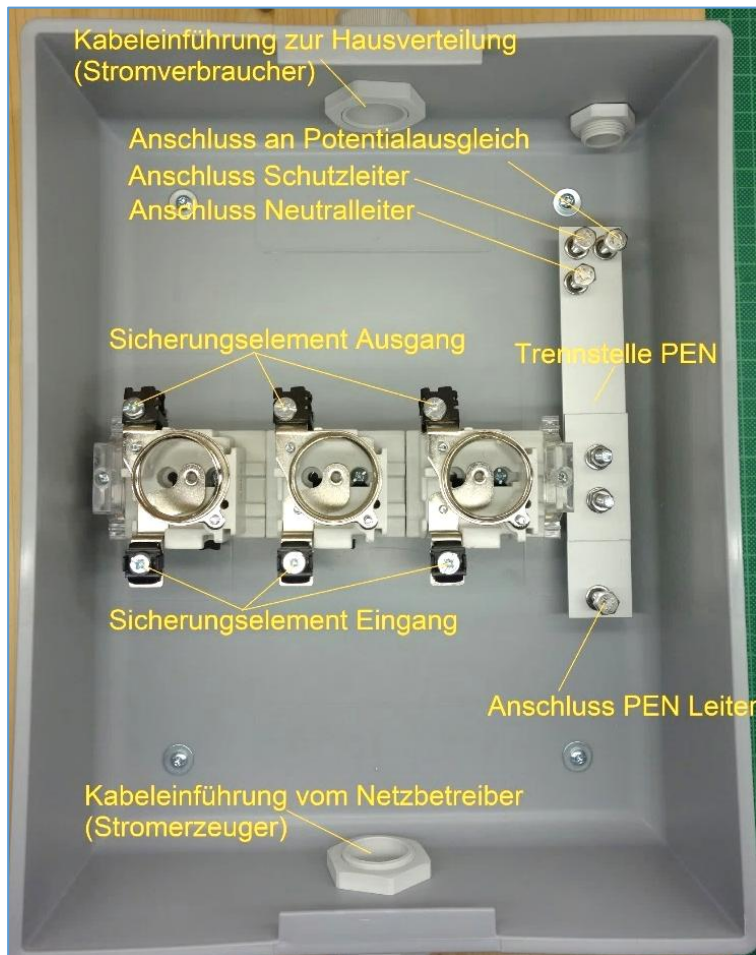


Bild 65

Rechts befindet sich die **Trennstelle**, die mit den Schrauben für die Anschlüsse ausgestattet ist. Diese ist vollständig verbunden ([Bild 65](#)).

Die beiden Schrauben in der Mitte der Schiene können gelöst werden, um das Verbindungselement, welches als Neutralleitertrenner bezeichnet wird, zu entfernen. Nach dem Öffnen ist der PEN-Anschluss von den übrigen Anschlüssen getrennt.

Diese Trennung darf nur in stromlosem Zustand durchgeführt werden und dient zu Messzwecken. Wird der Neutralleitertrenner unter Strom geöffnet, können verheerende Schäden an der Elektrik bzw. der Elektronik die Folge sein.

Anschluss eingangsseitig

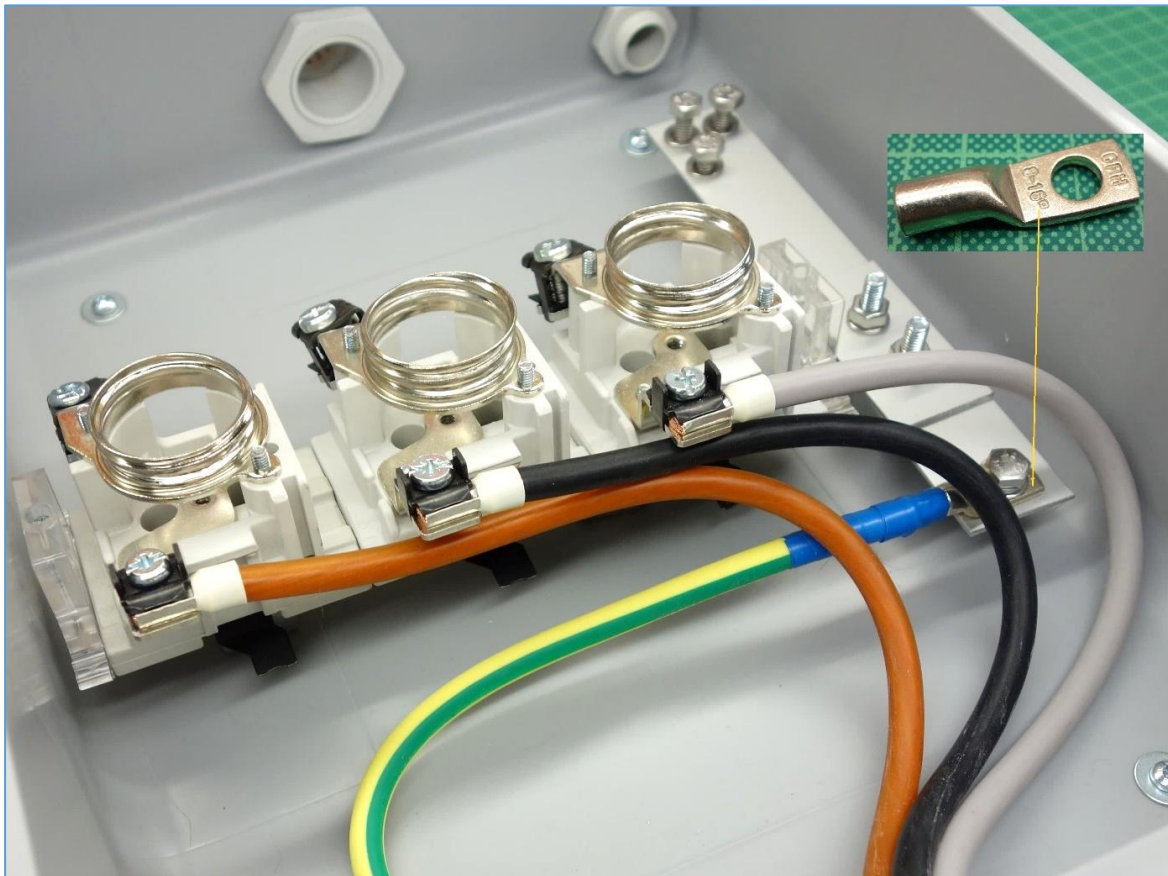


Bild 66

Nachdem der Netzbetreiber die Zuleitung angeschlossen hat, sieht es folgendermaßen aus ([Bild 66](#)).

Der PEN-Leiter (gelb-grün) wurde mithilfe eines Kabelschuhs an die Schiene angeschlossen.

Kabelschuhe werden mit dem Kupfer eines Kabels verpresst und verfügen über eine Öse. Sie werden verwendet, wenn eine Verbindung zu einer Schraube hergestellt werden muss.

Als PEN-Leiter wird immer der gelb-grüne Schutzleiterdraht verwendet. Dieser muss zusätzlich an den Enden der Leitung **blau gekennzeichnet sein**.

So kann dieser unmissverständlich als solcher (PEN) erkannt werden. Blau ist die Farbe des Neutalleiters und so wird verständlich gemacht, dass sowohl Schutz- als auch Neutalleiter in diesem Leiter kombiniert sind.

Die drei Außenleiter (**L1, L2, L3**) werden auf der Eingangsseite des Sicherungselements angeschlossen.

Da es sich um ein flexibles Litzenkabel handelt, ist es erforderlich, die abisolierten Enden mit einer Aderendhülse zu versehen, um einen sicheren und sauberen Kontakt des Drahtes zu gewährleisten.

Anschluss ausgangsseitig

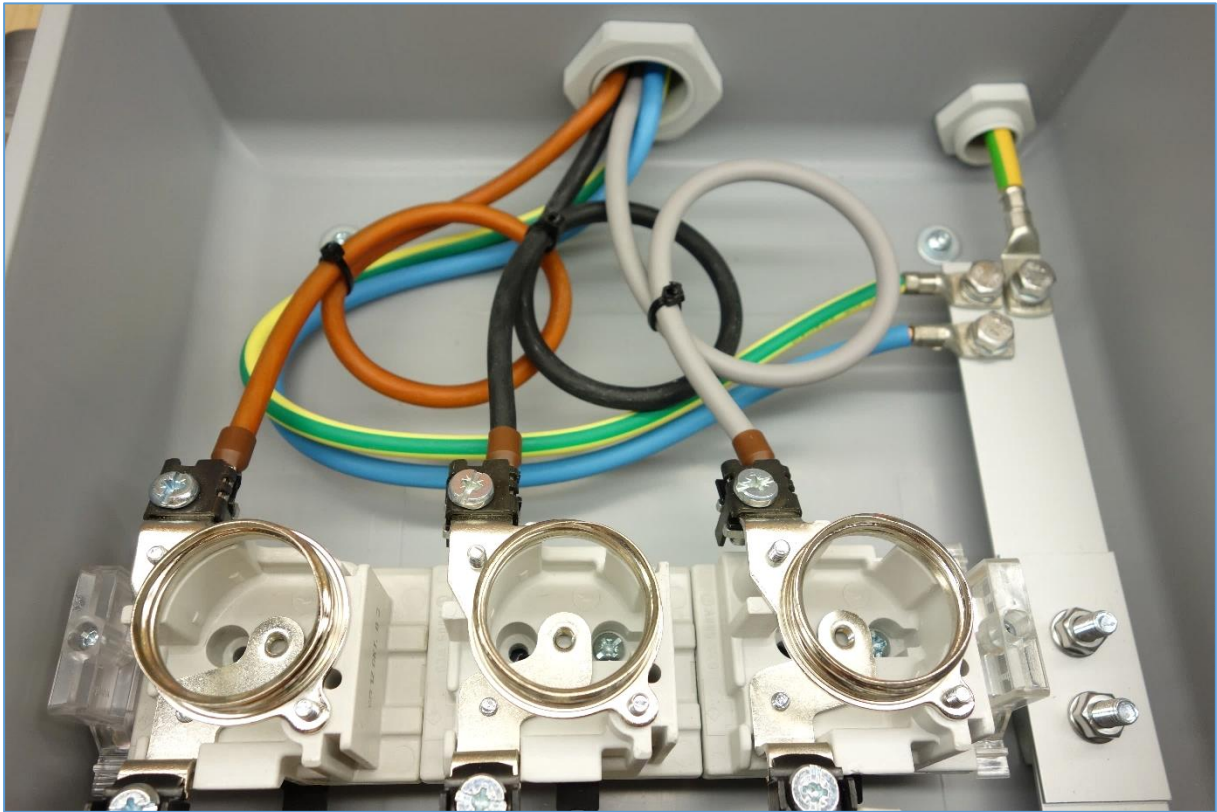


Bild 67

Die Installation auf der Verbraucherseite wird von dem beauftragten Elektriker durchgeführt (*Bild 67*).

Die drei Außenleiter werden erneut an das Sicherungselement angeschlossen, diesmal auf der Ausgangsseite.

Wie nun ersichtlich ist, handelt es sich bei diesem Kabel um ein **fünfadriges Kabel**, da beim Verbraucher die Schutz- und Neutralleiter getrennt installiert werden.

Der obere rechte Anschluss verbindet den Hauptpotentialausgleich des Hauses mit der Fundamenterdung. Mehr dazu später.

Der Hausanschlusskasten darf ausschließlich von einem zugelassenen Fachmann (Netzbetreiber) geöffnet werden. Nach der Installation wird der Hausanschlusskasten versiegelt, um unerlaubte Entnahmen von Strom zu verhindern.

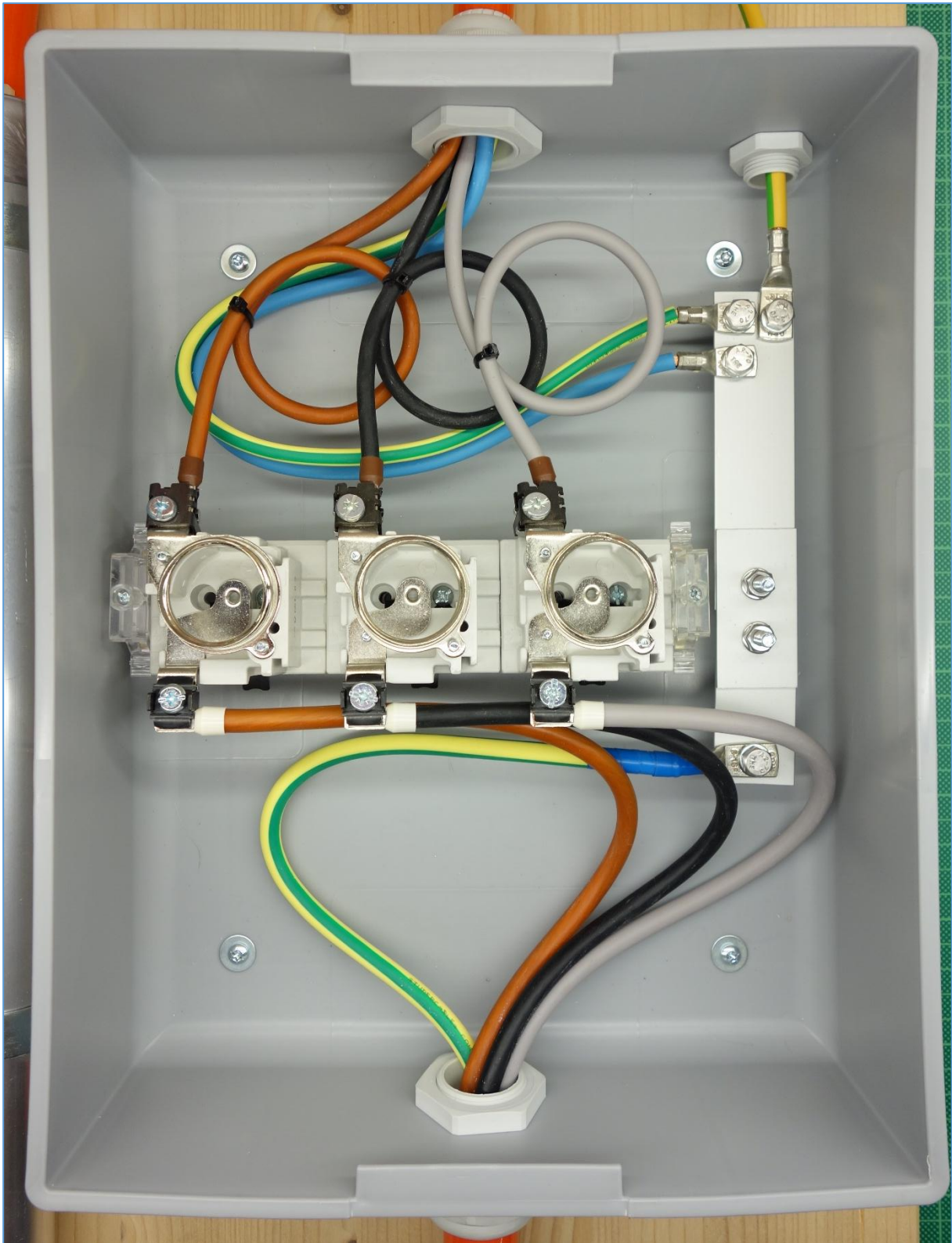


Bild 68

Sobald alles sicher und sauber angeschlossen ist (*Bild 68*), können die inneren Abdeckungen angebracht werden, die den Berührungsschutz gewährleisten.

Nachdem die Installation betriebsbereit ist, müssen die entsprechenden Passschrauben und Sicherungen eingesetzt sowie die äußere Abdeckung geschlossen werden.

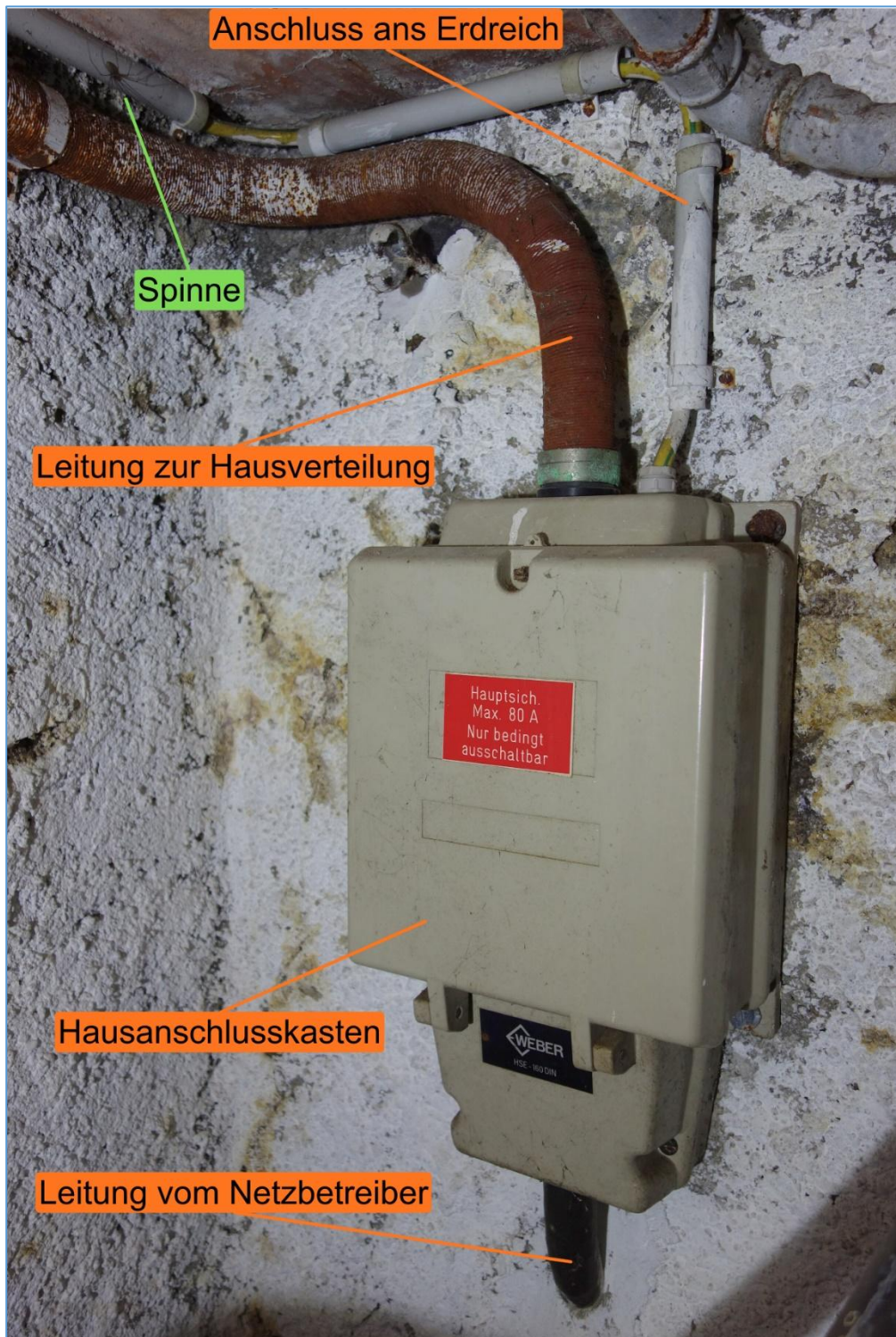


Bild 69

Dies ist ein Beispiel für einen Hausanschlusskasten, wie er in einem Wohnhaus vorkommen könnte (Bild 69).

Dieses Modell stammt aus einer früheren Zeit, als die Verbindung zum Erdreich mittels Wasserleitung hergestellt wurde.

Achtung: Diese veraltete Art der Erdung sollte schnellstmöglich geändert werden!

Heute wird der Hausanschlusskasten mit der sogenannten Fundamenterdung verbunden.

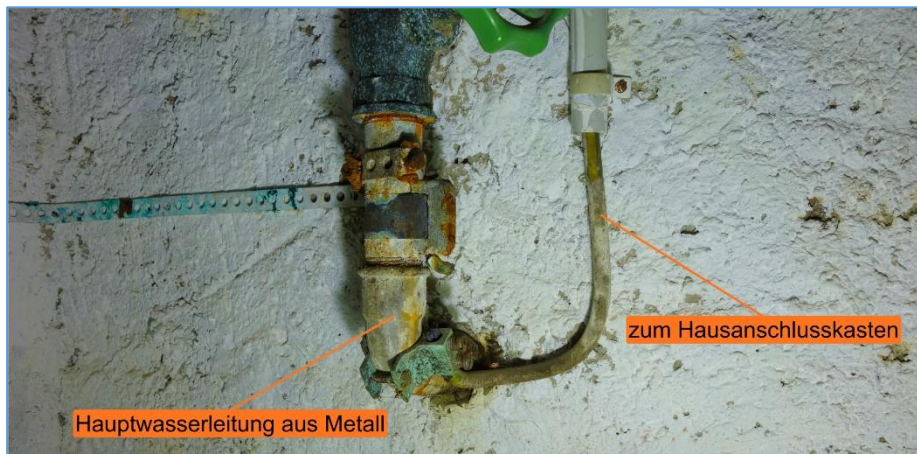


Bild 70

Die bestehenden Wasserleitungen bestehen aus Metall und sind daher leitfähig. Die Verbindung zwischen Wasserrohr und Kabel wird mittels einer speziellen Rohrschelle hergestellt (Bild 70).

Im Zuge der laufenden Sanierungen werden alte Wasserleitungen immer mehr durch Kunststoffrohrleitungen ersetzt.

In diesem Fall muss eine andere Lösung gefunden werden, um eine neue Verbindung mit dem Erdreich herzustellen.

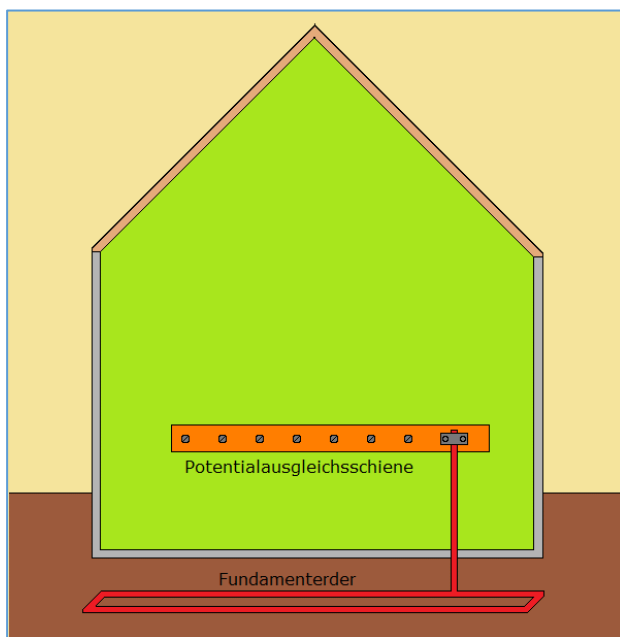


Bild 71

Beim Bau eines neuen Hauses wird die Verbindung mit dem Erdreich durch eine sogenannte **Fundamenterdung** hergestellt. Hierbei wird Flachstahl mit einem bestimmten Querschnitt im Fundament unter den Außenmauern in den Beton eingelegt und mit der Armierung verbunden (Bild 71).

So wird eine widerstandsarme (niederohmige) Verbindung mit dem Erdreich hergestellt.

