

Vorwort

Das **Fachbuch für das Elektrohandwerk** richtet sich primär an alle Handwerker aus der Elektrobranche. Es stützt sich auf die Reglemente des Eidgenössischen Starkstrominspektorates ESTI zur Erlangung der eingeschränkten Installationsbewilligung gemäss NIV Art. 13, 14 und 15. Das Buch dient u.a. als Hilfe für die Vorbereitung auf die erwähnte Ausbildung, aber auch als Nachschlagewerk für die praktische Arbeit.

Das Buch wurde in fünf Kapitel gegliedert.

1. Kapitel Elektrische Grundlagen

Die grundlegenden physikalischen Zusammenhänge der Elektrotechnik werden in möglichst kompakter Form erklärt und vielfach durch Rechnungsbeispiele in die Praxis überführt.

2. Kapitel Anschlusstechnik und Materialkunde

Im Kapitel zwei geht es primär um Elektromaterialien, dessen Bezeichnungen, Eigenschaften und Dimensionierungshinweise.

3. Kapitel Installationsvorschriften und Normen

Über Gesetzes- und Verordnungsauszüge bis hin zu detaillierten Erklärungen aus den Normen und Richtlinien wird auf das Wichtigste für den praktischen Arbeitsalltag eines Elektrohandwerkers eingegangen. So auch auf die Geräteprüfung gemäss SNR 462638.

4. Kapitel Sicherer Umgang mit Elektrizität

Mögliche Auswirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper werden eben so erläutert wie die erforderlichen Schutzmassnahmen zur Verhinderung von Elektrounfällen. Ebenfalls wird auf nicht elektrische Gefahren eingegangen, denen häufig Betriebselektriker bei der Instandhaltung ausgesetzt sind.

5. Kapitel Installationskontrolle und Messkunde

Im letzten Kapitel geht es um die Messtechnik. Insbesondere werden die verschiedenen Messungen mit dem Installationstester und die Messungen zur Durchführung der Geräteprüfung gemäss SNR 462638 näher beschrieben.

Anhang

Neben diversen Zusatzinformationen finden Sie gegen Ende des Buches mehrere QR – Codes, womit auf einige Dokumente (Instruktionsnachweis, Inbetriebnahmeprotokoll, Messprotokoll und Geräte – Prüfprotokoll) zugegriffen werden kann.

Nun wünsche ich Ihnen viel Erfolg bei Ihrer Arbeit und hoffe, Sie mit meinem Buch dabei unterstützen zu können.

Pascal Canova

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
1	ELEKTRISCHE GRUNDLAGEN	
1.1	Aufbau der Materie (1. Teil)	12
1.2	Aufbau der Materie (2. Teil)	13
1.3	Elektrische Ladungen und Ladungsträger (1. Teil)	14
1.4	Elektrische Ladungen und Ladungsträger (2. Teil)	15
1.5	Elektrischer Stromkreis (1. Teil)	16
1.6	Elektrischer Stromkreis (2. Teil)	17
1.7	Elektrische Spannung (1. Teil)	18
1.8	Elektrische Spannung (2. Teil)	19
1.9	Elektrischer Strom (1. Teil)	20
1.10	Elektrischer Strom (2. Teil)	21
1.11	Elektrische Stromdichte (1. Teil)	22
1.12	Elektrische Stromdichte (2. Teil)	23
1.13	Elektrischer Widerstand (1. Teil)	24
1.14	Elektrischer Widerstand (2. Teil)	25
1.15	Ohmsches Gesetz (1. Teil)	26
1.16	Ohmsches Gesetz (2. Teil)	27
1.17	Messen von U, I und R (1. Teil)	28
1.18	Messen von U, I und R (2. Teil)	29
1.19	Leiter- und Leitungswiderstand (1. Teil)	30
1.20	Leiter- und Leitungswiderstand (2. Teil)	31
1.21	Elektrische Leistung (1. Teil)	32
1.22	Elektrische Leistung (2. Teil)	33
1.23	Elektrische Arbeit / Energie (1. Teil)	34
1.24	Elektrische Arbeit / Energie (2. Teil)	35
1.25	Energiezähler und Energiekosten (1. Teil)	36
1.26	Energiezähler und Energiekosten (2. Teil)	37
1.27	Wärmelehre (1. Teil)	38
1.28	Wärmelehre (2. Teil)	39
1.29	Einzel- und Gesamtwirkungsgrad (1. Teil)	40
1.30	Einzel- und Gesamtwirkungsgrad (2. Teil)	41
1.31	Reihenschaltung Serieschaltung (1. Teil)	42
1.32	Reihenschaltung Serieschaltung (2. Teil)	43
1.33	Parallelschaltung (1. Teil)	44
1.34	Parallelschaltung (2. Teil)	45
1.35	Gemischte Schaltung (1. Teil)	46
1.36	Gemischte Schaltung (2. Teil)	47
1.37	Spannungsfall auf Leitungen (1. Teil)	48

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
1	ELEKTRISCHE GRUNDLAGEN	
1.38	Spannungsfall auf Leitungen (2. Teil)	49
1.39	Elektrisches Feld → Kondensator (1. Teil)	50
1.40	Elektrisches Feld → Kondensator (2. Teil)	51
1.41	Magnetismus (1. Teil)	52
1.42	Magnetismus (2. Teil)	53
1.43	Magnetisches Feld → Kraftwirkung (1. Teil)	54
1.44	Magnetisches Feld → Kraftwirkung (2. Teil)	55
1.45	Spannungserzeugung durch Induktion (1. Teil)	56
1.46	Spannungserzeugung durch Induktion (2. Teil)	57
1.47	Einphasenwechselstrom (1. Teil)	58
1.48	Einphasenwechselstrom (2. Teil)	59
1.49	Widerstände im Wechselstromkreis (1. Teil → R)	60
1.50	Widerstände im Wechselstromkreis (2. Teil → X_C)	61
1.51	Widerstände im Wechselstromkreis (3. Teil → X_L)	62
1.52	Widerstände im Wechselstromkreis (4. Teil)	63
1.53	Leistungen in Wechselstromkreisen (1. Teil)	64
1.54	Leistungen in Wechselstromkreisen (2. Teil)	65
1.55	Dreiphasenwechselstrom und Verkettung (1. Teil)	66
1.56	Dreiphasenwechselstrom und Verkettung (2. Teil)	67
1.57	Stern- und Dreieckverkettung (1. Teil)	68
1.58	Stern- und Dreieckverkettung (2. Teil)	69
1.59	Leistung bei Dreiphasenwechselstrom (1. Teil)	70
1.60	Leistung bei Dreiphasenwechselstrom (2. Teil)	71
1.61	Bestimmen des Motorennennstromes (1. Teil)	72
1.62	Bestimmen des Motorennennstromes (2. Teil)	73
2	ANSCHLUSSTECHNIK UND MATERIALKUNDE	
2.1	Typenschild	76
2.2	Montageanleitung und Bedienungsanleitungen	77
2.3	Prüf- und Sicherheitskennzeichnung	78
2.4	Elektrische Isolierstoffe ⇔ Allgemeines	79
2.5	Feste Isolierstoffe ⇔ Kunststoffe	80
2.6	Nichtbrennbare und wärmeisolierende Baustoffe	81
2.7	Schutzklassen	82
2.8	Schutzart und Kennzeichnung → IP – System	83
2.9	Schutzart → Erste Kennziffer	84
2.10	Schutzart → Zweite Kennziffer	85
2.11	Schutzart → Kennzeichnung durch Symbole	86