Verbindung zwischen PEN und Potentialausgleich

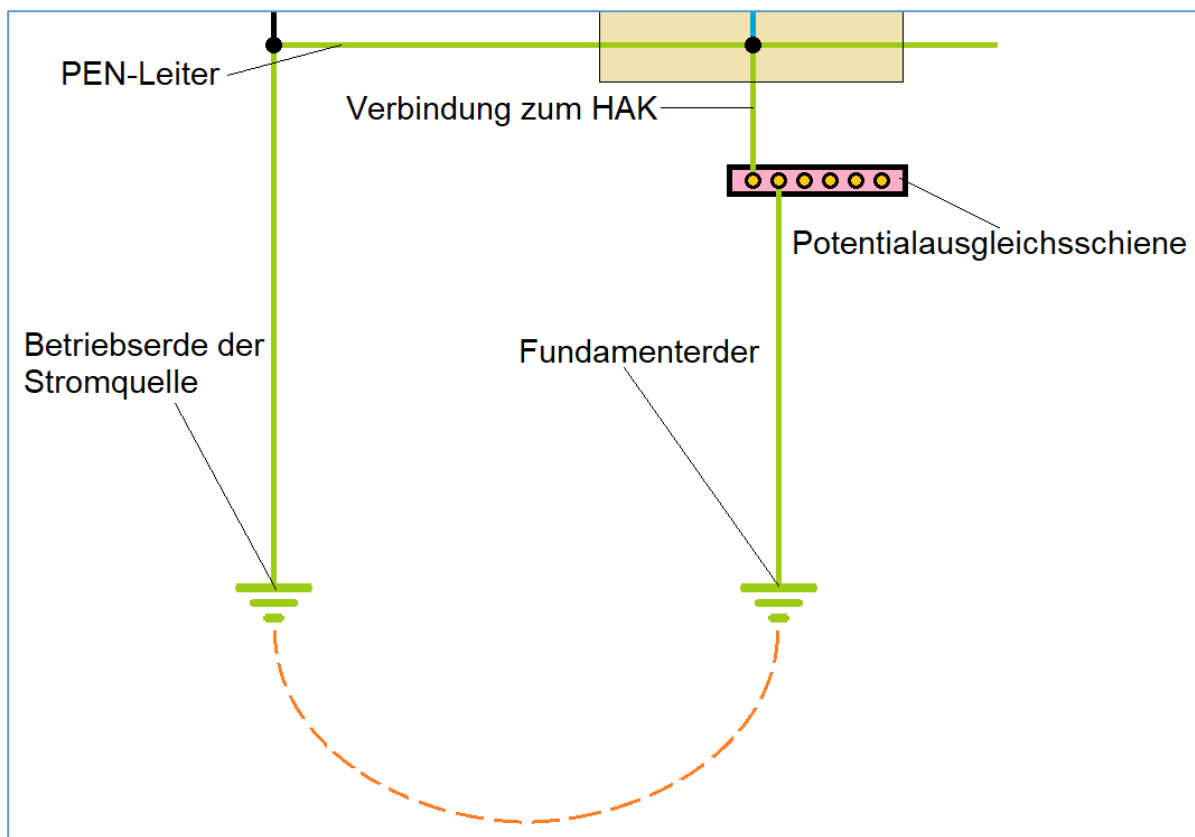


Bild 72

Wie bereits erläutert, werden bei dieser Installation **zwei** Verbindungen vom Stromerzeuger zum Verbraucher hergestellt (Bild 72).

Die erste Verbindung ist der PEN-Leiter, der fest mit einem Leiter verbunden ist und die andere «Verbindung» wird über das Erdreich hergestellt.

Der elektrische Strom folgt stets dem Weg des geringsten Widerstandes, weshalb es möglich ist, dass bestimmte Ströme durch das Erdreich fließen, um den Stromkreis zu schließen.

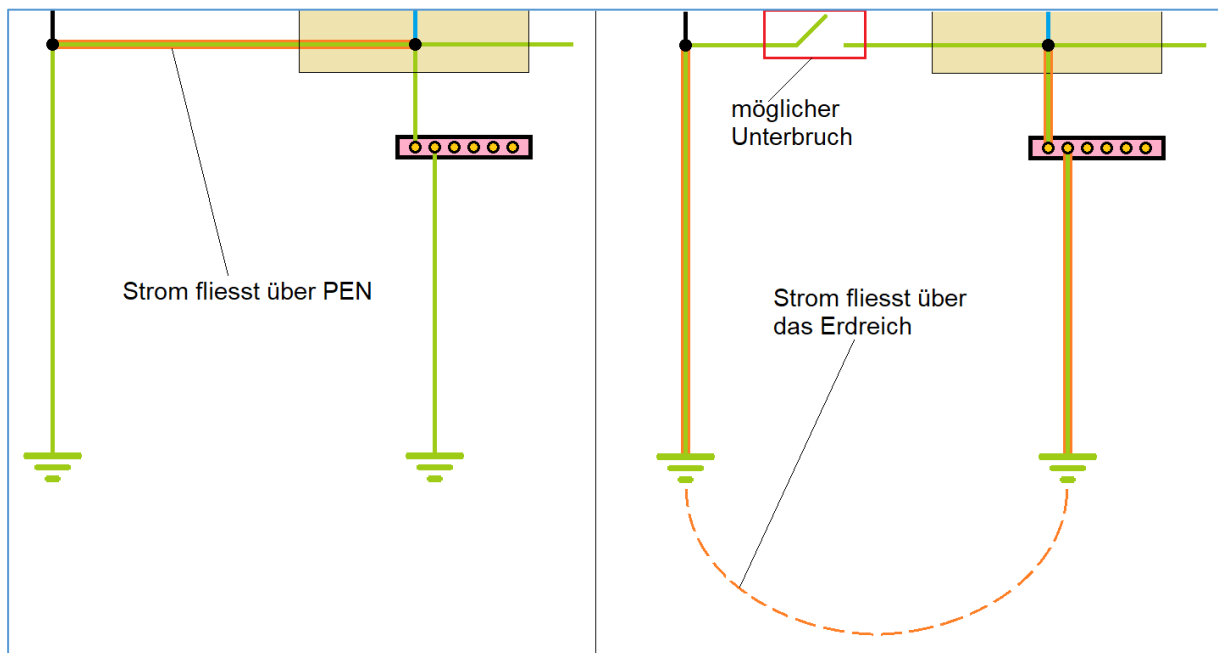


Bild 73

Ein weiterer wichtiger Grund für die Verbindung mit dem Erdreich ist der mögliche **Ausfall des PEN-Leiters**. Sollte dieser ausfallen, könnte dies zu erheblichen Schäden an der Installation und der Elektronik führen.

Durch die zusätzliche Erdverbindung wird der Stromkreis über das Erdreich geschlossen, wodurch schwerwiegendere Folgen verhindert werden können (*Bild 73*).

Stromzähler, Sicherung und Verbraucher

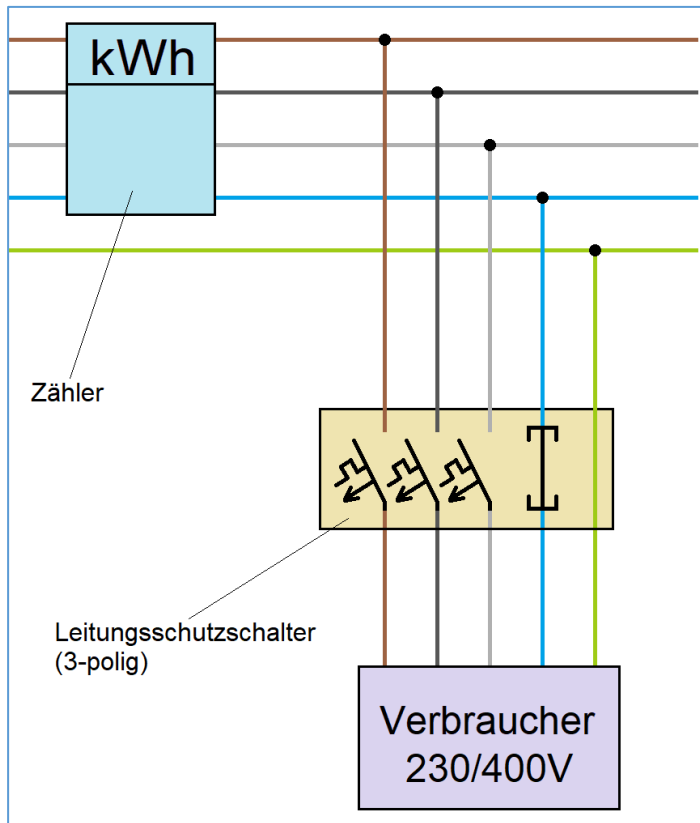


Bild 74

Weiter geht es mit dem letzten Teil des Installations-Stromkreises. Vom zuvor gezeigten Hausanschlusskasten führt die Leitung nun über den Stromzähler.

Dies bedeutet, dass alle Geräte, die nach dem Stromzähler angeschlossen werden, erfasst und abgerechnet werden.

Der Stromzähler ist in der Regel an der Hauptverteilung angebracht. Folglich befindet sich alles, was in dieser Zeichnung dargestellt ist, ebenfalls innerhalb der Elektroverteilung (Sicherungskasten) ([Bild 74](#)).

Nachdem der Strom gemessen wurde, kann er dem Verbraucher zugeführt werden. Vorher muss jedoch ein Leitungsschutzschalter als Sicherung sicherstellen, dass im Falle eines Fehlers keine Schäden entstehen.

Übersicht und praktisches Beispiel

Bild 75 veranschaulicht den vollständigen Installations-Stromkreis, auf den ich in späteren Erklärungen zur Verdeutlichung immer wieder zurückgreifen werde.

Begonnen beim **Transformator**, führt eine **4-adrige Leitung** ins Haus zum **Hausanschlusskasten**.

Hier wird das 4-adrige Kabel mit dem PEN-Leiter zu einem **5-adrigen Kabel** mit Schutz- und Neutraleiter aufgeteilt.

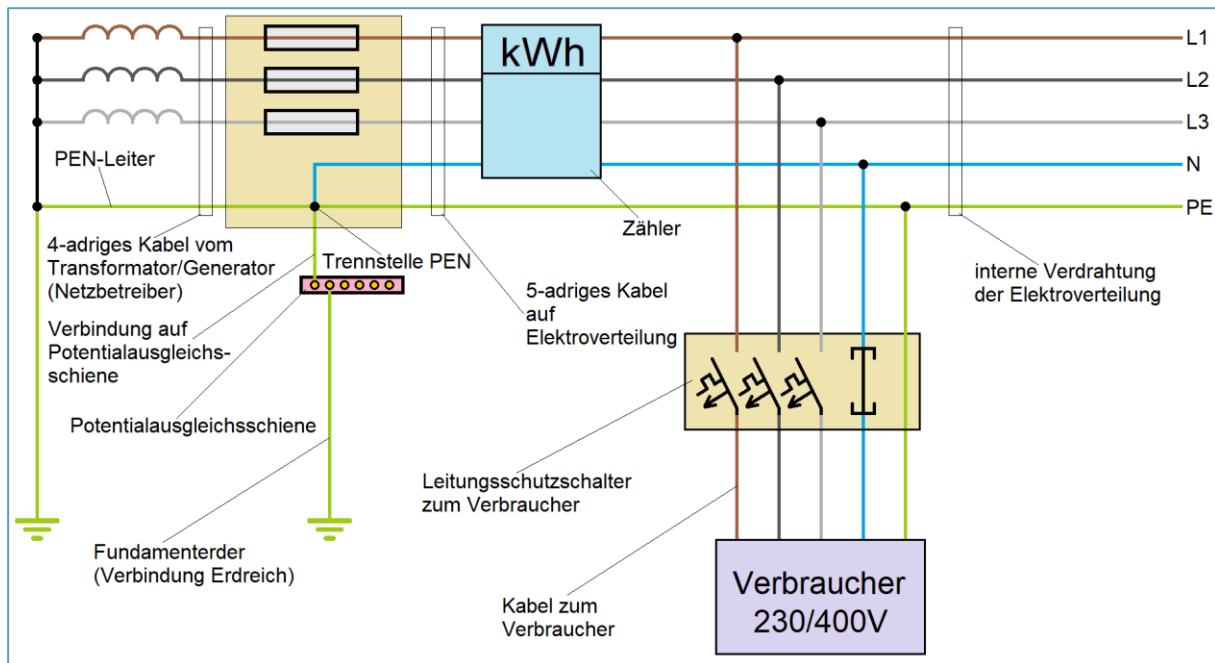


Bild 75

Gleichzeitig wird der Hausanschlusskasten mit dem **Potentialausgleich** verbunden, der Kontakt mit dem Erdreich über den **Fundamenterder** herstellt und somit auch eine zusätzliche Verbindung zur Stromquelle.

Vom Hausanschlusskasten führt die 5-adrige Leitung nun auf die **Elektroverteilung** über den **Stromzähler**.

Danach kann der Strom dem Verbraucher zur Verfügung gestellt werden, wenn dieser zuvor über die nötige Schutzeinrichtung (**Leitungsschutzschalter**) geführt wurde.

Die nächste Seite zeigt ein Bild mit der vollständigen Übersicht von der Stromerzeugung bis hin zum Installationsstromkreis.

Übersicht Stromerzeugung, Stromtransport und Installationsstromkreis

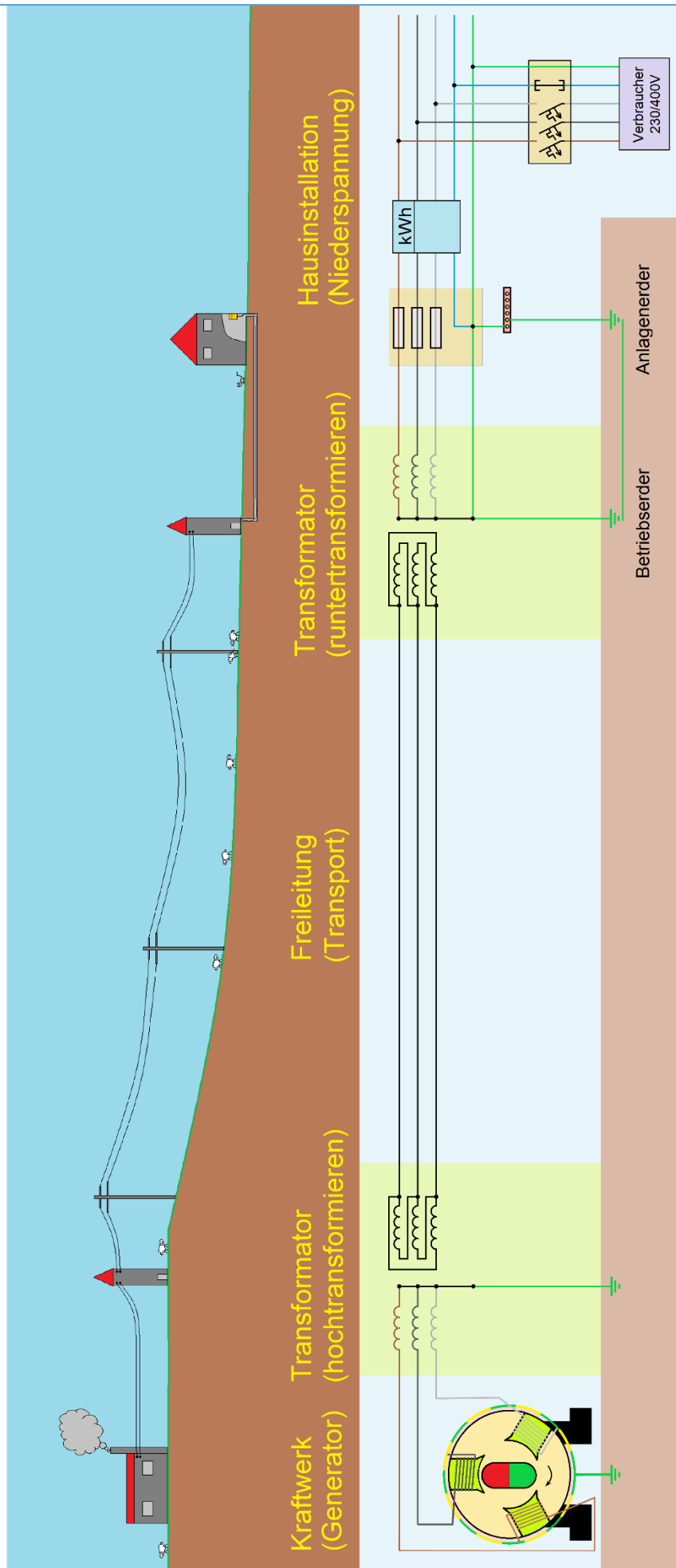




Bild 76

Die [Bilder 77 und 78](#) auf der folgenden Seite zeigen die theoretische sowie praktische Umsetzung der beschriebenen Installation. Diese wurde in einer Werkstatt vorbereitet.

Um diesen **Installation-Stromkreis** zu erklären, musste ich etwas vorgreifen. Wie diese Hauptverteilung und der Rest der Installation entstehen, wird später erläutert.

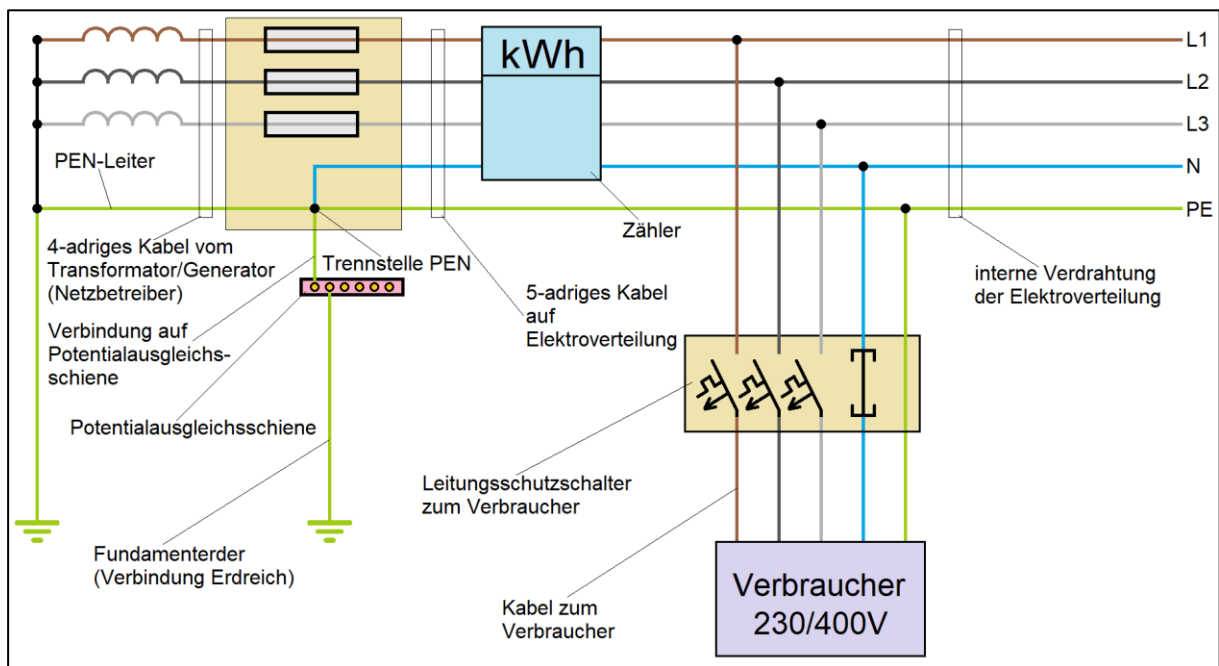


Bild 77

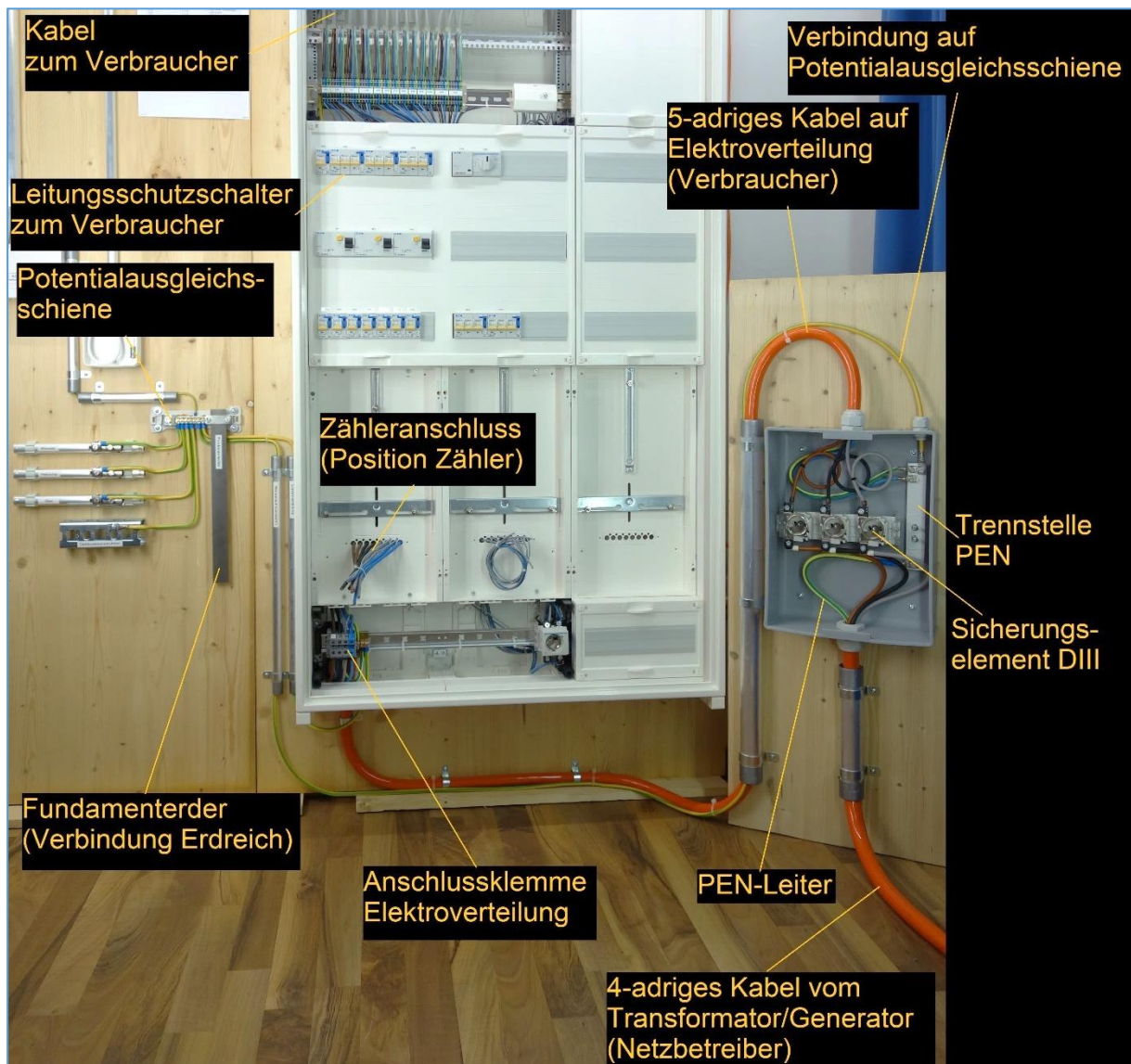
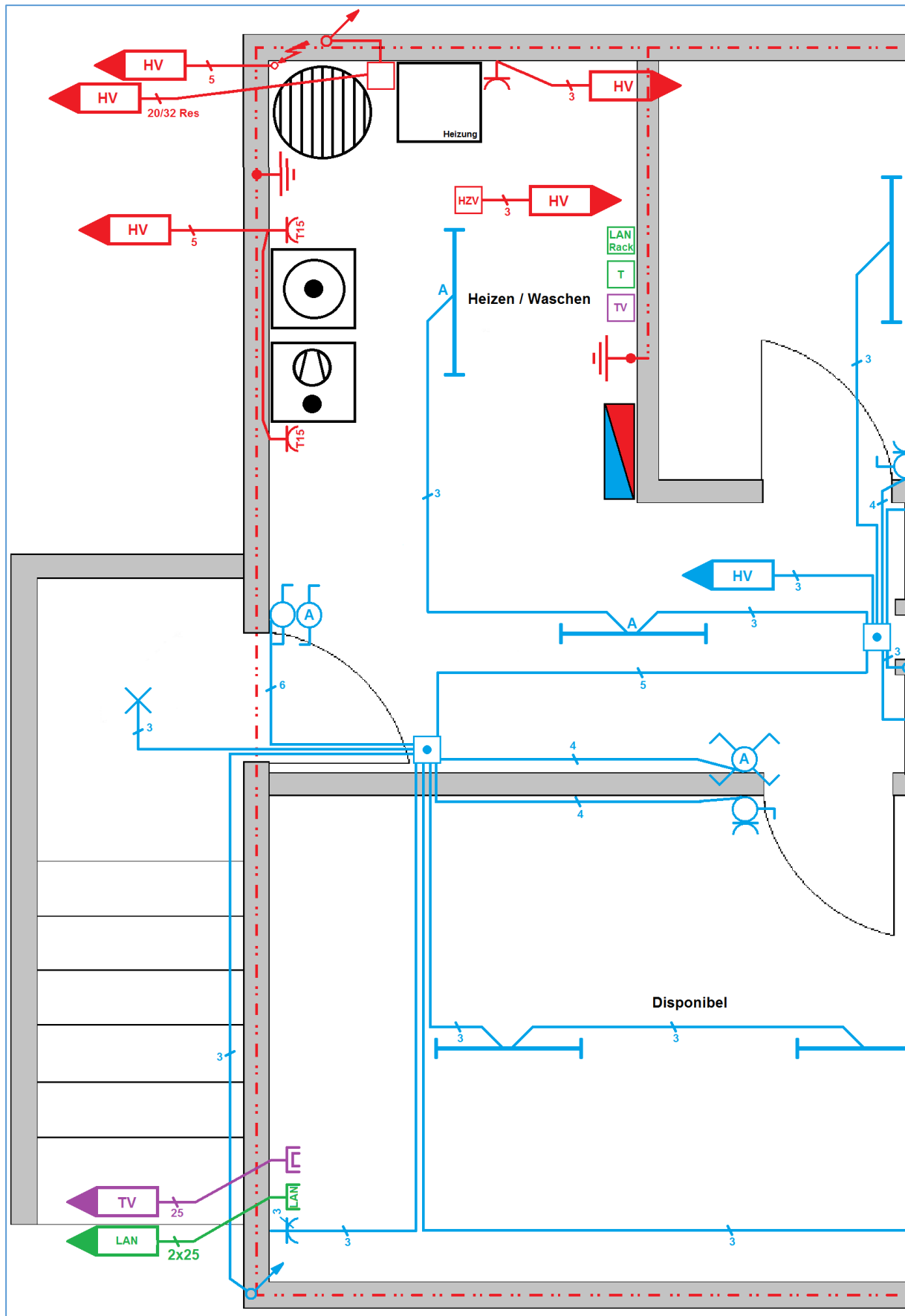


Bild 78

2.0 Elektroplanung



Um den gesamten Umfang einer Elektroinstallation zu erfassen und zu verstehen, ist es sinnvoll, zunächst zu lernen, wie ein **Elektroinstallationsplan** gezeichnet wird.