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
2	ANSCHLUSSTECHNIK UND MATERIALKUNDE	
2.12	IK – Schutzart → Kennzeichnung	87
2.13	Rohreigenschaften nach SN EN 50086	88
2.14	Elektroinstallationsrohre	89
2.15	Leiter und Leitungen	90
2.16	Kennzeichnung von Adern	91
2.17	Übersicht für die Ermittlung von Leiterquerschnitten	92
2.18	Ermittlung von Leiterquerschnitten ⇨ Punkt 1 bis 3	93
2.19	Richtwerte von Leiterquerschnitten	94
2.20	Überstrom – Schutzeinrichtungen	95
2.21	Wahlvorgehen für Überstrom – Schutzeinrichtungen	96
2.22	Miniatorsicherungssysteme (GSS und KLS)	97
2.23	Aufbau der Normalleistungsschmelzsicherungen (NLS)	98
2.24	Auswahl Normalleistungsschmelzsicherungen (NLS)	99
2.25	Bezeichnungen der Normalleistungsschmelzsicherungen	100
2.26	Beschriftung einer NHS (DIN)	101
2.27	Aufbau einer NHS (DIN)	102
2.28	Auswahl NH – Sicherungseinsätze (DIN)	103
2.29	Leitungsschutzschalter ⇨ Aufbau	104
2.30	Thermischer und elektromagnetischer Auslöser eines LS	105
2.31	Beschriftung eines Leitungsschutzschalters → LS	106
2.32	Auswahl und Auslösecharakteristik eines LS	107
2.33	Auslösecharakteristik von Leitungsschutzschalter	108
2.34	Koordination von Überstrom – Schutzeinrichtungen	109
2.35	Fehlerstrom – Schutzeinrichtungen ⇨ Allgemeines	110
2.36	Funktionsprinzip einer Fehlerstrom – Schutzeinrichtung	111
2.37	Unterschiedliche Fehlerstrom – Schutzeinrichtungen	112
2.38	Auswahlhilfe für Fehlerstrom – Schutzeinrichtungen	113
2.39	Anwendung von Fehlerstrom – Schutzeinrichtungen	114
2.40	Motorschutzschalter ⇨ Leistungs – Motorschutzschalter	115
2.41	Beschriftung eines Motorschutzschalters	116
2.42	Motorschutz ⇨ Thermische Motorschutzrelais	117
2.43	Motorschutz ⇨ Thermistor – Schutzrelais	118
2.44	Schützen ⇨ Allgemeines	119
2.45	Aufbau und Funktion von einem Schütz	120
2.46	Gebrauchskategorien (1. Teil)	121
2.47	Gebrauchskategorien (2. Teil)	122
2.48	Schutzmodule	123

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
2	ANSCHLUSSTECHNIK UND MATERIALKUNDE	
2.49	Elektronisches Schütz	124
2.50	Unterschied Schütz und Relais	125
2.51	Betriebsmässiges Schalten Schalten für Revisionsarbeiten	126
2.52	NOT – HALT und NOT – AUS	127
2.53	Übersicht von Schalt- und Schutzapparate	128
2.54	Steckvorrichtungen ⇨ Allgemeines	129
2.55	Steckvorrichtungen (1. Teil)	130
2.56	Steckvorrichtungen (2. Teil)	131
2.57	Temperaturregelungen (1. Teil)	132
2.58	Temperaturregelungen (2. Teil)	133
2.59	Brandgefahr durch Wärmeapparate	134
2.60	Anschlussarten am Vierleiternetz	135
3	INSTALLATIONSVORSCHRIFTEN UND NORMEN	
3.1	Rechtspyramide in der Schweiz	138
3.2	Elektrizitätsgesetz ⇨ SR 734.0 (auszugsweise)	139
3.3	Schwachstromverordnung ⇨ SR 734.1 (auszugsweise)	140
3.4	Starkstromverordnung ⇨ SR 734.2 (1. Teil ⇨ auszugsweise)	141
3.5	Starkstromverordnung ⇨ SR 734.2 (2. Teil ⇨ auszugsweise)	142
3.6	Niederspannungserzeugnisverordnung ⇨ SR 734.26 (auszugsweise)	143
3.7	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (Inhaltsverzeichnis)	144
3.8	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (1. Teil ⇨ auszugsweise)	145
3.9	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (2. Teil ⇨ auszugsweise)	146
3.10	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (3. Teil ⇨ auszugsweise)	147
3.11	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (4. Teil ⇨ auszugsweise)	148
3.12	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (5. Teil ⇨ auszugsweise)	149
3.13	Niederspannungs – Installationsverordnung ⇨ SR 734.27 (6. Teil ⇨ auszugsweise)	150
3.14	Unfallverhütungsverordnung ⇨ SR 832.30 (1. Teil ⇨ auszugsweise)	151
3.15	Unfallverhütungsverordnung ⇨ SR 832.30 (2. Teil ⇨ auszugsweise)	152
3.16	EKAS und SUVA Richtlinien	153
3.17	Aufbau der Niederspannungs – Installationsnorm (NIN)	154
3.18	Schutz gegen elektrischen Schlag ⇨ Allgemeines	155
3.19	Übersicht Schutz gegen elektrischen Schlag	156
3.20	Übersicht Basisschutz (1. Teil)	157
3.21	Übersicht Basisschutz (2. Teil)	158
3.22	Übersicht Fehlerschutz	159
3.23	Fehlerschutz ⇨ System TN	160
3.24	Fehlerschutz ⇨ Beschreibung System TN	161
3.25	Fehlerschutz ⇨ Automatische Abschaltung (1. Teil)	162

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
3	INSTALLATIONSVORSCHRIFTEN UND NORMEN	
3.26	Fehlerschutz ⇒ Automatische Abschaltung (2. Teil)	163
3.27	Fehlerschutz ⇒ Automatische Abschaltung (3. Teil)	164
3.28	Übersicht Basis- und Fehlerschutz ⇒ Schutzklasse II	165
3.29	Basis- und Fehlerschutz ⇒ Schutzklasse III	166
3.30	Zusammenfassung Schutz gegen elektrischen Schlag	167
3.31	Wiederholungsprüfung und Prüfung nach Instandsetzung elektrischer Geräte SNR 462638 (1. Teil ⇒ auszugsweise)	168
3.32	Wiederholungsprüfung und Prüfung nach Instandsetzung elektrischer Geräte SNR 462638 (2. Teil ⇒ auszugsweise)	169
3.33	Wiederholungsprüfung und Prüfung nach Instandsetzung elektrischer Geräte SNR 462638 (3. Teil ⇒ auszugsweise)	170
3.34	Wiederholungsprüfung und Prüfung nach Instandsetzung elektrischer Geräte SNR 462638 (4. Teil ⇒ auszugsweise)	171
3.35	Wiederholungsprüfung und Prüfung nach Instandsetzung elektrischer Geräte SNR 462638 (5. Teil ⇒ auszugsweise)	172
4	SICHERER UMGANG MIT ELEKTRIZITÄT	
4.1	Mensch und Elektrizität	174
4.2	Funktion menschlicher Organe ⇒ Gehirn und Herz	175
4.3	Direkte und indirekte Gefahren der Elektrizität	176
4.4	Schutz gegen gefährliche Berührungsströme ⇒ RCD	177
4.5	AVOR ⇒ Gefährdungsbeurteilung / Risikoanalyse	178
4.6	5 + 5 lebenswichtige Regeln im Umgang mit Elektrizität	179
4.7	Persönliche Schutzausrüstung (PSA) ⇒ Schutzziele	180
4.8	Kurzschlussstrom → Schutzstufen	181
4.9	Erste Hilfe bei Elektrounfällen	182
4.10	Instandhaltung zur betrieblichen Sicherheit	183
4.11	Gefahren bei der Instandhaltung	184
4.12	Risikobewertung	185
5	INSTALLATIONSKONTROLLE UND MESSKUNDE	
5.1	Messtechnik ⇒ Allgemeines	188
5.2	Messkategorien	189
5.3	Messgenauigkeit analoger Messgeräte	190
5.4	Generelle Messfehler	191
5.5	Merkmale eines analogen Messgerätes	192
5.6	Digitale Messgeräte ⇒ Aufbau und Anzeigeeinheiten	193
5.7	Messfehler eines digitalen Multimeters	194
5.8	Merkmale eines digitalen Messgerätes	195
5.9	Einfluss der Kurvenform auf das Messergebnis	196