Hier erkläre ich Schritt für Schritt, wie man einen Elektroinstallationsplan erstellt, einschließlich **Starkstrom-** und **Schwachstrom-Installationen**.

Ziel ist es, einen kompletten Installationsplan zeichnen und verstehen zu können.

Um dieses Ziel zu erreichen, werde ich zunächst einzelne Elemente für das Zeichnen eines Installationsplanes näher erklären und diese am Schluss in Form eines **kompletten** dreistöckigen Installationsplanes zusammenfügen.

Die Planung erfolgt nach der Installationsmethode, bei der Installationen und Rohrleitungen im Beton verlegt werden.

2.1 Grundlagen des Zeichnens

Grundriss Plan

Um einen Installationsplan zeichnen zu können, benötigt man zuerst einen **Grundriss**.

Der Architekt erstellt diesen Plan und stellt ihn uns zur Verfügung. In der Regel wird ein Plan im Maßstab **1:50** benötigt.

Große und übersichtliche Projektpläne sind im Maßstab von **1:100** zu zeichnen.

Detailpläne z.B. Küchenpläne sind üblich im Maßstab von **1:20** ausgeführt.

Maßstab

Was bedeutet nun 1:50? Im Vergleich zum Original, also dem echten Objekt, wird der Plan **50-mal kleiner** dargestellt. Nehmen wir einen Meter, also 100cm, teilt man das Ganze durch 50 ergibt das dann 2cm. Somit ist eine **1-Meter** breite Haustür auf dem Papier noch **2cm breit**.

Ich benutze meistens die Formel, die im Kopf einfacher zu rechnen ist: **mal 2, geteilt durch 100**. Irgendwann geht das wie von allein.

Installationsplan



Objekt	Maßstab: 1:50	Änderungen
Erdgeschoss EFH		
Adresse		
Elektroplan		
Planungsfirma Adresse		Datum

Bild 79

Auf dem Installationsplan ist der Maßstab und weitere wichtigen Informationen, wie Objekt und Stockwerk, normalerweise unten rechts vermerkt (Bild 79).

Wie erkennt man den Maßstab eines Plans ohne Angaben? Wenn keine Maße vermerkt sind, orientiert man sich an Objekten mit bekannter Größe.

In diesem Fall wähle ich eine Standardtür, die in der Regel eine Breite zwischen 80 und 100 cm hat.

Dies entspricht auf einem Plan im Maßstab 1:50 einer Breite von 1,6 bis 2 cm. Dadurch kann man klar erkennen, ob es sich um einen Plan im Maßstab 1:100, 1:50, 1:20 oder um eine andere Ausführung handelt.

Für Personen, die sich das Umrechnen ersparen möchten, stehen Maßstab-Lineale zur Verfügung. Diese Lineale sind mit verschiedenen aufgedruckten Maßstäben erhältlich.

2.2 Installationsarten

Auf Putz

Auf Installationsplänen wird zwischen unter Putz- (uP) und auf Putz- (aP) Installationen unterschieden. Bei den «**auf Putz**»-Installationen wird alles sichtbar an den Wänden und Decken verlegt (*Bild 80*).



Bild 80

Diese Art der Installation ist kostengünstiger und kann auch viel einfacher erweitert oder geändert werden. Im Wohnungsbau finden wir «auf Putz» Installationen meistens im Keller (zumindest an den Wänden). Ansonsten ist diese Installationsart besonders oft in der Industrie und dem Gewerbe anzutreffen.



Bild 81

Dabei werden alle Symbole im Installationsplan **halb ausgefüllt** oder im Plan vermerkt. So würde dann z.B. ein Schalter aussehen (*Bild 81*).

Es ist auch möglich, dass auf dem Plan selbst mit einem Text vermerkt ist, dass z.B. alle Installationen auf- oder unter Putz sind.

Daher ist es immer sinnvoll, den Installationsplan vor der Ausführung **genaustens** zu studieren, oder den Ausführenden zu erklären.

Unter Putz

Bei den «**unter Putz**» Installationen sind alle Leitungen und Dosen möglichst unsichtbar verlegt. Leitungen und Dosen verlaufen im Boden, in den Wänden und in der Decke.



Bild 82

Diese Form der Installation wird in Wohnbereichen sowie überall dort verwendet, wo die ästhetische Erscheinung von Bedeutung ist (Bild 82).



Bild 83

Im Installationsplan ist die Unterputzinstallation nicht speziell gekennzeichnet (Bild 83).



Bild 84

Ein Beispiel zeigt hier einen Ausschalter in den zwei möglichen Versionen (Bild 84).

2.3 Elektrosymbole im Installationsplan

In diesem Abschnitt geht es darum, die Symbole und die passenden Farben dazu kennen zu lernen.

Die Farben werden dazu benutzt, die Art der Installation auseinander zu halten (Licht, Kraft, Schwachstrom, Notbeleuchtung, Erdung...).

Wenn wir alle Installationen und Leitungen in derselben Farbe darstellen würden, entstünde ein äußerst unübersichtlicher Plan.

Eine alternative Vorgehensweise besteht darin, für jede Farbe einen separaten Plan zu erstellen. Dies wird in der Praxis angewandt, wenn eine bestimmte Fokussierung erforderlich ist oder wenn der Plan zu unübersichtlich wird.

Die Farbe Blau wird für die gesamte Lichtinstallation einschließlich der Steckdosen verwendet.

Telefon Installationen sind grün, Radio und TV-Installationen violett usw.

Auf den folgenden Seiten werden die Farben und alle wichtigen Elektrosymbole für das Selbststudium oder zum Nachschlagen aufgelistet:

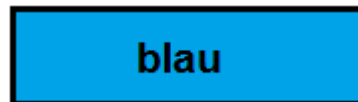
Farbcodes in Installationsplänen



Trasse, Kabelrinne, Installationskanäle



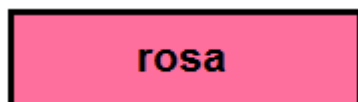
Kraftinstallation, Potenzialausgleich, Fundamenterder



Lichtinstallation



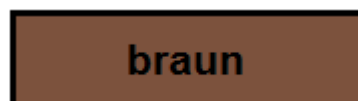
Notbeleuchtungsanlagen, Telefonanlagen, UKV



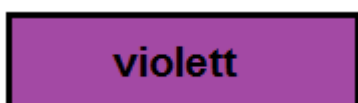
Zutrittskontrolle, Wertschutz- und Alarmanlagen



Brandmeldeanlagen



Schwachstromanlagen



Radio TV, Bus-KNX

Allgemeine Symbole

	Hinweispeil
	Schaltgerätekombination, Elektroverteilung
	Leitung in Decke
	Leitung in Boden
	Leitung in Wand
	Leitung in Doppeldecke, Hohldecke
	Flexible Leitung
	Leitung nach oben
	Leitung nach unten

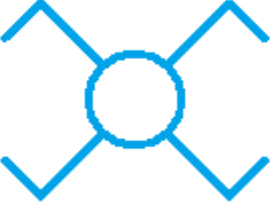
	Leitung durchgehend
	Elektroanschluss
	Schlaufdose allgemein
	Abzweigdose, Klemmdose, Verbindungsdose, Verteilerdose
	Schaltungsschoner
	Einlasskasten Gr.1, Pacman
	Lampendübel, Lampenstelle ohne Leuchte
	Bodendose

Erdung und Potenzialausgleich Symbole

	Erdung allgemein
	Potenzialausgleich
	Erdungsanschluss
	Schutzerde
	Fundamenterder

Schalter Symbole

	Unter Putz
	Auf Putz
	Mit Signal oder Orientierungslampe
	Taster mit Signallampe
	Taster Variante 1
	Taster Variante 2
	Taster mit zwei Tasten
	Ausschaltung einpolig

	Ausschaltung zweipolig
	Ausschaltung dreipolig
	Serienschalter
	Schalter mit zwei Stufen
	Wechselschalter
	Kreuzschalter
	Lichtregler, Dimmer

	Schlüsselschalter
	PIR-Melder, Bewegungsmelder

Kombinationen Symbole

	Ausschalter Steckdose Kombi
	Wechselschalter Steckdose Kombi
	Taster Steckdose Kombi
	Wechselschalter Steckdose getrennt

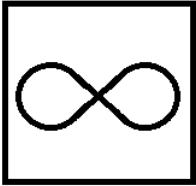
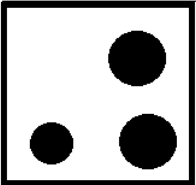
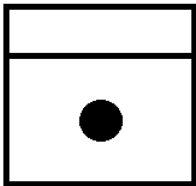
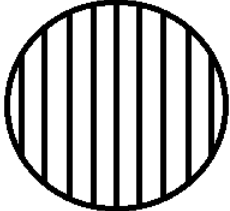
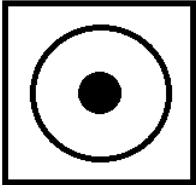
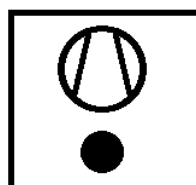
Steckdosen Symbole

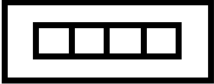
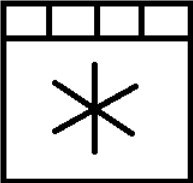
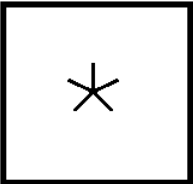
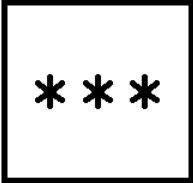
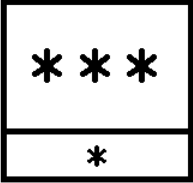
	Steckdose allgemein
	Steckdose dreifach
	Steckdose dreifach, ein Kontakt separat schaltbar
	Steckdose mit Typ Bezeichnung

Sensoren

	Fühler allgemein
	Temperaturfühler
	Regensensor
	Lichtsensor
	Passiv-Infrarotmelder (PIR)
	Druckschalter
	Niveau (Flüssigkeit)
	Windfühler

Energieverbraucher Symbole

	Ventilator
	Elektroherd allgemein
	Backofen
	Mikrowellenherd
	Wassererwärmer, Boiler
	Waschmaschine
	Wäschetrockner, Tumbler

	Geschirrspülmaschine
	Raumheizung allgemein
	Infrarotstrahler
	Klimagerät
	Kühlgerät
	Gefriergerät
	Gefriergerät, Kühlgerät

Leuchten Symbole

	Leuchte an Decke
	Einbauleuchte an Decke
	Leuchte an Wand
	Wand Einbauleuchte
	Spiegelkasten mit Steckdose
	FL-Armatur, Lichtleiste allgemein
	FL-Armatur, Lichtleiste zweiflammig
	FL-Armatur, Lichtleiste mit Raster Reflektor

	Scheinwerfer, Spot
	Stehleuchte
	Notleuchte

Telefon Symbole

	Telefon Hausanschlusskasten
	Telefon Amtsverteiler
	Telefon Zwischenverteiler
	Telefon ISDN-Netzgerät
	Telefonapparat, Einfach
	Telefonapparat, Komfort

	Funktelefon
	Telefax
	Telefon Anschlussdose
	Telefon Steckdose
	IT-Anschluss RJ, allgemein
	IT-Anschluss RJ vierfach

Akustik Symbole

	Verstärker
	Lautsprecher
	Einbau-Lautsprecher

Video, Radio, TV-Symbole

	Radio TV-Steckdose, allgemein
	Multimediadose

Klingel und Gegensprechanlage

	Glocke, Klingel
	Gegensprechanlage
	Torsprechstelle, Außensprechstelle
	Klingeltaster
	Türöffner
	Videogegensprechanlage

2.4 Boden- und Deckenleitungen, Leitungsbeschriftung

Elektroinstallation zeichnen

Nun möchte ich Schritt für Schritt zeigen, wie man einen Installationsplan zeichnet und was es dabei zu beachten gibt.

Dabei verwende ich für diese Zeichnung die Elektrosymbole, die ich zuvor aufgelistet habe.

Ich zeichne einen Installationsplan, der auch als «Einpoliger Lageplan» bezeichnet wird. Bei dieser Variante werden nur die Rohrleitungen gezeichnet, nicht die einzelnen Drähte.

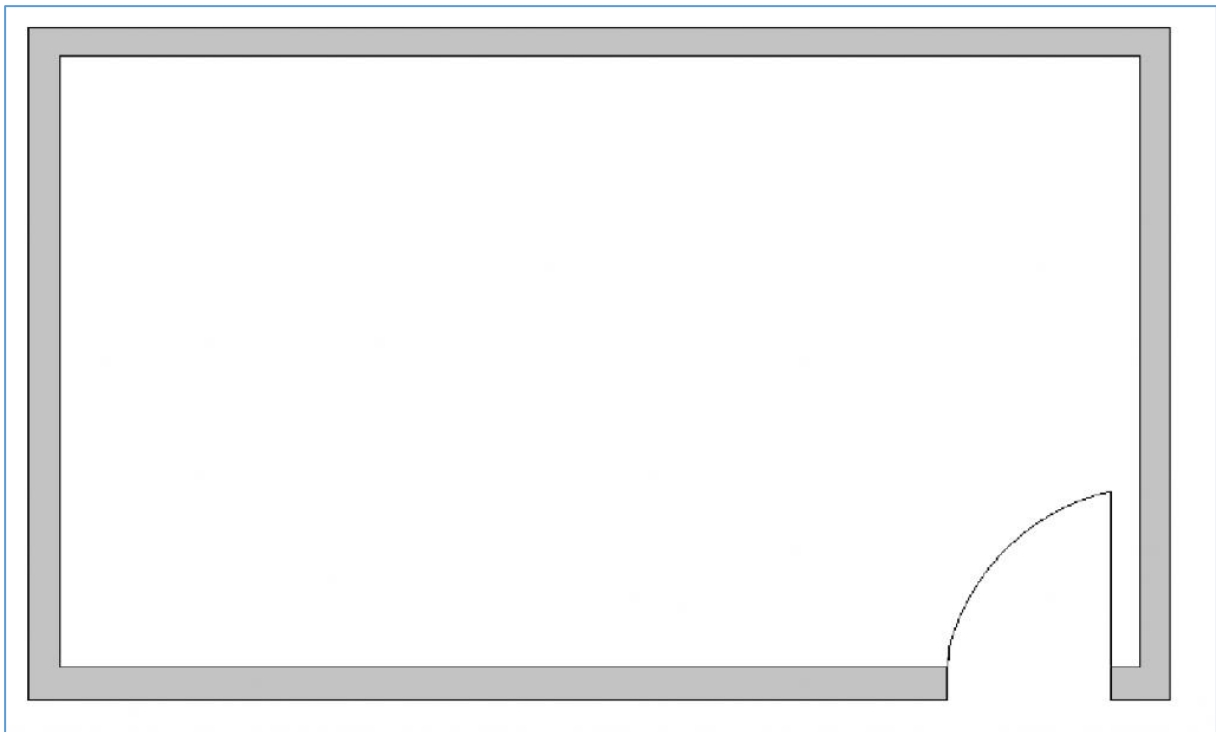


Bild 85

Auf (Bild 85) ist ein Zimmer mit einer Tür zu sehen. Was hier nun installiert werden soll, darf der Bauherr nach Lust, Laune und Geldbeutel selbst entscheiden.

In den meisten Fällen wird der Bauherr mit dem Elektroplaner zusammensitzen und das ganze besprechen. Es ist sehr zu empfehlen, professionellen Rat in Anspruch zu nehmen.

Es ist ratsam, stets genügend Steckdosen einzuplanen, einschließlich einer in der Nähe des Lichtschalters.

Da beim Lichtschalter schon eine Leitung installiert wird, ist der Mehraufwand einer Steckdose gering (ausgenommen Licht und Steckdosen sind separat abgesichert).

Steckdosen kann man nie genug haben. Die Steckdosen im Raum werden normalerweise auf einer Höhe von ca. **25-30cm**, der Lichtschalter auf ca. **110cm ab fertig Fußboden** installiert.

Möchte man **andere Höhen** verbaut haben, so müssen die Masse auf dem **Plan vermerkt werden**.



Bild 86

Bewegungsmelder werden immer beliebter. Daher sollte man sich überlegen, ob nicht hier und da ein solcher automatischer Lichtschalter sinnvoll ist.

Bewegungsmelder sind je nach Ausführung an der Wand, anstelle vom Lichtschalter (*Bild 86*) und an der Decke montierbar.

Für den kleineren **Abstellraum**, in dem sich die Person ständig im Erfassungsbereich des Bewegungsmelders befindet, kann ich eine solche Lösung empfehlen.

Bewegungsmelder sind in **Treppenhäusern** oder allgemein in **Durchgängen** üblich.

Des Weiteren helfen sie beim Stromsparen. Jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass eine Reparatur oder gar ein Austausch nach wenigen Jahren nötig wird.

Für mein Beispiel wähle ich **einen normalen Schalter** mit **einer Steckdose**, **drei weitere Steckdosen im Raum** und **zwei Leuchten**, alles wird gespeist von einer **Abzweigdose** außerhalb des Raumes.

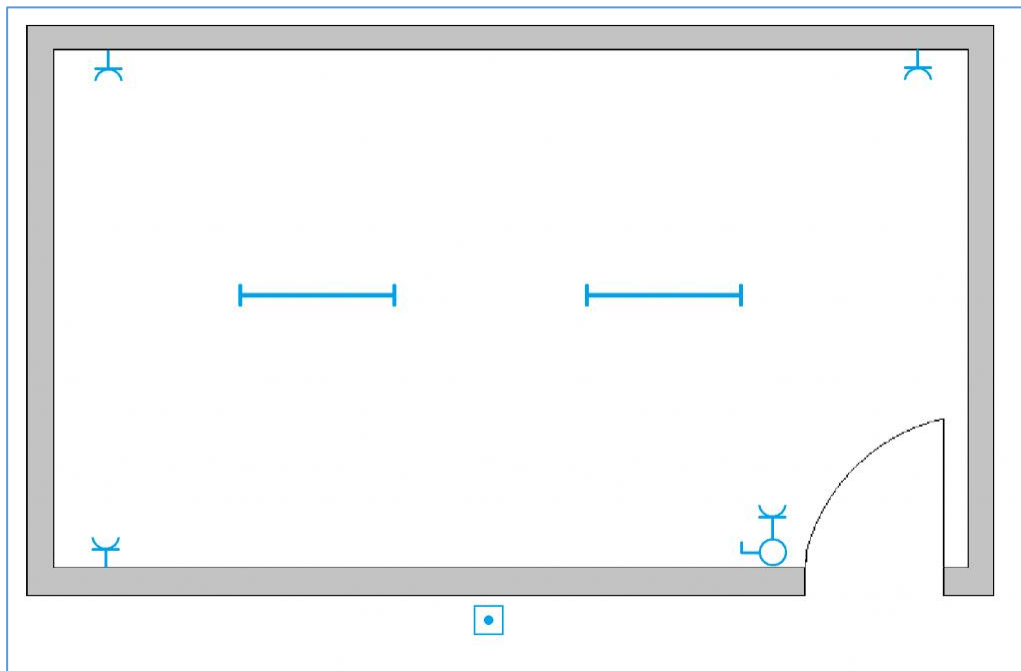


Bild 87

Die Symbole wurden nun eingesetzt. Da es sich um eine Lichtinstallation handelt, wurde die Farbe Blau verwendet (Bild 87).

Beim Setzen des Schalters sollte man immer darauf achten, dass dieser sich **nicht hinter einer geöffneten Tür** befindet. Dies wird oft übersehen. Deshalb sollte in jedem Plan eindeutig dargestellt werden, wie die Tür geöffnet wird.

In diesem Zusammenhang ist es auch notwendig, auf **raumhohe Türen** zu achten, die im Schwenkbereich mit Deckenleuchten kollidieren könnten.

Über Boden, Wand und Decke installieren

Zunächst erkläre ich die Unterschiede zwischen Installationen **über Boden**, **in der Wand** und **in der Decke**.

Wie wir bereits bei den Elektrosymbolen gesehen haben, kann man unterscheiden, in welcher Ebene die Leitungen verlegt werden sollen.

Es ist wichtig, die Leitungsführung klar zu definieren, damit der Elektroinstallateur weiß, wo er die Leitung verlegen muss. Außerdem sollte darauf geachtet werden, die Installationen möglichst kosteneffizient zu gestalten.

Es sollte darauf geachtet werden, unnötig lange Leitungen zu vermeiden.

Der Elektrozeichner kann also jedes kleinste Detail für den Installateur festhalten, aus ökologischen oder installationstechnischen Gründen. Vertikale Leitungen sind perspektivenbedingt nicht sichtbar.

In meinem Beispiel ist es sinnvoll, die Leitungen der Steckdose über den Boden zu verlegen. Beim Neubau werden die Rohrleitungen vor dem Betonieren in den Boden (auf die Schalung) eingelegt.