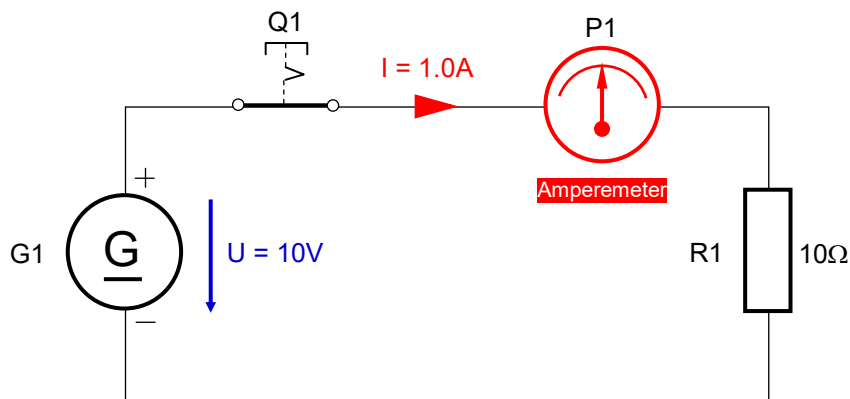
INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
5	INSTALLATIONSKONTROLLE UND MESSKUNDE	
5.10	Einfluss der Kurvenform auf das Messergebnis ⇒ Beispiel	197
5.11	Messwandler	198
5.12	Spannungs- und Strommessung	199
5.13	Widerstandsmessung	200
5.14	Installationskontrolle ⇒ Sichtprüfung und Erproben	201
5.15	Messungen ⇒ Installationstester	202
5.16	Prüfen der Leitfähigkeit von Schutzleiter (1. Teil)	203
5.17	Prüfen der Leitfähigkeit von Schutzleiter (2. Teil)	204
5.18	Messen des Isolationswiderstandes ⇒ Allgemeines	205
5.19	Messen des Isolationswiderstandes (Vorgehen 1. Teil)	206
5.20	Messen des Isolationswiderstandes (Vorgehen 2. Teil)	207
5.21	Messen des Isolationswiderstandes (Vorgehen 3. Teil)	208
5.22	Messen der Schleifenimpedanz ⇒ Allgemeines	209
5.23	Messen der Schleifenimpedanz (Messprinzip)	210
5.24	Messen der Schleifenimpedanz (mögliche Messfehler)	211
5.25	Messen der Schleifenimpedanz (Auslösezeiten)	212
5.26	Messen der Schleifenimpedanz (Messvorgang in der Praxis)	213
5.27	Prüfen von Fehlerstrom – Schutzeinrichtungen	214
5.28	Messen der Drehrichtung und Polarität	215
5.29	Gerätekontrolle ⇒ Allgemeines	216
5.30	Messen des Schutzleiterwiderstandes	217
5.31	Messen des Isolationswiderstandes (1. Teil)	218
5.32	Messen des Isolationswiderstandes (2. Teil)	219
5.33	Messen des Schutzleiterstromes	220
5.34	Messen des Berührungstromes (1. Teil)	221
5.35	Messen des Berührungstromes (2. Teil)	222
5.36	Gerätekontrolle ⇒ Funktionsprüfung & Dokumentation	223