Gespeist werden hier die Steckdosen vom Schalter, da diese Variante die einfachste und kostengünstigste ist.

Achtung: Installiert man Steckdosen, die mehr Strom liefern, als die Lichtinstallation hergibt, muss der Stromkreis separat installiert werden.

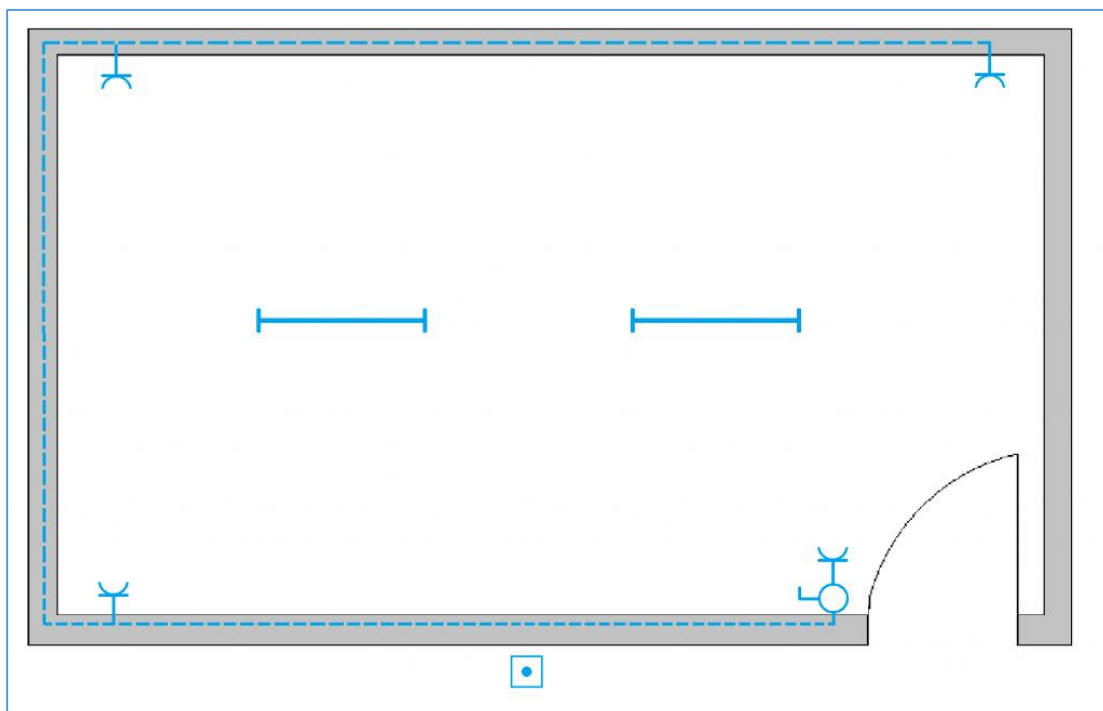


Bild 88

Die **Bodenleitungen** sind eingezeichnet. Diese Leitung ist gleichmäßig **gestrichelt** dargestellt. (Bild 88).

Die Linien müssen dabei nicht unbedingt gerade sein oder unter der Wand durchführen. Alles, was hier zählt, ist eine **möglichst übersichtliche Darstellung**.

Es ist wichtig darauf zu achten, stets die korrekte Installationsfarbe zu verwenden:

Würde beispielsweise eine **TV-Leitung** über den Boden geführt, müsste die Linie gestrichelt **violett** sein.

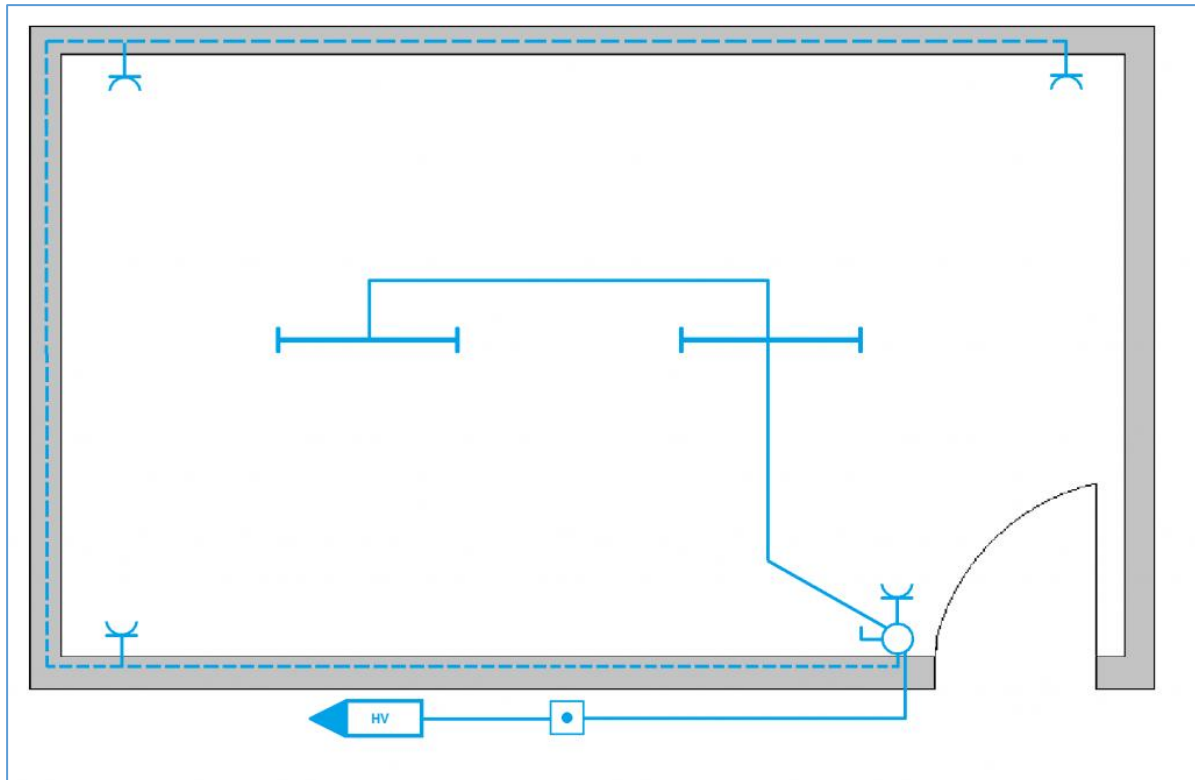


Bild 89

Anschließend wurden die Leitungen, die über die Decke verlaufen, eingezeichnet. Leitungen, die in der Decke verlegt werden, sind **durchgezogen** dargestellt (Bild 89).

Ein Elektroinstallationsplan zeigt immer zwei Ebenen: Leitungen im **Boden** und in der **Decke**.

Der Hinweispfeil mit der Bezeichnung „HV“ teilt dem Elektroinstallateur mit, dass von dieser Abzweigdose eine Leitung auf die Hauptverteilung führen muss. Der Hinweispfeil kann z.B. auch mit UV (Unterverteilung) bezeichnet werden.

Die Haupt- oder Unterverteilung liefert über ein Kabel Strom an die Abzweigdose, bekannt als **Zuleitung**. Dieser Begriff wird im Verlauf des Buches häufiger verwendet.

Falls man diese Installation zuvor noch nicht fertig umgesetzt gesehen hat, kann es herausfordernd sein, sich vorzustellen, wie sie in der Praxis aussieht. Aus diesem Grund habe ich die folgende Zeichnung erstellt ([Bild 90](#)):

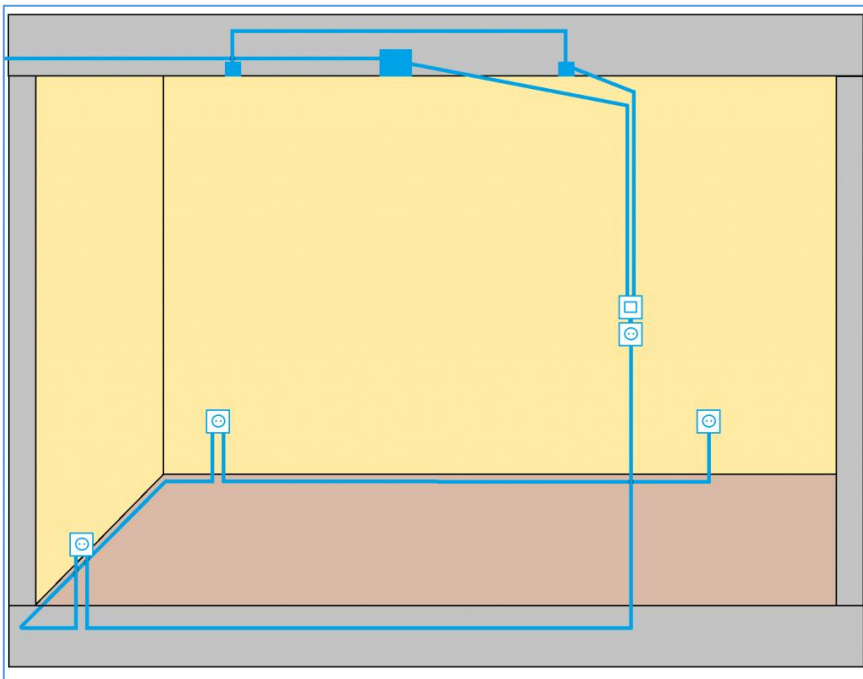


Bild 90

Zu sehen ist nun ein Schnitt von der Seite. Hier kann man deutlich die Bodenleitungen von den Deckenleitungen unterscheiden.

Diese Darstellung dient ausschließlich zur Erklärung und wird in dieser Form nicht ausgeführt.

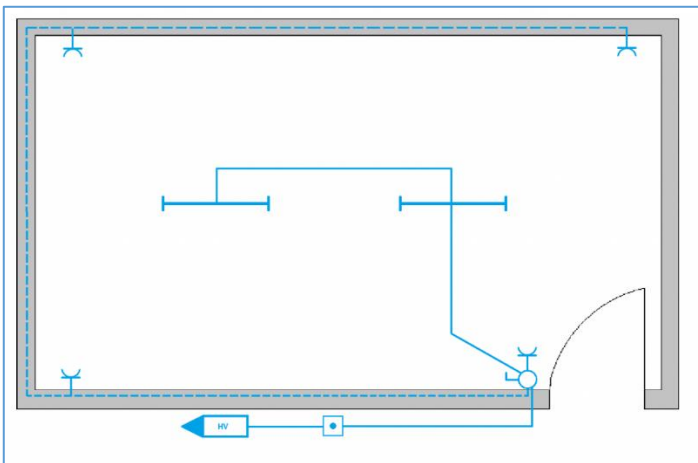


Bild 91

Hier zum Vergleich ist noch einmal der Installationsplan ([Bild 91](#)) zu sehen.

Was sollte man weiter beachten?

- Rohrdimensionen **ab M20** müssen angegeben werden, ist die Rohrleitung nicht beschriftet, wird M20 installiert.
- Der Draht-Querschnitt ist **ab 1.5mm²** anzugeben
- Ist der Steckdosentyp nicht angegeben, wird eine **normale** 230V Steckdose installiert.
- Nicht bezeichnete Schalter und Kombinationen werden auf einer Höhe von **110cm** ab fertig Boden installiert.
- Nicht bezeichnete Steckdosen werden auf einer Höhe von **25cm** ab fertig Boden installiert.

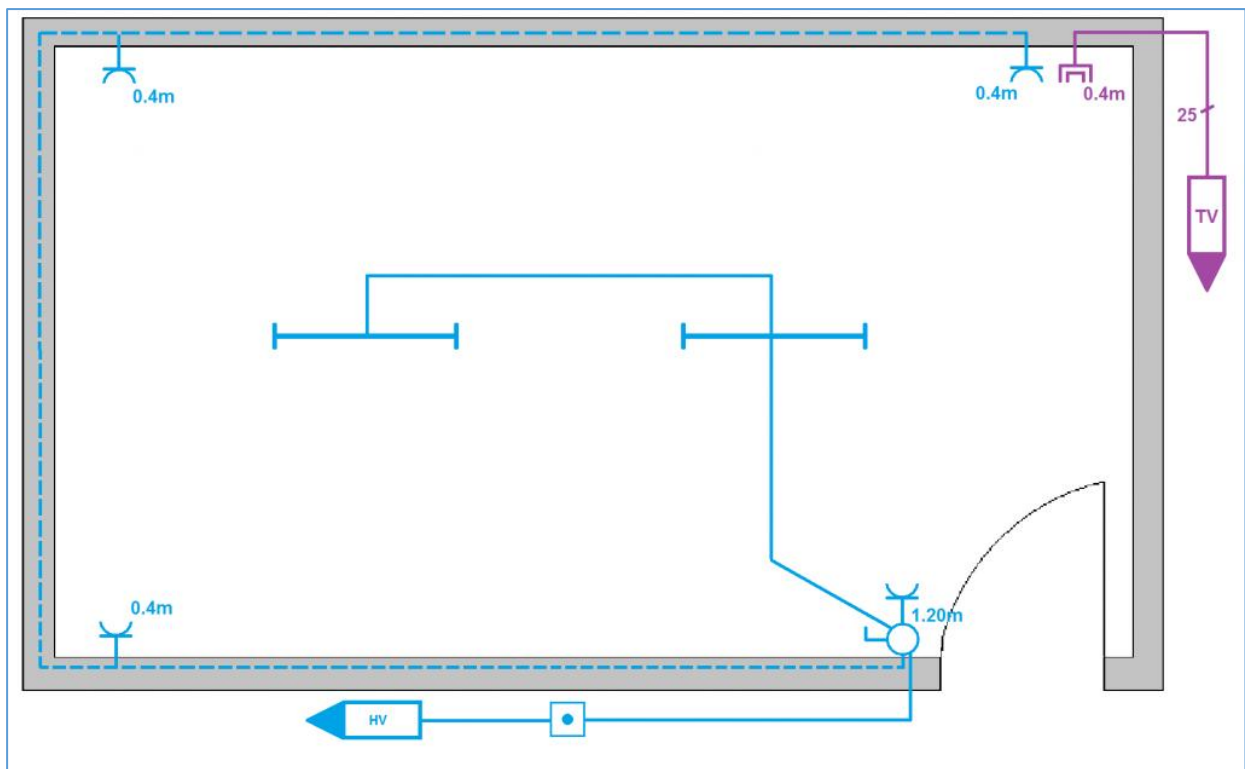


Bild 93

Bild 93 zeigt ein Beispiel für **spezielle Höhen** von Steckdosen und Schaltern. Diese müssen, wie bereits erwähnt, separat eingezeichnet werden.

Der Schalter wird auf einer Höhe von **1,2 Metern** und die Steckdosen auf einer Höhe von **0,4 Metern** installiert.

Auch als Elektroinstallateur ist es wichtig, besonders aufmerksam zu sein. Diese Bezeichnungen können gerne mal übersehen werden.

Daher ist es ratsam, den Installationsplan vor dem Installationsbeginn sorgfältig zu studieren.

Anzahl Drähte

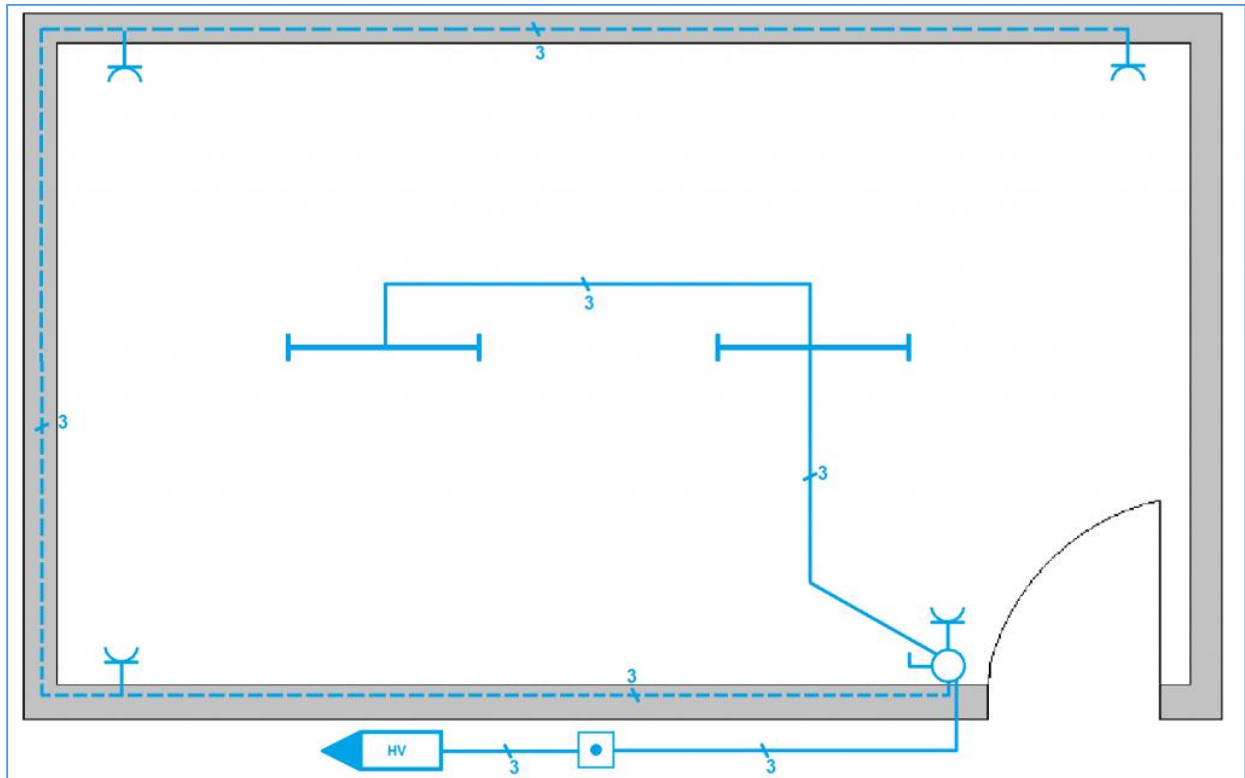


Bild 94

Auch die Anzahl der Drähte, die installiert werden, müssen theoretisch angegeben werden (*Bild 94*). Leitungen ab dem Querschnitt von 1.5mm^2 müssen ebenfalls gekennzeichnet werden.

Wobei ich hier sagen muss, in der Praxis sieht man selten einen Installationsplan mit Drahtanzahl.

Meiner Meinung ist das auch nicht nötig, hier stimmt bei der kleinsten nachträglichen Änderung nichts mehr.

Einzig für die Rohrdimensionierung macht die Drahtangabe einen Sinn.

Ist eine M20 Rohrleitung verlegt, dürfen unter Putz höchstens sieben Drähte mit einem Querschnitt von 1.5mm^2 eingezogen werden, ansonsten muss der Rohrquerschnitt vergrößert werden.

Zusammengehörigkeit

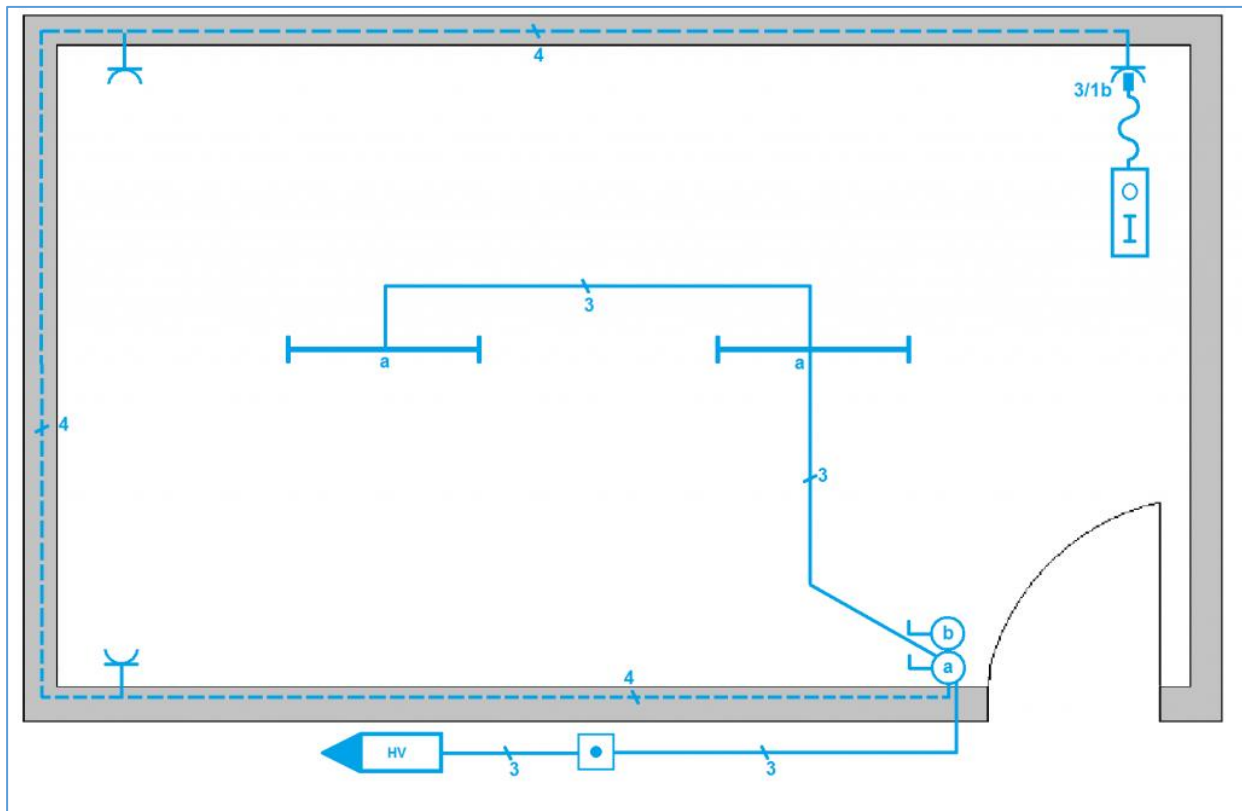


Bild 95

Sind wie hier, mehrere Schalter, Leuchten und auch geschaltete Steckdosen in einem Raum, ist es nötig, **die Zusammengehörigkeit klarzustellen.**

Wird dies unmissverständlich auf dem Plan gekennzeichnet, kann der Installateur ohne zeitaufwändiges Abklären seine Arbeit verrichten. Hier muss bei der Planung, wie auch bei der Installation sorgfältig gearbeitet werden.

Um die Zusammengehörigkeit von Schalter und Verbraucher darzustellen, verwendet man Buchstaben:

Schalter „a“ schaltet Leuchte „a“, Schalter „b“ schaltet Steckdose „b“.
(Geschaltete Steckdosen werden z.B. oft für Stehleuchten installiert).

Durch den zusätzlichen geschalteten Draht gibt es nun **vier Drähte** in der Steckdosenleitung (*Bild 95*).

2.6 Steigleitungen

Leitungen nach oben bzw. nach unten

Für die etagenübergreifende und lückenlose Elektroinstallation sind Leitungen, welche nach oben oder nach unten führen, sehr wichtig.

Fehlen diese Leitungen im Plan und somit auch in der Installation, sind danach aufwendige Maßnahmen nötig, um diesen Fehler zu korrigieren.