INHALTSVERZEICHNIS

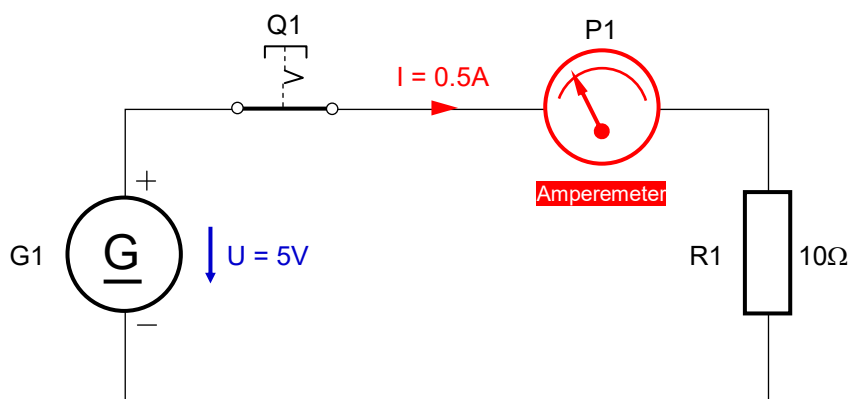
Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
A	ANHANG	
A1.1	Elektrische Symbole ⇔ Schaltzeichen	226
A2.1	Elektrische Widerstände (als Bauelement)	227
A3.1	Spannungs-, Widerstands- und Stromgrößen (Richtwerte)	228
A4.1	Sieben wichtige Formeln	229
A5.1	Motor ⇔ Berechnungsformeln	230
A5.2	Allgemeines zum Thema Motor (1. Teil)	231
A5.3	Allgemeines zum Thema Motor (2. Teil)	232
A5.4	Asynchronmotoren ⇔ Effizienzklassen IE1, IE2 und IE3	233
A6.1	Kennzeichnung von Leuchten	234
A7.1	Elektromagnetisches Spektrum	235
A8.1	R + I – Schema Symbole (1. Teil)	236
A8.2	R + I – Schema Symbole (2. Teil)	237
A8.3	R + I – Schema Symbole (3. Teil)	238
A8.4	R + I – Schema Bezeichnung mit Kennbuchstaben	239
A8.5	R + I – Schema Kennzeichnung von Instrumentensymbole	240
A8.6	R + I – Schema Beispiele	241
A8.7	R + I – Schema Beispiele mit Elektroschema	242
A9.1	Druckluftnetz ⇔ Pneumatik	243
A9.2	Druckluftnetz ⇔ Pneumatikzylinder und Wegventil	244
A9.3	Druckluftnetz Symbole	245
A9.4	Elektropneumatik ⇔ Beispiele mit Wegventilen	246
A9.5	Elektropneumatik ⇔ Beispiel mit Näherungssensoren	247
A9.6	Zusammenfassung Druckluftnetz	248
A10.1	Sicherheitszeichen (1. Teil)	249
A10.2	Sicherheitszeichen (2. Teil)	250
A11.1	Flucht- und Rettungszeichen Feuer- und Brandschutzzeichen	251
A12.1	Verhalten bei Unfällen Verhalten im Brandfall	252
A13.1	Dokumente zum Download	253
	Griechisches Alphabet Auszug einiger mathematischer Zeichen	254
	SI – Vorsätze	255
	Richtwerte für Käfigläufermotoren und dessen Absicherungen	256
	Richtwerte für Verteiltransformatoren (ONAN)	257

ELEKTRISCHE GRUNDLAGEN

1.16 OHMSCHES GESETZ (2. TEIL)


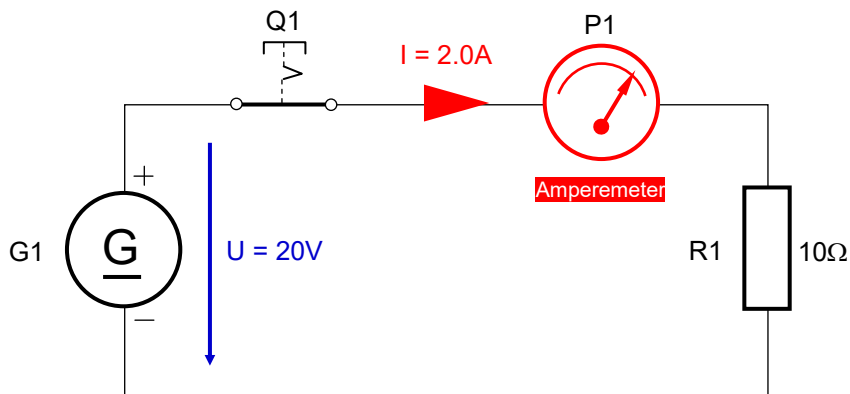
$$I = \frac{U}{R} = \frac{10V}{10\Omega} = 1.0A$$

Unter konstanten Bedingungen ist das Verhältnis von Spannung U zum Widerstand R konstant.

Bild 1.36 Beispiel 1 \Rightarrow Ohmsches Gesetz


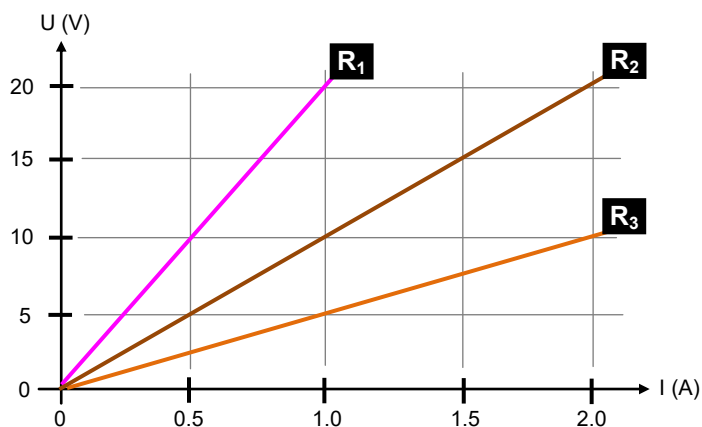
$$I = \frac{U}{R} = \frac{5V}{10\Omega} = 0.5A$$