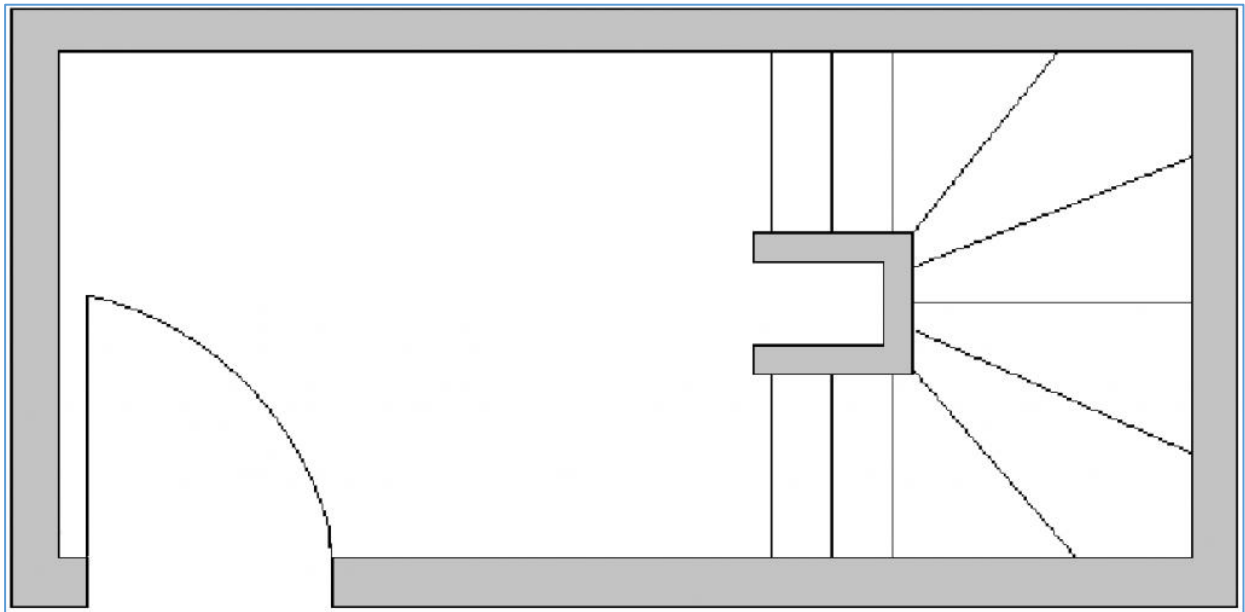


Bild 96

Besonders in Treppenhäusern verlaufen häufig Leitungen, die nach oben oder unten führen.

Aus diesem Grund habe ich eine Installation für ein Treppenhaus erstellt. Zur Veranschaulichung präsentiere ich ein Beispiel eines Treppenhauses mit **zwei Etagen**, um die Erklärung so einfach wie möglich zu gestalten ([Bild 96](#)).

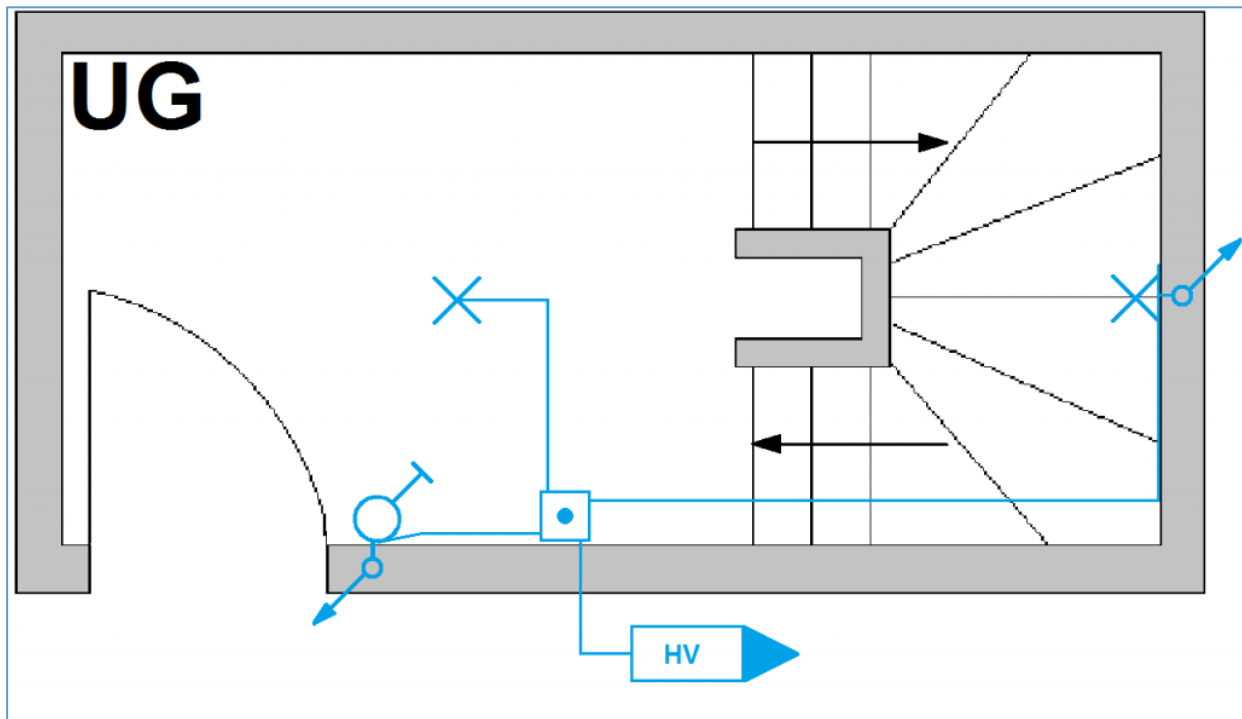


Bild 97

Die Planung beginnt im Untergeschoss (UG). Es ist empfehlenswert, sich vorab vorzustellen, wie man selbst diesen Raum durchschreiten würde. Auf diese Weise lässt sich mit der Zeit gut erkennen, welche Installationen sinnvoll sind.

Natürlich kann man sich auch von anderen Gebäuden und deren Elektroinstallationen inspirieren lassen. Ich persönlich schaue mir immer gerne sehr teure Objekte an, um ein paar neue Ideen zu bekommen, um nicht alles dem gewöhnlichen Stil zu überlassen. Auch ausgefallene Installationen sind manchmal gar nicht so aufwändig, wie man denkt.

Zum Vorgehen:

Ich befinde mich im Keller und möchte ins Erdgeschoss. Ich öffne die Tür zum Treppenhaus und es ist dunkel. Daher benötige ich

einen **Lichtschalter**  neben der Tür und eine **Leuchte**  an der Decke.

Damit ich dann auch die Treppe bis oben sehen kann, macht es Sinn, noch eine **Wandleuchte**  bei der Treppe nach oben zu verbauen.

Alles wird mit einer **Abzweigdose**  verbunden, die den Strom über die **Zuleitung**  von der HV (Hauptverteilung) bekommt (Bild 97).

Ok, was brauchen wir noch? Gehen wir einen Stock höher.

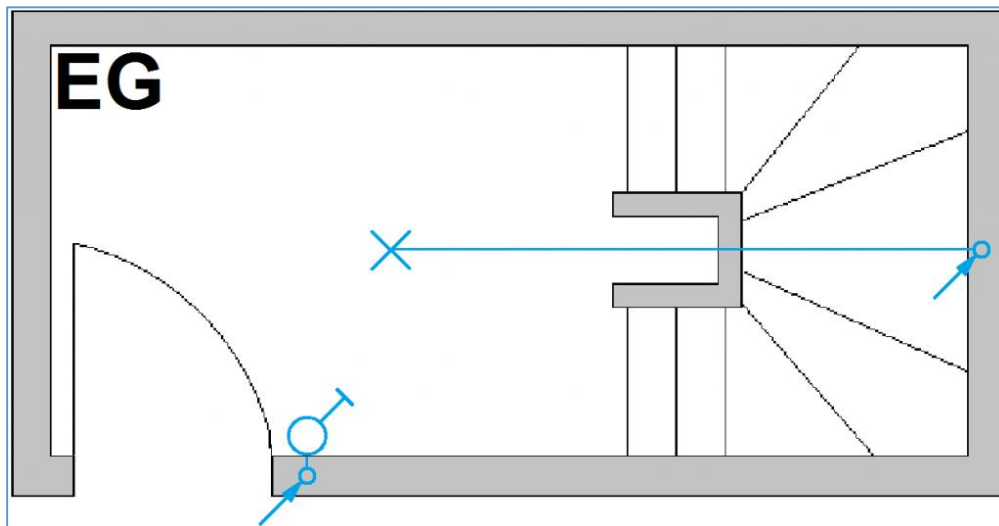


Bild 98

Ich gehe vom Erdgeschoss in den Keller, Tür auf, es ist wieder dunkel, ich brauche also erneut einen **Lichtschalter**  neben der Tür und eine **Leuchte**  an der Decke (Bild 98).

Ich kann die Installation nicht vom Erdgeschoss-Lichtstromkreis abgreifen, da dies zu zwei verschiedenen Sicherungen für dasselbe Licht führen würde. Daher benötige ich eine Verbindung zur Treppenhauseinrichtung im Keller.

Zudem braucht es eine **Lichtschaltung, die miteinander kommuniziert**, das Licht kann somit von beiden Schaltstellen ein- und ausgeschaltet werden.

Hier wäre eine Treppenhauusschaltung sinnvoll, welche das eingeschaltete Licht nach einer Weile automatisch ausschaltet. Auch eine Wechselschaltung ist hier eine durchaus übliche Variante. Je nach gewählter Schaltung unterscheiden sich auch die Schaltersymbole.

Wenn man jetzt noch einmal den **UG-Plan** (Bild 97) anschaut, sieht man die **Pfeile** die ich beim **Schalter**, sowie bei der **Wandleuchte** gesetzt habe. Beide führen nach **oben**.

Dieser Pfeil  gibt dem Elektroinstallateur zu verstehen, dass der Schalter **ins obere Stockwerk** führen muss.

Im Plan vom oberen Stockwerk wird mit diesem  Symbol mitgeteilt, dass die Leitung von diesem Schalter **nach unten** führen muss.

Der Schalter im UG ist also mit dem Schalter im OG verbunden, genauso wie die beiden Leuchten. Somit ist alles sauber verbunden.

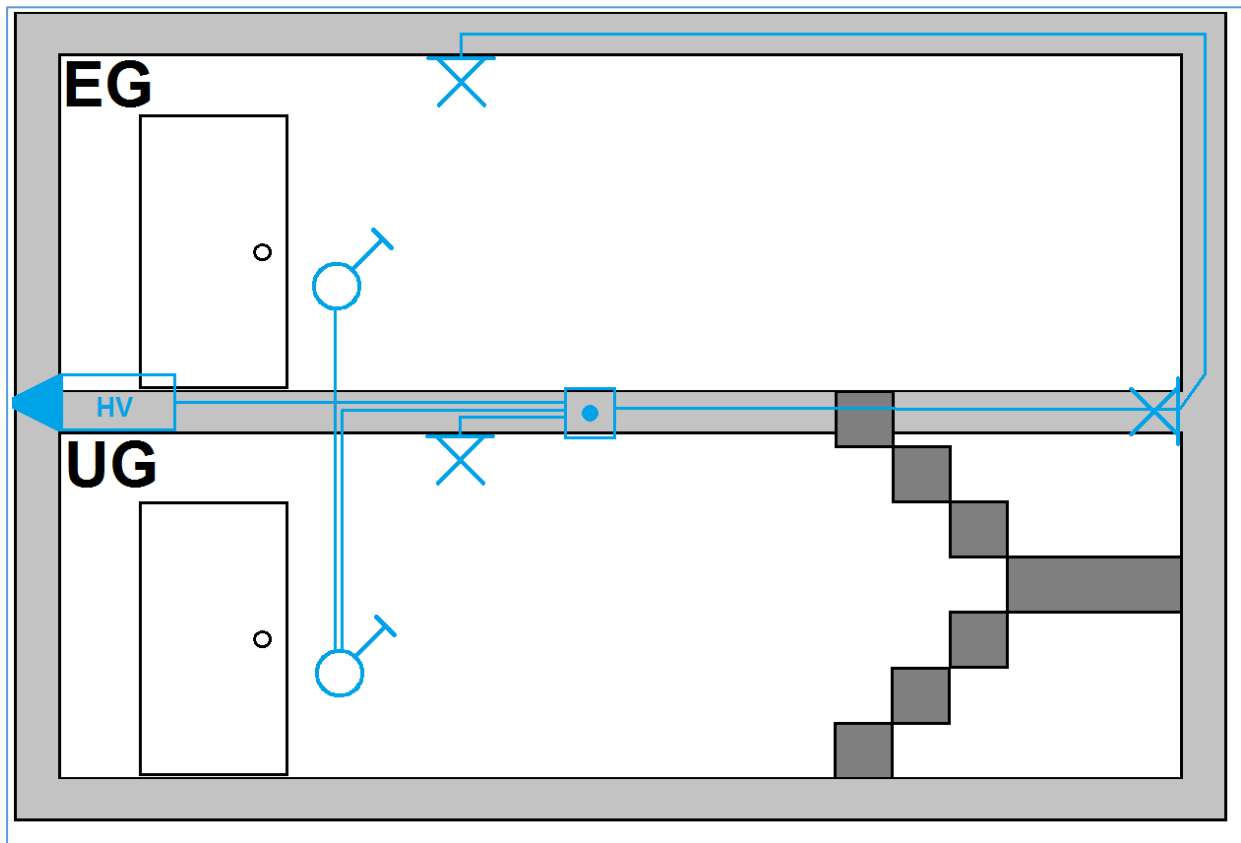


Bild 99

Diese eigens dafür angefertigte Zeichnung dient noch einmal zur Erklärung. Eine solche Zeichnung kommt in der Elektroplanung normalerweise nicht vor (*Bild 99*).

Steigleitung

Um die Stromversorgung in einem mehrstöckigen Haus **auf alle Etagen zu verteilen**, braucht es sogenannte **Steigleitungen**. Diese Leitungen werden konzentriert an einer Stelle von der Hauptverteilung her nach oben in die einzelnen Etagen verlegt.

Bei größeren Objekten fertigt die Baufirma Aussparungen (Löcher in den Decken) an, die sich vom Keller zum obersten Stockwerk erstrecken. Hier kann nun die ganze Haustechnik verlegt werden.

Wenn man sich während des Rohbaus im obersten Stockwerk vor einer solchen Öffnung befindet, kann man bis in den Keller sehen.

In Einfamilienhäusern legt der Elektriker die Steigleitung meist selbst an. Diese verläuft von oben nach unten in der Wand und ist darin eingelassen.

Es empfiehlt sich, eine Steigleitung in einer Wand zu installieren, die sich vom **Keller bis zum obersten Stockwerk erstreckt** und möglichst zentral im Gebäude platziert ist, um die Leitungslängen zu minimieren. Die Mauer im Treppenhaus stellt häufig eine geeignete Option dar, falls die entsprechenden Vorschriften dies zulassen.

Um die **Anzahl der Rohre** für eine Steigleitung festzulegen, muss der gesamte Installationsplan bereits gezeichnet sein. Nur dann kann genau bestimmt werden, wie viele Leitungen letztendlich vor Beginn der Installation vorhanden sein müssen.

Um diesen Punkt zu klären, definiere ich eine nachvollziehbare Installation

- Dachgeschoss: 1x Lichtgruppe, 1x Raumthermostat, 1x TV und 1x Telefon Anschluss = **4 Leitungen**
- Obergeschoss: 2x Lichtgruppe, 3x Raumthermostat, 1x TV und 1x Telefon Anschluss = **7 Leitungen**
- Erdgeschoss: 2x Lichtgruppe = **2 Leitungen**

Insgesamt werden 13 Leitungen benötigt. Im Erdgeschoss sind weniger Leitungen erforderlich, da nur die Leitungen berücksichtigt werden, die im **Erdgeschoss über die Decke** verlaufen.

Alle anderen Leitungen sind im Boden verlegt (Decke UG), wo auch die Hauptverteilung ist. Diese können direkt in die Hauptverteilung verlegt werden. Daher müssen diese Leitungen nicht eingezeichnet werden.

Warum ist es wichtig, die Steigleitungen einzuzeichnen?

Ein Haus wird bekanntlich von unten nach oben gebaut. Leitungen werden üblicherweise **in die Betondecke** eingelegt und können später **nicht mehr ergänzt werden**. Daher ist es natürlich nötig, schon beim Verlegen der Kellerdecke zu wissen, welche Rohre im gesamten Haus verlegt werden müssen.

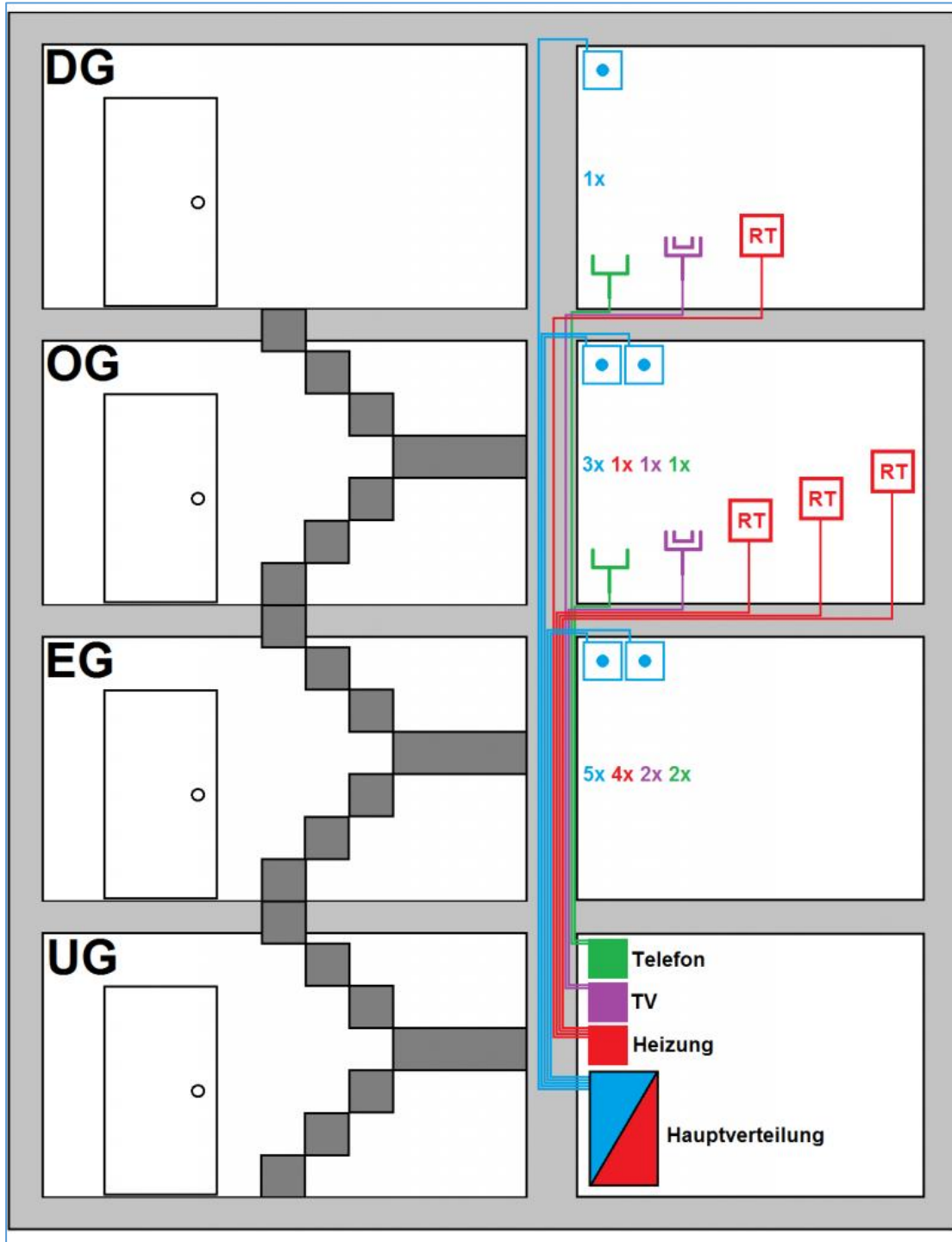


Bild 100

Zur Verdeutlichung habe ich eine Seitenansicht angefertigt, die das grundlegende Prinzip zeigt (*Bild 100*).

In der Praxis ist es wichtig, pro Etage jeweils ein paar **Reserveleitungen** einzuplanen.

Es kann passieren, dass Rohre während der Bauphase **beschädigt** werden und daher nicht mehr benutzbar sind oder **unvorhergesehene Installationen** nachträglich realisiert werden müssen.

Es ist daher ratsam, ausreichend Reserveleitungen einzuplanen. Beispielsweise kann pro Farbe eine oder zwei zusätzliche Leitungen vorgesehen werden, die mit „Reserve“ gekennzeichnet sind.

Die folgenden Zeichnungen (*Bild 101, 102, 103 und 104*) zeigen, wie eine Steigzone auf dem Elektro-Installationsplan aussehen könnte.

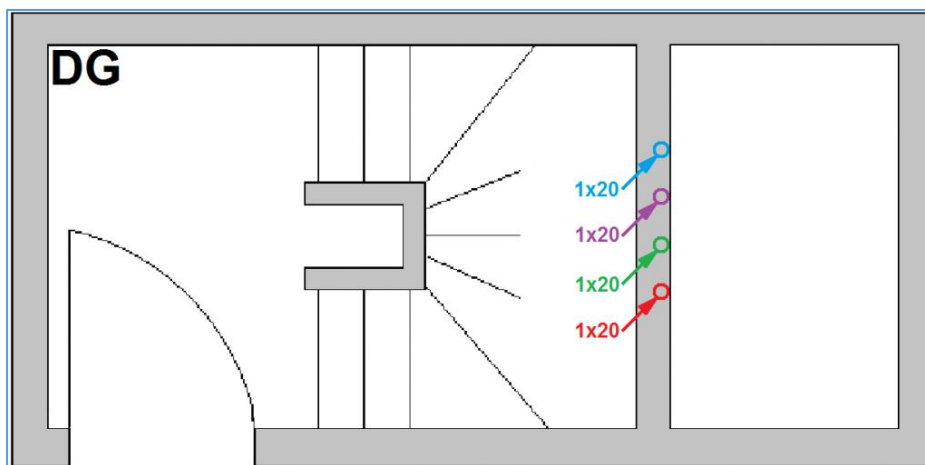


Bild 101

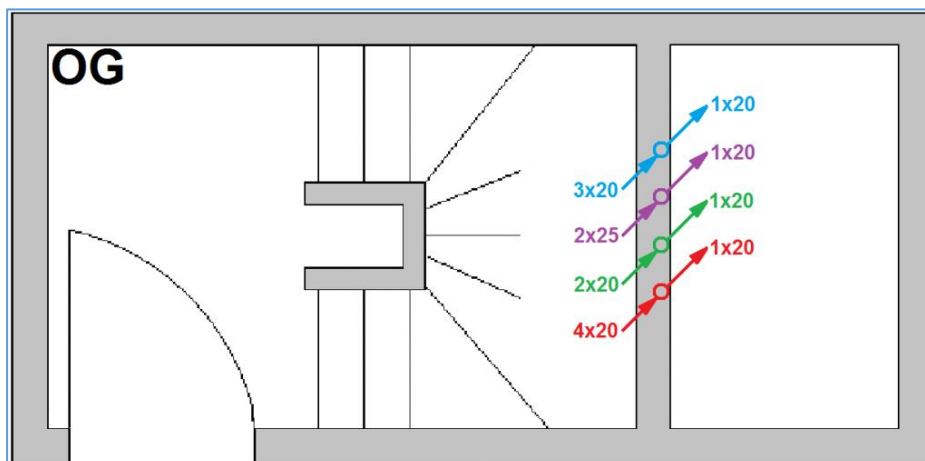


Bild 102

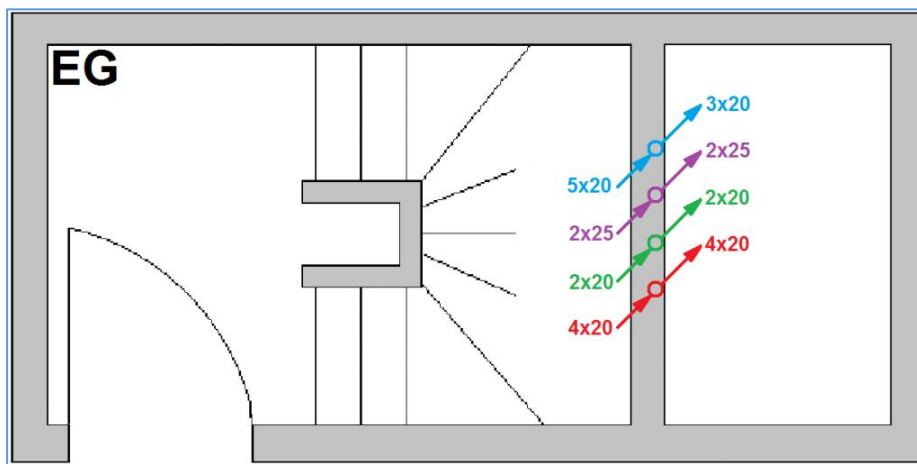


Bild 103

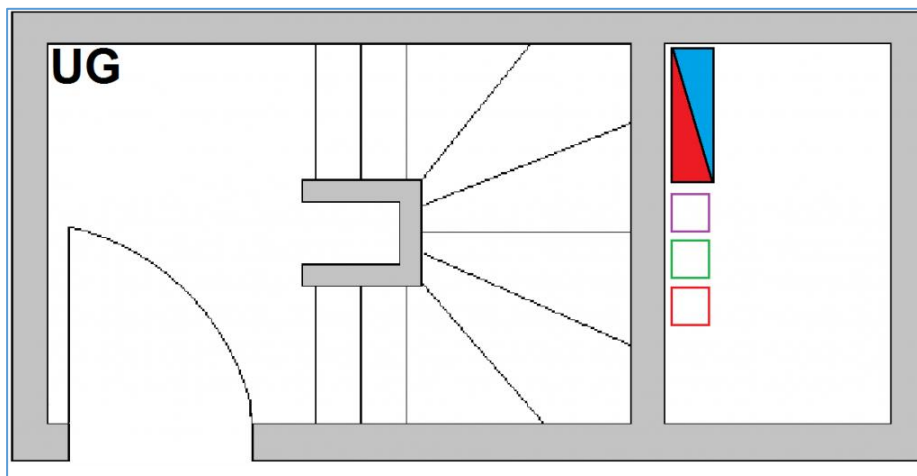


Bild 104

Der Standort der Verteilung spielt keine Rolle, dieser muss nicht auf einer Linie mit der Steigleitung gesetzt sein. Jedoch ist es von Vorteil, wenn man die Leitungslängen kurzhalten will.

Die Bestimmung des Standorts der Elektroverteilung sowie der Steigleitung unterliegt verschiedenen Normen, die im Vorfeld geklärt werden müssen.

2.7 Küchenplanung

Für das Einzeichnen aller Küchenleitungen benötigt man zuerst eine **fertig geplante Küche**.

Dazu nimmt man den sogenannten **Detailplan oder eine Detailzeichnung** vom Küchenplaner zu Hilfe. Dieser ist im Maßstab **1:20** gezeichnet und alle Anschlüsse sind vermasst.

Alle notwendigen Anschlüsse müssen zuvor vom Küchenplaner eingezeichnet werden. Sichtbare Arbeitssteckdosen sind möglicherweise nicht aufgeführt, daher ist immer eine Abklärung sinnvoll.

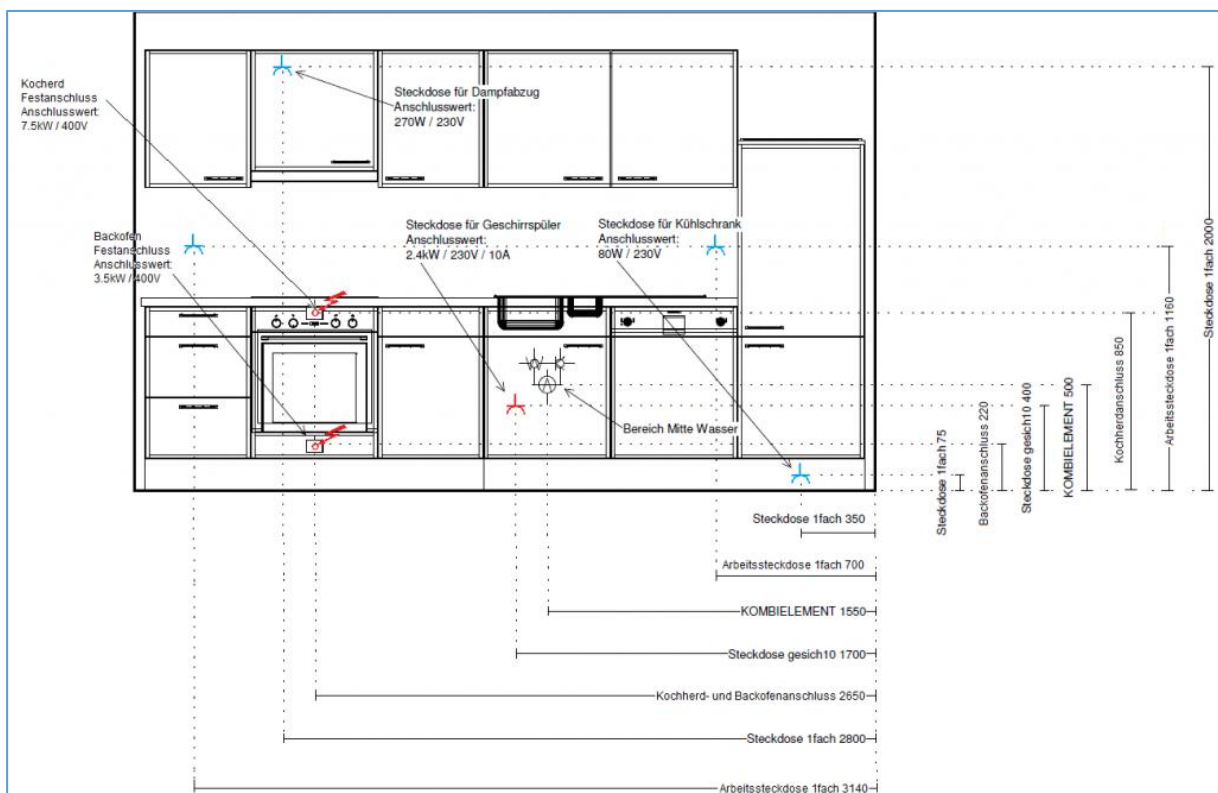


Bild 105

Anhand dieser Zeichnung ist zu erfahren, welche Anschlüsse wo eingeplant werden müssen und vor allem, welche Wattleistung die Küchengeräte benötigen (*Bild 105*).

Die **rot markierten Anschlüsse** haben einen **hohen Anschlusswert** und müssen daher auf dem Installationsplan **separat abgesichert** werden. Diese bekommen eine eigene Rohrleitung, die direkt auf die Verteilung führt.

Die **blauen Anschlüsse** (Dampfabzug, Arbeitssteckdosen und Kühlschrank) verfügen über einen **niedrigen Anschlusswert** und dürfen an die Lichtinstallation angeschlossen werden.

Die exakten Maße der Anschlüsse sind vor allem für den Elektroinstallateur wichtig. Im Installationsplan reicht es, wenn sie grob an der richtigen Stelle eingezeichnet werden.

Küche im Installationsplan

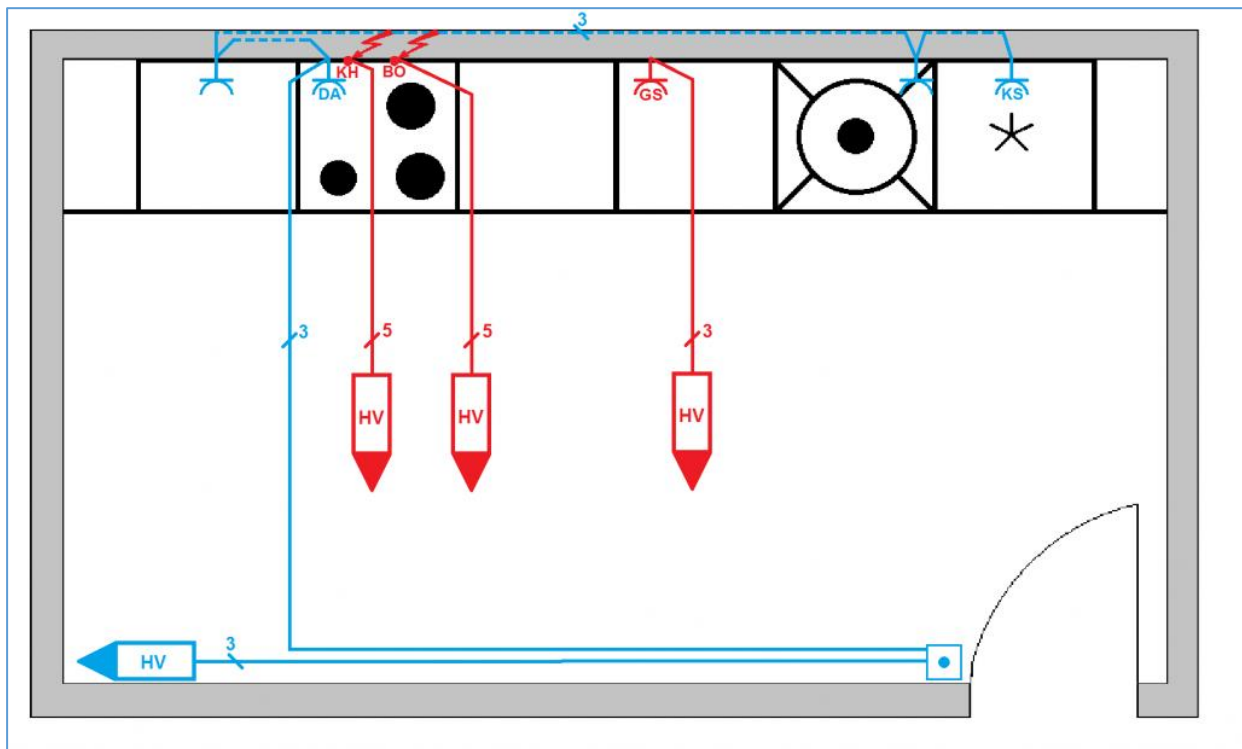


Bild 106

So sieht nun dieselbe Kücheninstallation im Installationsplan aus (*Bild 106*).

Die Kraftanschlüsse (rot) führen direkt auf die Hauptverteilung, da sie dort einzeln abgesichert werden müssen (**Kochherd, Backofen und Geschirrwasschmaschine**).

Auf Grund der niedrigen Leistung werden Dampfabzug, Kühlschrank und die beiden Arbeitssteckdosen von der Lichtinstallation angeschlossen.

2.8 Installationsplan zeichnen

In diesem Teil des Kapitels wird ein **Installationsplan mit drei Etagen** erstellt, wobei die am Anfang gezeigten Symbole verwendet werden. Alle zuvor besprochenen Punkte können nun praktisch umgesetzt werden.

Vorab ist die korrekte Aufteilung der Beleuchtungsstromkreise sicherzustellen.

Aufteilung der Beleuchtungsstromkreise

Je nach Zimmeranzahl sind eine gewisse Menge an Beleuchtungsstromkreisen nötig.

- 1-3 Zimmer Wohnung = 2 Stromkreise
- 3-5 Zimmer Wohnung = 3 Stromkreise
- +5 Zimmer Wohnung = 4 oder mehr Stromkreise

Dabei bedeutet **ein Stromkreis, eine separate Sicherung**. In der Regel ist das eine einpolige Sicherung. Für einen einwandfreien Betrieb sind **pro Sicherung ca. 10 Anschlussstellen** ideal.

Des Weiteren ist es von Vorteil, Räume, die oft **zusammen genutzt** werden, **nicht auf denselben Stromkreis** zu nehmen. Als Beispiel, Küche und Wohnzimmer. So kann eine mögliche **Überlastung verhindert werden**.

Die Beleuchtungsstromkreise sollten idealerweise im **Zentrum** der angeschlossenen Geräte und in **Wandnähe** platziert werden. Dies dient der Optimierung der Leitungsführung.

Pro Beleuchtungsstromkreis ist **mindestens eine Abzweigdose** erforderlich. Bei größeren Distanzen können mehrere miteinander verbundene Abzweigdosen vorgesehen werden.

Abzweigdosen, Verteildosen



Bild 107

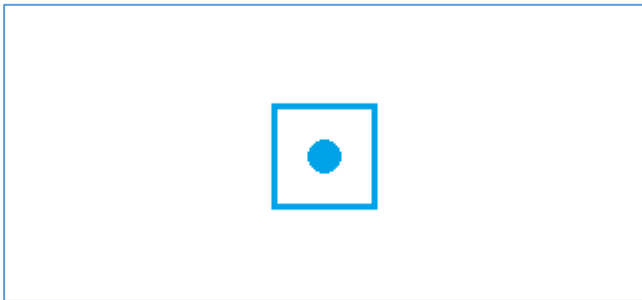


Bild 108

Abzweigdosen ([Bild 107](#), [108](#)) dienen zur Verteilung oder Verbindung von Strom an einem **zentralen Punkt**. Eine Zuleitung führt immer von der Verteilung zur Dose, um sie mit Strom zu versorgen.

An diesem Punkt können Lampen, Schalter, Steckdosen usw. direkt angeschlossen und verbunden werden.

Damit lässt sich ein unübersichtliches Verlegen der Leitungen vermeiden. Ebenso können spätere Änderungen durch eine Abzweigdose deutlich einfacher durchgeführt werden.

Planungen und Installationen erfolgen stets nach den Grundsätzen der Einfachheit und Kosteneffizienz.

Dies bedeutet, dass nicht zwingend alle Schalter und Verbraucher zu einer Abzweigdose geführt werden müssen. Es ist auch möglich, Schalter direkt zur Lampenstelle oder Steckdosen zu führen, wenn dies eine einfachere Umsetzung darstellt.

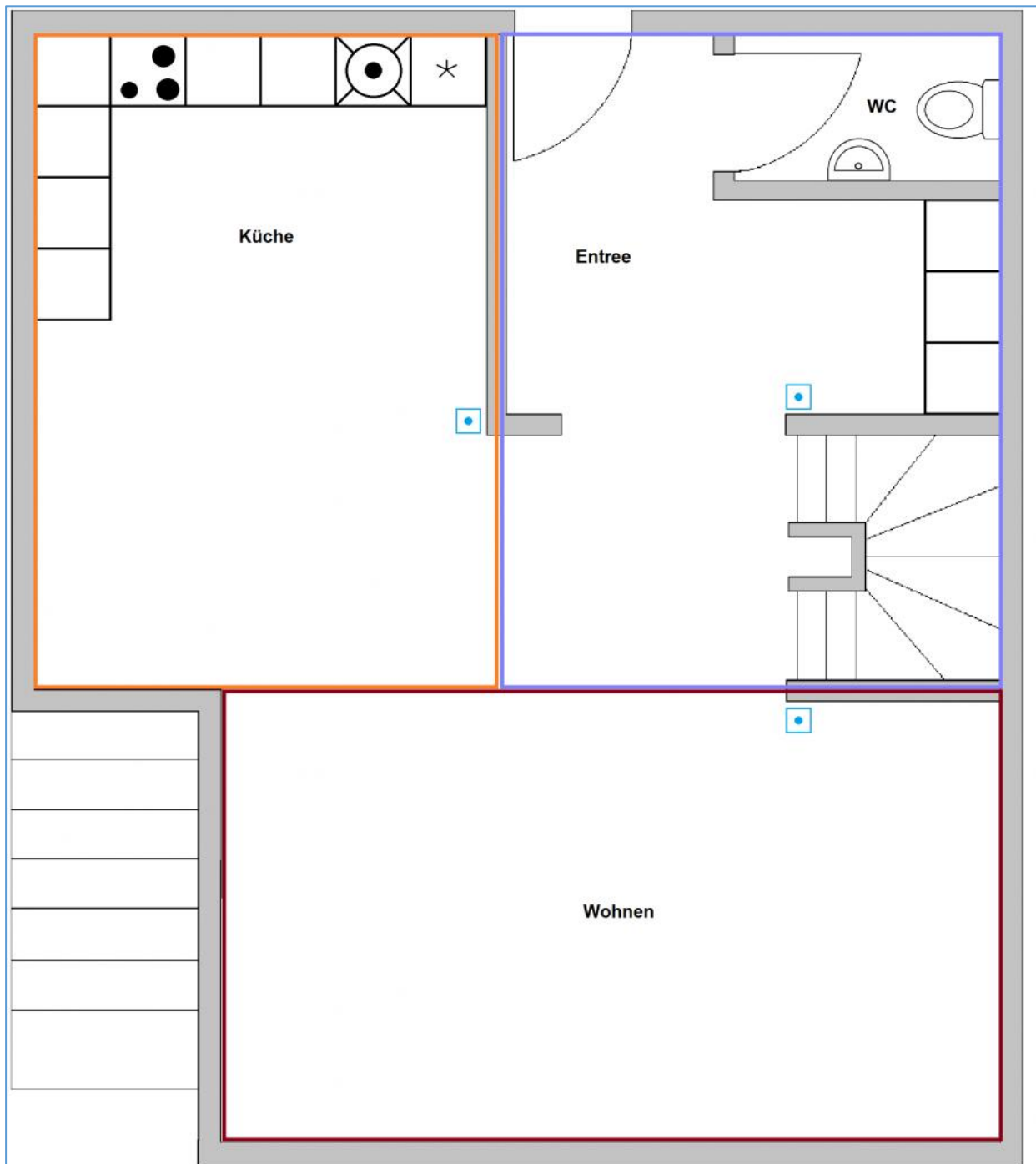


Bild 109

Dies ist die Aufteilung der Beleuchtungsstromkreise im Erdgeschoss (*Bild 109*). Es wurden **drei Beleuchtungsstromkreise** ausgewählt.

Jeder farblich markierte Bereich repräsentiert einen separaten Stromkreis und ist jeweils durch eine eigene Sicherung in der Hauptverteilung abgesichert.

Elektroplanung im Untergeschoss

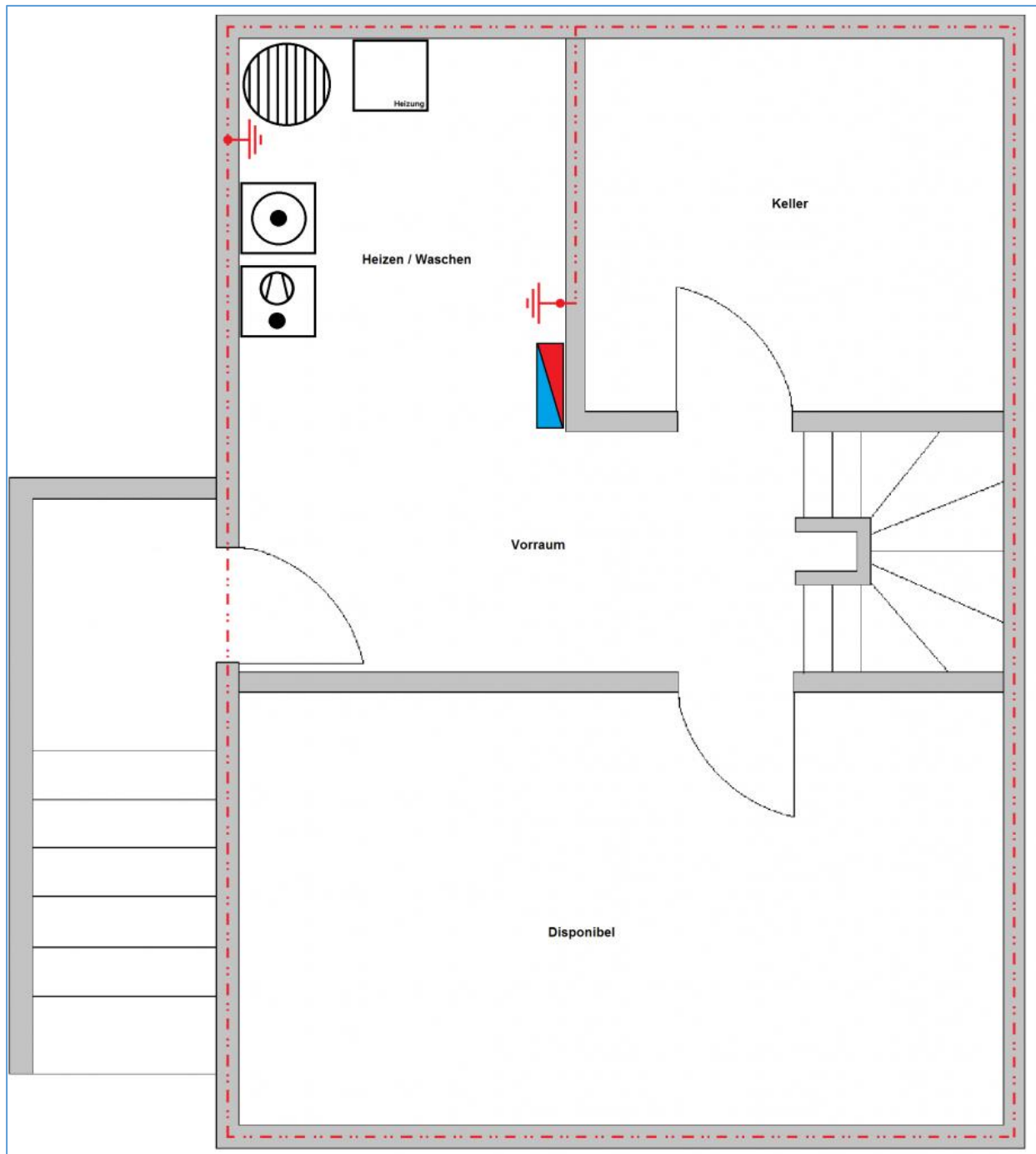
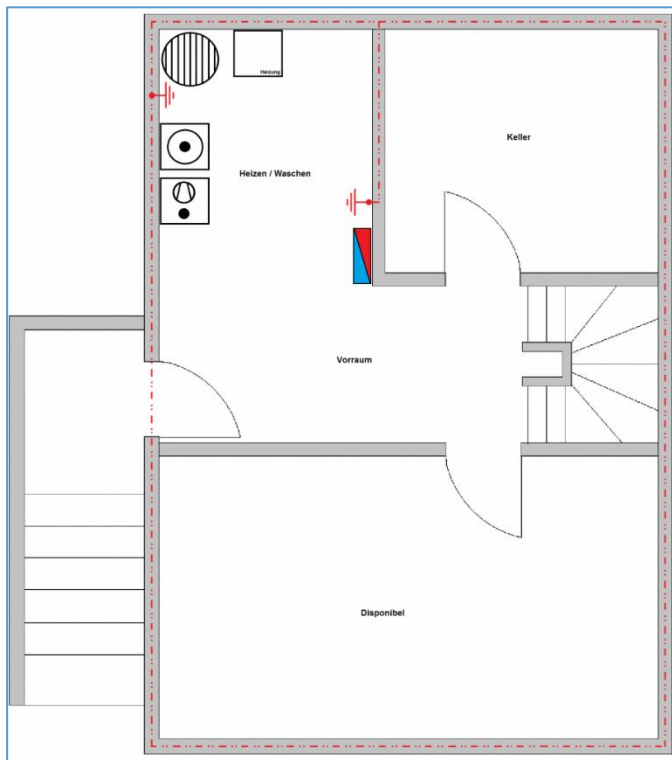


Bild 110

Ich habe die Planung im Untergeschoss schrittweise dargestellt, um sie übersichtlicher zu machen. Begonnen mit diesem Plan ([Bild 110](#)).



Im ersten Schritt wurde die **Hauptverteilung** (blauroter Kasten) positioniert. Es ist empfehlenswert, die Verteilung so zu platzieren, dass die Leitungen möglichst kurzgehalten werden können.

Auch die Leitungen in die oberen Stockwerke sind zu berücksichtigen. Die Bestimmung des Standorts der Elektroverteilung sowie der Steigleitung unterliegt den Normen und Regeln des jeweiligen Landes, in dem die Installation ausgeführt wird.

Als nächstes habe ich die **Fundamenterdung** (Rote Doppelpunkte und Striche) eingezeichnet. Diese geht einmal um das ganze Haus und wird im Fundament unter der Außenwand verlegt. Die beiden Anschlusspunkte sind für den **Potentialausgleich** gedacht.

Es ist sinnvoll, diesen Anschlusspunkt bei der Hauptverteilung (Hausanschlusskasten) und bei der Wasserleitung zu installieren. Der **Hausanschlusskasten**, die **Wasserleitung** sowie **alle weiteren metallischen (leitenden) Leitungen** müssen schließlich mit dem Fundamenterder verbunden werden.

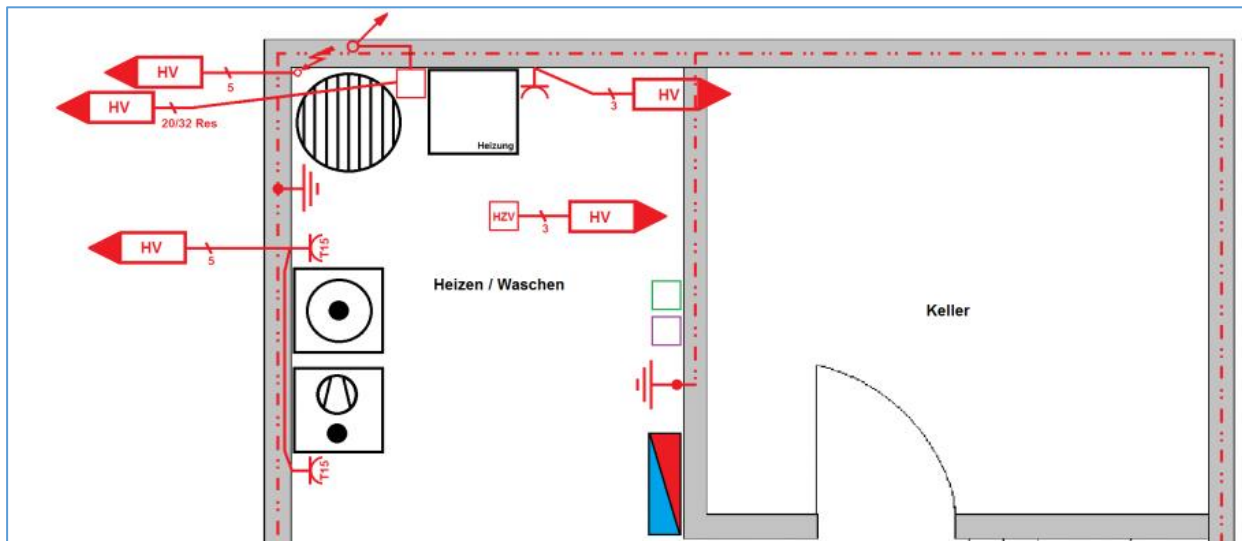


Bild 111

Anschließend zeichne ich die Anschlüsse der elektrischen Geräte mit hohem Anschlusswert (*Bild 111*).

Dies sind die sogenannten **Kraftanschlüsse**, welche in **Rot** markiert sind und somit nicht zur **blauen** Lichtinstallation gehören. Da Kraftanschlüsse einen hohen Leistungsbedarf haben, werden sie jeweils einer **separaten Sicherung** zugewiesen.

Solche separaten Stromkreise werden auch dann eingerichtet, wenn es aus praktischen oder sicherheitstechnischen Gründen sinnvoll ist, diese nicht mit anderen zu teilen, unabhängig von ihrem Anschlusswert.

Das Aufteilen von Stromkreisen stellt sicher, dass ein Defekt in einem Gerät nicht die anderen Geräte beeinträchtigt.

Folgende Geräte werden meist durch einen Separaten Stromkreis abgesichert. Gefriertruhe, Telefonanlage, Netzwerk-Rack usw.

Zurück zum Plan (*Bild 111*). Die eingezeichneten Anschlüsse sind für den **Boiler**, die **Heizung**, die **Waschmaschine**, den **Trockner** und die **Heizungsverteilung** vorgesehen. Die Anschlussdaten sind den Unterlagen des Installateurs bzw. Lieferanten dieser Geräte zu entnehmen.

Waschmaschine und Trockner sind über zwei verbundene Steckdosen an eine dreipolige Sicherung angeschlossen. Beide Geräte dürfen nicht am gleichen Außenleiter hängen. Mehr dazu im praktischen Teil.

Die **Heizverteilungsdose (HZV)** wird nahe dem Heizverteiler installiert. Sie verteilt und steuert die **Bodenheizung**.

Alle Rohrleitungen der **Raumthermostate** im gesamten Gebäude müssen zur «**HZV-Dose**» führen. Diese steuern Stellmotoren, die den Wasserdurchfluss zur Wärmeverteilung regulieren. Eine nähere Betrachtung erfolgt bei den oberen Stockwerken.

Der Boiler wird wie üblich fest angeschlossen, das bedeutet, dass er direkt ohne Zwischenschaltung einer Steckdose verbunden wird und daher dieses Symbol  erhält.

Die **Gasheizung** benötigt lediglich einen 230V-Anschluss. Es gibt jedoch auch Heizungen, die einen 400V-Anschluss erfordern. Zudem ist eine **Schlaufdose** zwischen **Heizung und Boiler** installiert. Diese enthält zwei Reserveleitungen der Größen M32 und M20, die in die Hauptverteilung führen.

Reserveleitungen bei einer Heizungsinstallation sind nützlich für spätere Anpassungen oder einen Wechsel des Heizungstyps. So ist man auf alle Eventualitäten vorbereitet.

Im Folgenden möchte ich den Unterschied zwischen einer Abzweigdose und einer Schlaufdose erläutern.

In einer **Abzweigdose** werden Kabelenden durch Klemmen verbunden und verteilt.

Bei einer **Schlaufdose** enden die Kabel nicht, sondern führen weiter in ein weiteres Rohr (sichtbar ist also eine Schlaufe) oder aus der Dose hinaus, beispielsweise bei einer Aufputzinstallation auf der Heizung. Schlaufdosen werden auch bei langen Leitungslängen verwendet, um das Einziehen der Kabel zu erleichtern.



Symbol Abzweigdose



Symbol Schlaufdose

Der Außenfühler wird an die Heizung angeschlossen und führt von dieser Schlaufdose nach oben, da er nicht im Untergeschoss installiert wird. Er ist erst im Erdgeschoss-Plan sichtbar.

Die Montage erfolgt an der **Nordfassade** des Hauses, etwa **2,50m** über dem Boden. Diese Position gewährleistet eine möglichst unverfälschte Messung der Außentemperatur.

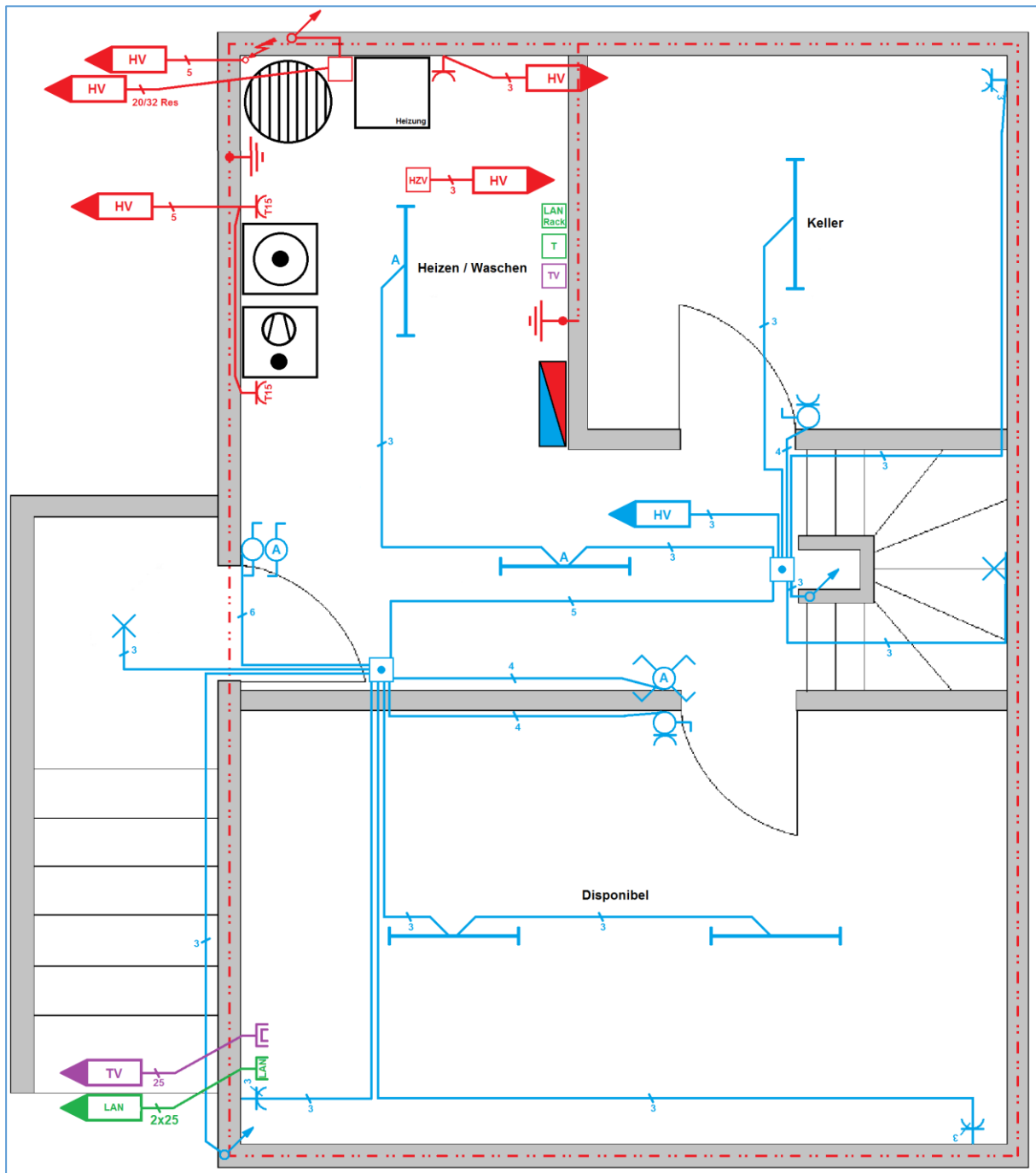


Bild 112

Bild 112 zeigt den vollständigen Installationsplan des **Untergeschosses**.

Neben der umfangreichen Lichtinstallation (**blau**), habe ich noch TV-Anschlüsse (**violett**) und Netzwerk Anschlüsse ergänzt (**grün**).

Installationen im Vorraum, Heizungs- und Waschraum

Der Vorraum sowie der Heizungs- und Waschraum erhalten jeweils eine Balkenleuchte (A).

Diese werden neben dem Kellereingang, beim disponibel-Raum und vom Erdgeschoss her am Kellerabgang geschaltet. Hier nur durch einen Pfeil nach oben zu sehen.

Da es hier drei Schaltstellen benötigt, plane ich eine [Kreuzschaltung](#).

Bevor man zur Kellertreppe nach draußen geht, kann man eine Leuchte vor dem Eingang von innen einschalten.

Diese Leuchte lässt sich auch von oben an der Treppe einschalten, was durch einen Pfeil nach oben angezeigt wird.

Da es hier zwei Schaltstellen hat, wählte ich die [Wechselschaltung](#).

Installationen Kellerraum, Disponibel

Der Kellerraum bekommt eine Balkenleuchte, eine Steckdose beim Schalter ([Ausschaltung](#)) und eine an der Ostwand.

Da der disponibel Raum oft als Büro verwendet wird, bekommt dieser einen Netzwerk- und TV-Anschluss, so wie drei Steckdosen. Die Beleuchtung besteht aus zwei Balkenleuchten, die durch einen Ausschalter beim Eingang bedient werden.

Die Lichtinstallation im Keller erhält eine eigene Sicherung in der Hauptverteilung, wodurch nur eine Zuleitung zur Hauptverteilung (HV) erforderlich ist.

Alle Leitungen im Keller werden über die Decke verlegt, darum sind auch keine gestrichelten Leitungen zu sehen.

Installationen Küche und Wohnen

Die Küchenbeleuchtung umfasst sechs Einbauleuchten sowie zwei Unterbauleuchten, welche über einen Ausschalter (D) gesteuert werden.

An derselben Schaltstelle befindet sich der Schalter C, der mit einer Kreuzschaltung von zwei weiteren Stellen (Treppe und Wohnen) geschaltet werden kann.

An derselben Position ist die Installation eines Raumthermostats geplant, über den die Temperatur der Fußbodenheizung reguliert werden kann. Die Leitung wird zur Heizungsverteilung im Keller geführt.

Die Wohnzimmerleuchte kann über Schalter F ein- und ausgeschaltet werden. Der Schalter B steuert alle drei Steckdosen an verschiedenen Standorten, was praktisch ist für den späteren Einsatz einer Stehleuchte. Zudem gibt es ausreichend Anschlussmöglichkeiten für TV und Netzwerk.

Installationen im Eingangsbereich

Im Eingangsbereich (Entree) werden drei Einbauleuchten mit einer Wechselschaltung geschaltet.

Außen an der Haustüre befindet sich der Knopf für die Klingel (**braun**), welche vom Lichtschalter auf der Innenseite gespeist wird. Der Gong (230V ohne Trafo) der mit dem Klingelknopf verbunden ist, befindet sich im Eingangsbereich.

Die Steigleitungen befinden sich am Treppenhaus, diese erstrecken sich ins obere Geschoss.

Elektroplanung im Obergeschoss

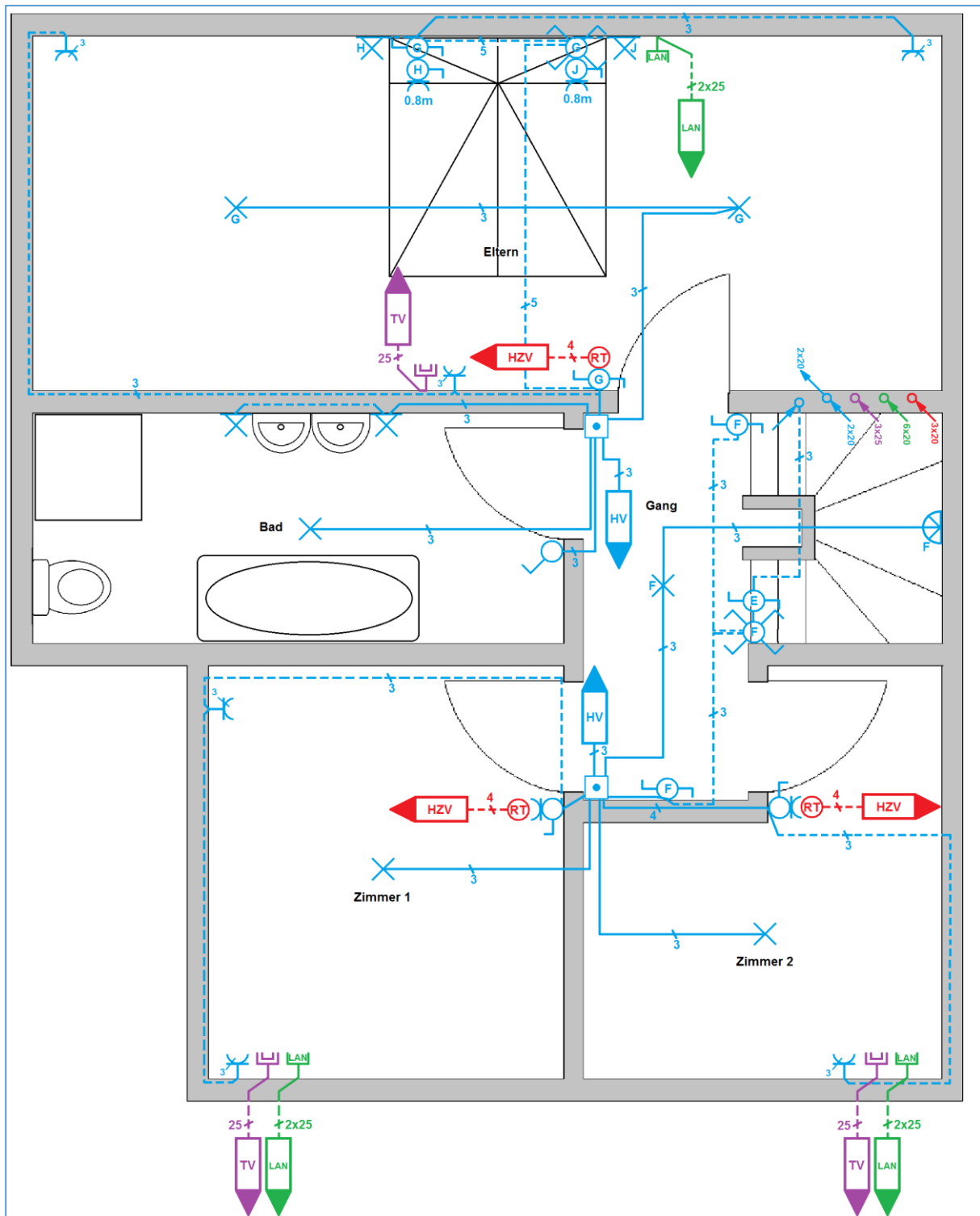


Bild 114

Bild 114 zeigt zu guter Letzt das fertig geplante Obergeschoss.

Installationen Schlafzimmer

Hier findet man eine aufwendige, aber sehr komfortable Schaltung der Beleuchtung.

Die beiden Deckenleuchten können sowohl von der Tür aus als auch von beiden Bettseiten (auf einer Höhe von 80 cm) mithilfe einer [Kreuzschaltung](#) gesteuert werden.

Jede Bettseite ist mit einer individuell steuerbaren Wandleuchte ausgestattet.

Eine Dimm Funktion wäre ebenfalls denkbar, um den Partner in der Nacht nicht durch zu helles Licht zu stören. Auch beim morgendlichen Aufwachen ist ein nicht allzu grelles Licht sehr angenehm.

Raumthermostat (RT) und TV, sowie Netzwerk Anschlüsse sind hier ebenfalls geplant.

Installationen Badezimmer und Gang

Das Badezimmer und das Schlafzimmer sind gemeinsam mit dem Flur an eine Abzweigdose angeschlossen.

Im Badezimmer sind zwingend die Schutzbereiche im Zusammenhang mit der Elektroinstallation einzuhalten!

Hier befindet sich eine Leuchte in der Mitte des Raumes und zwei Leuchten am Waschbecken. Zusätzlich gibt es Steckdosen am Waschbecken.

Es wird empfohlen, einen vorgefertigten Spiegelschrank zu wählen, der bereits über die erforderlichen, vorschriftsgemäß installierten Steckdosen verfügt.

Zusätzlich sollte jedoch ein vierter Draht zusammen mit den drei vorhandenen Drähten verlegt werden, um sicherzustellen, dass die Steckdosen auch dann Strom führen, wenn das Licht ausgeschaltet ist.

Im Flur ist eine zentral positionierte Leuchte (F) vorgesehen, die über drei Schaltstellen bedient werden kann ([Kreuzschaltung](#)).

Installation Zimmer 1 und 2

Die zwei Zimmer sind zusammen an eine Abzweigdose angeschlossen. Diese Zimmer werden oft zu verschiedenen Zwecken verwendet und sollten daher auch ausreichend ausgestattet sein. Sei es Büro, Kinderzimmer, Fitnessraum usw.

Beide Zimmer besitzen eine Bodenheizung, die separat über den Raumthermostaten gesteuert werden kann. Dazu gibt eine normale Beleuchtung, 230V Steckdosen sowie TV- und Netzwerkanschlüsse.

Installation in der Praxis

Ich möchte kurz erklären, wie der Elektroinstallateur bei der Verlegung der Leitungen auf der Schalung vorgeht.

Nehmen wir an, dass die Kellermauer errichtet ist und die Schalung für das Betonieren vorbereitet wurde.



Bild 115

Die Schalung dient als Form für den Beton ([Bild 115](#)). Sie wird mit Schalungsbrettern erstellt und muss möglichst dicht sein.

Auf diese Bretter werden dann sogenannte Armierungseisen, auch Bewehrungsstahl genannt, gelegt und verbunden. Diese rostigen Netze werden einbetoniert und tragen zur Stabilität des Betons bei.

Nach der ersten Lage Armierungseisen, verlegen die Installateure ihre Leitungen darauf. Auf dem Foto sind die orangefarbenen Rohre des Elektrikers besonders gut zu erkennen.

Das ist eine etwas ältere Aufnahme, mittlerweile sind die Elektro-Rohrleitungen in vielen Farben erhältlich wie: **blau**, **braun**, **gelb**, **grau**, **grün**, **lila**, **rot** und **schwarz**.

Diese Farben können dabei hilfreich sein, z.B. Stark- und Schwachstrominstallationen während und nach der Verlegung voneinander zu unterscheiden.

Nachdem alle Installationen abgeschlossen sind, wird die zweite Lage Armierung verlegt und anschließend die Schalung mit Beton gefüllt.

Nach dem Betonieren wird zuerst die **Kellerdecke** erstellt, die logischerweise gleichzeitig den **Boden des Erdgeschosses** bildet.

Daher müssen vor dem Betonieren sämtliche notwendigen Installationen und Verlegungen abgeschlossen sein.

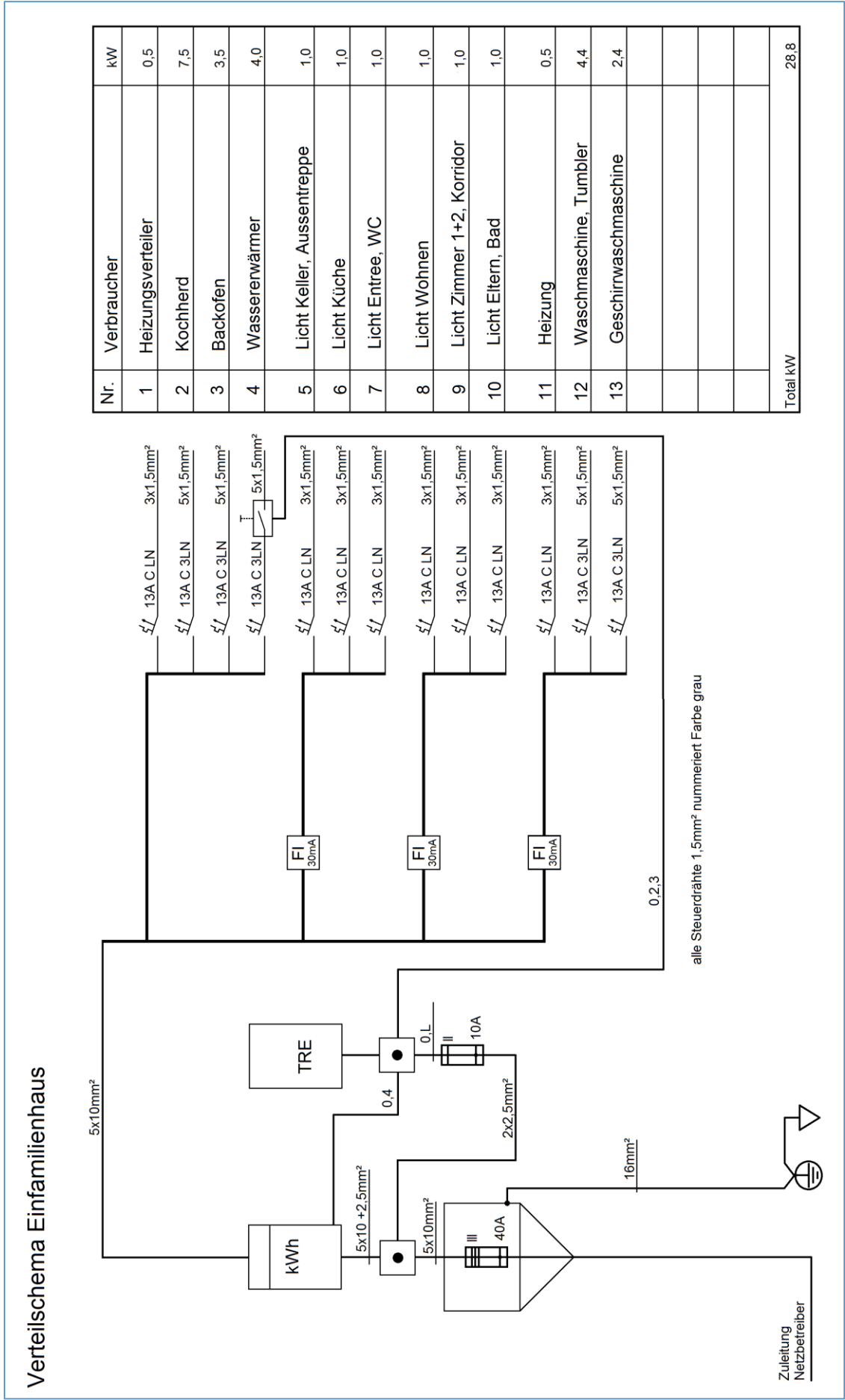
Der Elektroinstallateur muss darauf achten, dass sowohl die Leitungen, Lampenstellen, Schalterstellen und Abzweigdosen in der **Decke des Kellers** installiert werden, als auch die aufstehenden Rohre für den **Boden des Erdgeschosses**.

Um die Installationen in der ersten Schalung korrekt durchzuführen, benötigt der Installateur den **UG-Plan** für die Installationen in der Kellerdecke sowie den **EG-Plan** für die Installationen im Erdgeschossboden.

- Und daher werden die Leitungen, die in der Decke verlegt werden müssen, im Installationsplan durchgezogen gezeichnet.
- Die Leitungen, die im Boden verlegt werden müssen, werden gestrichelt gezeichnet.

Dies kann anfangs etwas verwirrend erscheinen, insbesondere wenn man damit noch keine eigenen Erfahrungen gemacht hat.

2.9 Verteilschema erstellen (einpölig)



2.10 Elektroschaltplan erstellen (allpolig)

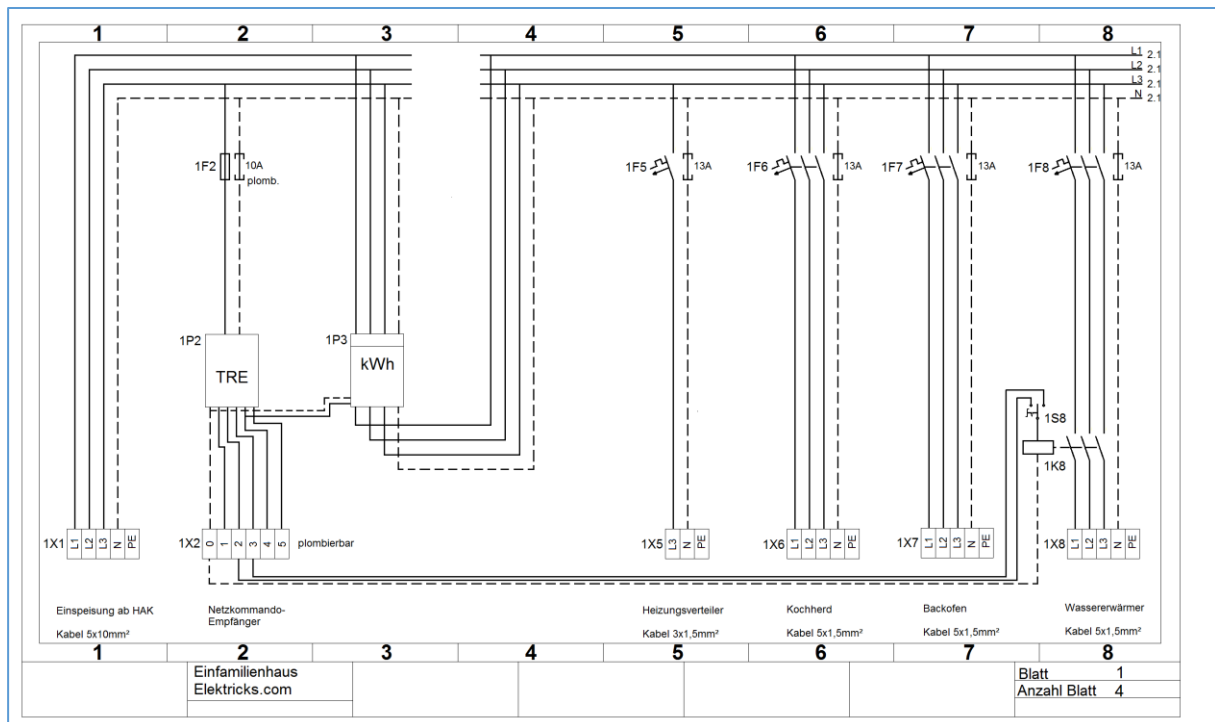


Bild 117

Bevor wir zu den praktischen Beispielen übergehen, erläutere ich die Entstehung eines **Elektroschaltplans** (Bild 117). Dabei werde ich mich auf die wesentlichen Aspekte konzentrieren.

Der Elektroschaltplan dient als Grundlage für den Bau der Elektroverteilung, dem zentralen Element jeder Elektroinstallation.

Der Schaltplan wird **allpolig** gezeichnet, was bedeutet, dass jeder Draht, der installiert werden soll, ebenfalls im Plan dargestellt wird.

Im nächsten Kapitel zeige ich anhand eines praktischen Beispiels, warum das so ist. Ich werde die gesamte Verteilung nachbauen.

Blatt, Pfad und Kennbuchstaben

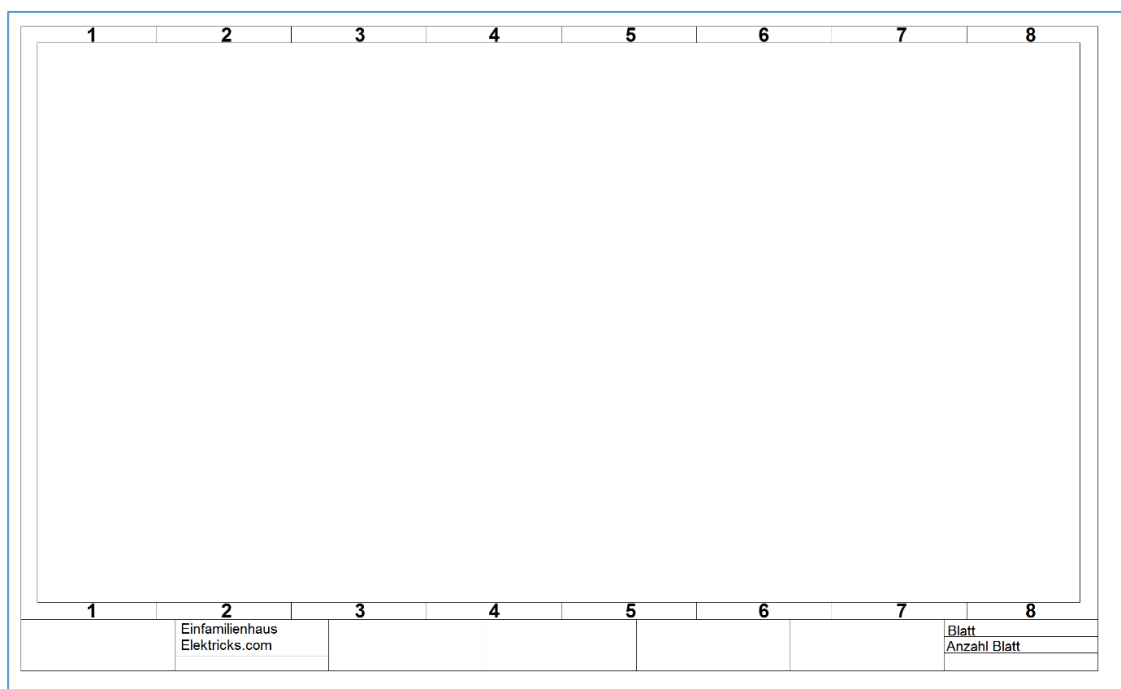


Bild 118

Auf [Bild 118](#) ist eine typische Seite eines Elektroschaltplans einer Verteilung dargestellt. Diese Seite wird üblicherweise als „**Blatt**“ bezeichnet.

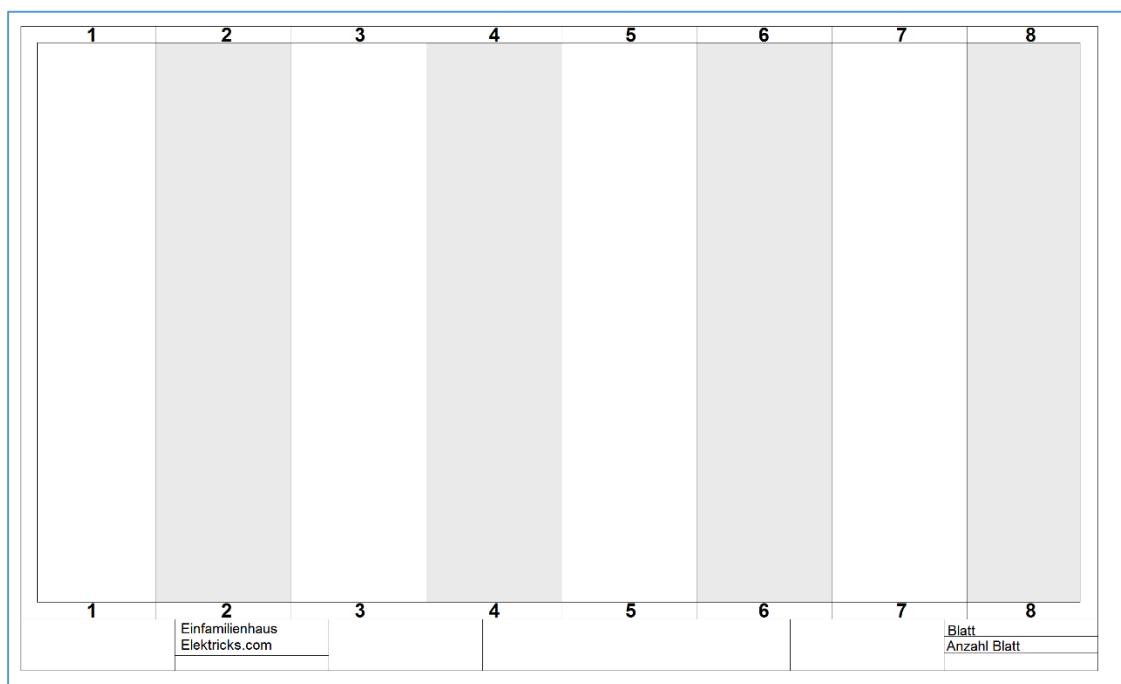


Bild 119

Oben und unten sind die **Ziffern 1-8** zu sehen. Dieser vertikale Bereich wird als «**Pfad**» bezeichnet. Es gibt 8 dieser Pfade auf einem Blatt ([Bild 119](#)).

Die nächste wesentliche Angabe auf diesem Dokument ist die Seitennummer, die mit «**Blatt**» gekennzeichnet ist. Beispielsweise Seite 1 oder Blatt 1.

Mit diesen Informationen sind alle erforderlichen Angaben vorhanden, um einen Elektroschaltplan für eine Elektroverteilung zu erstellen.

In der Praxis gibt es noch weitere Angaben, die zu vermerken sind, z.B.:

- Elektroverteilungsnummer
- Objekt
- Datum
- Kürzel des Planers
- Planungsbüro
- Auftragsnummer
- Änderungsdatum
- usw.

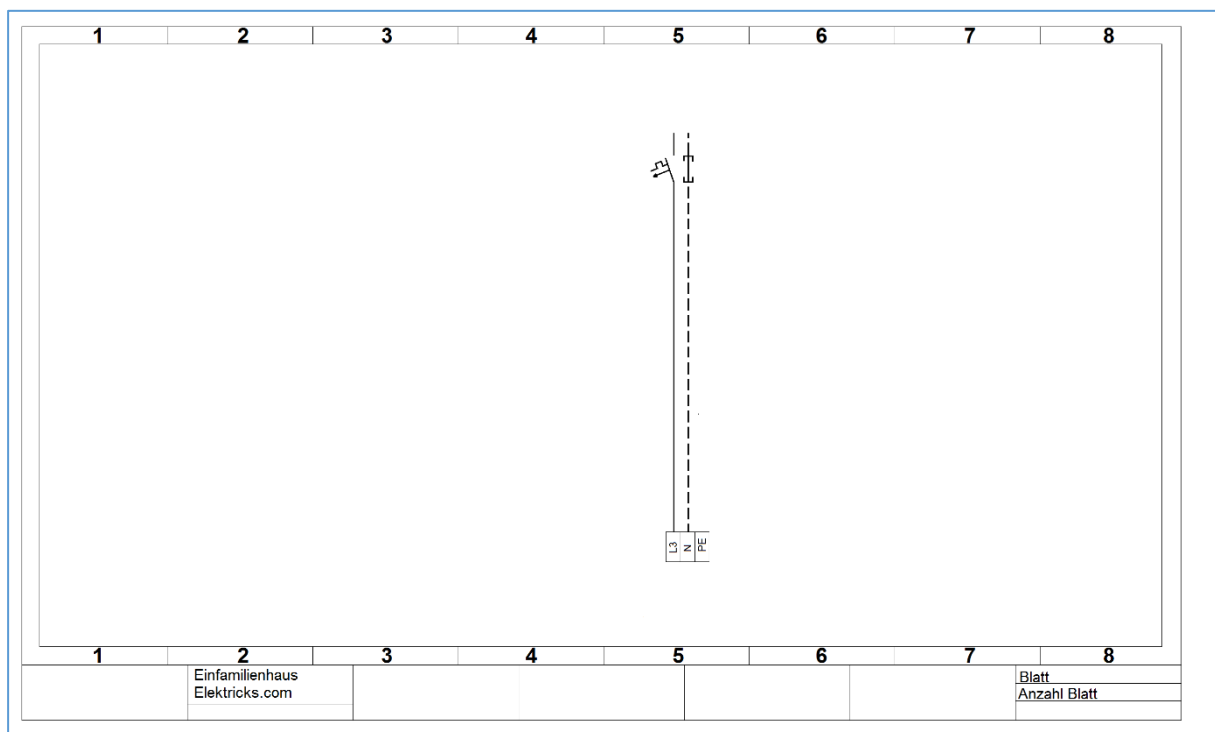


Bild 120

Nun möchte ich erklären, was die Informationen **Pfad** und **Blatt** bedeuten.

Zu diesem Zweck habe ich eine **Sicherung** (Leitungsschutzschalter) und einen **Klemmenblock** auf **Pfad 5** gezeichnet (Bild 120).

Die Symbole für den Elektroschaltplan findet man auf:

<http://elektricks.com/kategorie/elektrosymbole-im-elektroschaltplan>

Den gezeigten Leitungsschutzschalter findet man unter [Schutzeinrichtungen, Sicherungen](#).

Um die Symbole etwas besser zu kennen, ist etwas **Selbststudium** notwendig.

Keine Sorge, eine gewöhnliche Elektroverteilung erfordert nur wenig verschiedene Symbole und selbst diese wiederholen sich relativ oft.

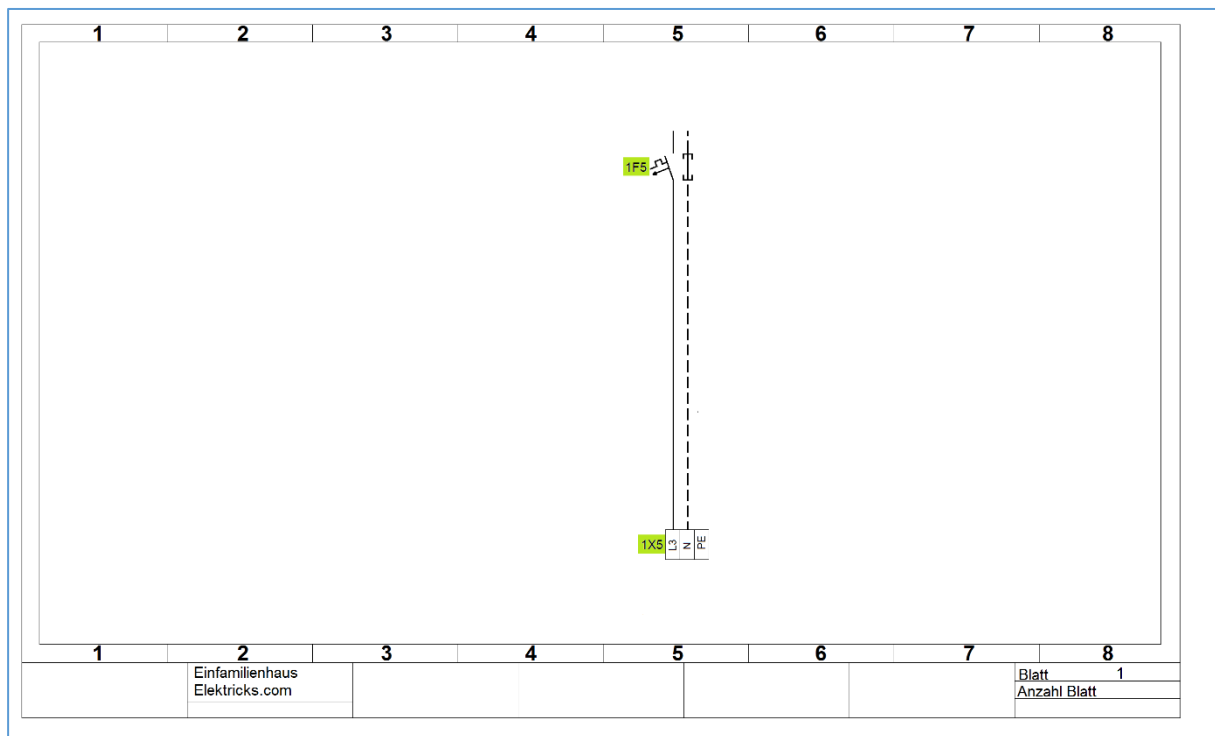


Bild 121

Als nächstes beschrifte ich die Sicherung und die Klemme nach ihrer Position. Durch die Angaben von **Blatt** und **Pfad** erhalte ich eine **einmalige Nummerierung**, die im gesamten Elektroschaltplan nur einmal vorkommt (Bild 121).

- **1F5**
- **1X5**

Die **erste Ziffer** teilt mir mit, auf welchem **Blatt** und die **zweite**, in welchem **Pfad** die gezeichnete elektrische Komponente zu finden ist.

Dazwischen befinden sich die Buchstaben F und X. In diesem Fall steht **F für Sicherung** und **X für Klemme**. Dies sind die Kennbuchstaben der elektrischen Betriebsmittel.

Weitere Informationen zu den Kennbuchstaben findet man unter anderem unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Betriebsmittel> (Elektrotechnik)

Dieses System ist gut gestaltet, einfach und unkompliziert, besonders in Anbetracht dessen, dass ein Elektroschaltplan auch über 100 Seiten umfassen kann.

Die Beschriftung der einzelnen Betriebsmittel erfolgt auch an der Anlage selbst (Das zeige ich später noch anhand des praktischen Beispiels).

Auf diese Weise kann das elektrische Betriebsmittel auch vom Techniker schnell gefunden werden.

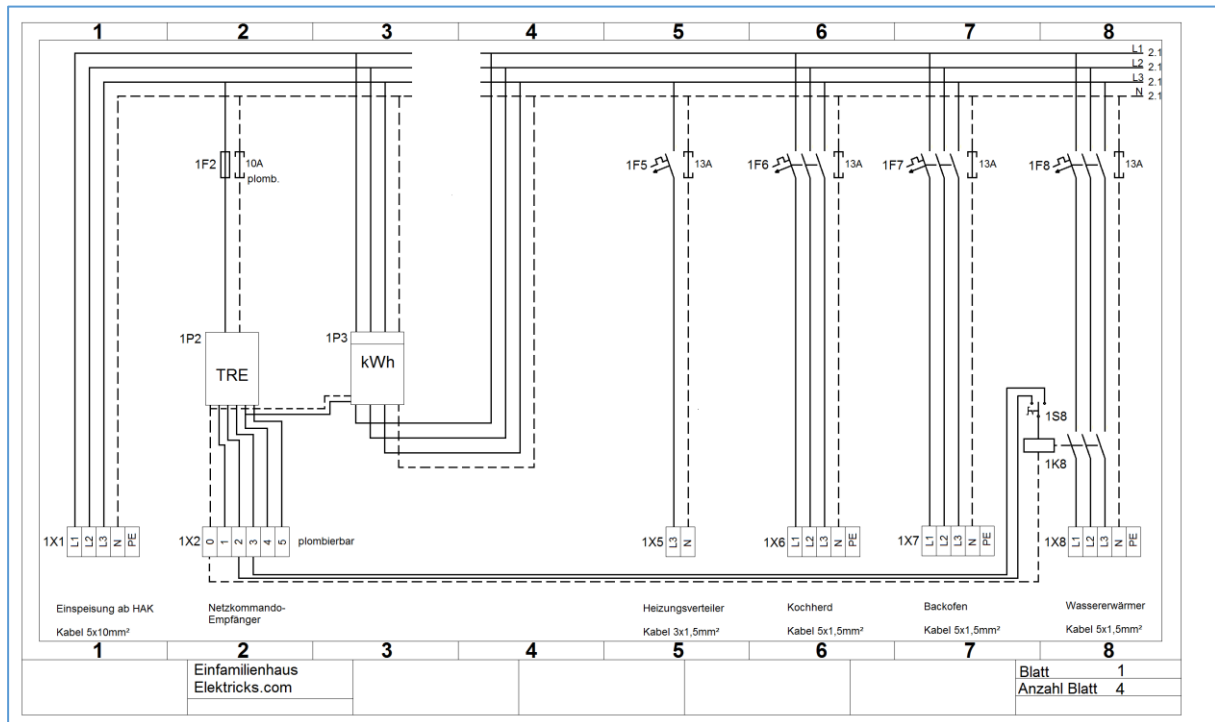


Bild 122

So sieht nun die fertige erste Seite des Elektroschaltplanes aus ([Bild 122](#)).

Auf den folgenden Seiten ist der gesamte Schaltplan des geplanten Wohnhauses zu sehen, dieser besteht aus **4 Seiten**.

Dieser Schaltplan wird im nächsten Kapitel bei der praktischen Umsetzung häufig erwähnt und muss daher zur Erklärung öfter nachgeschlagen werden.

Ende der Leseprobe

Zu lesen war das erste und ein Teil vom zweiten Kapitel vom Fachbuch

Praxis Elektrik – von der Planung bis zur Endkontrolle.

Ein kleiner, hoffentlich positiver Eindruck darauf, was im kompletten Buch (452 Seiten) noch zu erwarten ist.

Im [Inhaltsverzeichnis](#), ganz am Anfang der Leseprobe ist nachzulesen, welche Themen dieses Buch noch weiter behandelt.



[eBook kaufen](#): 47€

Ausgeschriebener Link: <https://www.digistore24.com/product/319140>



[Printausgabe kaufen](#): 59€

Ausgeschriebener Link: <https://www.amazon.de/dp/B0FQJ3FQTM>

Beste Grüße / Matthias Hallwyler / Elektricks.com