Spannung wird halbiert, Widerstand bleibt konstant
 \Rightarrow Stromstärke halbiert sich!

Bild 1.37 Beispiel 2 \Rightarrow Ohmsches Gesetz


$$I = \frac{U}{R} = \frac{20V}{10\Omega} = 2.0A$$

Spannung wird verdoppelt, Widerstand bleibt konstant
 \Rightarrow Stromstärke verdoppelt sich!

Bild 1.38 Beispiel 3 \Rightarrow Ohmsches Gesetz

Bild 1.39 Kennlinien

$$R_1 = \frac{U}{I} = \frac{20V}{1A} = 20\Omega$$

$$R_2 = \frac{U}{I} = \frac{10V}{1A} = 10\Omega$$

$$R_3 = \frac{U}{I} = \frac{5V}{1A} = 5\Omega$$

Widerstandskennlinien

$R_1 \Rightarrow$ rosa = 20Ω

$R_2 \Rightarrow$ braun = 10Ω

$R_3 \Rightarrow$ orange = 5Ω

ANSCHLUSSTECHNIK UND MATERIALKUNDE

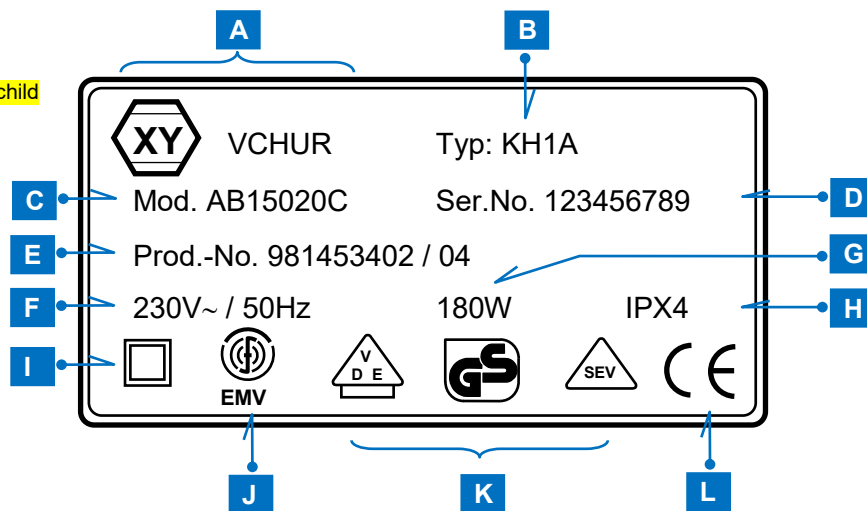
2.1 TYPENSCHILD

Typenschild

Betriebsmittel müssen über eine eindeutige Identifizierung verfügen, was i.d.R. mit einem Typenschild (auch Leistungsschild oder Fabrikschild) realisiert wird. Dafür verantwortlich ist grundsätzlich der Hersteller, manchmal auch der Importeur. Primär geht es darum, ein Betriebsmittel eindeutig zu identifizieren und einem Hersteller oder Importeur zuzuordnen. Je nach gesetzlichen Vorgaben (z.B. NEV Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse und Maschinenrichtlinie) müssen noch weitere Informationen auf einem Typenschild aufgeführt sein. Je nach Betriebsmittel befindet sich das Typenschild an ganz unterschiedlichen Stellen wie z.B. beim Backofen innerhalb des Ofens an der Türkante, Kochfeld seitlich unterhalb des Kochfeldes, Waschmaschine innerhalb am Türrahmen usw.

⇒ Beispiel eines Typenschildes

Bild 2.1 Typenschild



A = Hersteller – Firmenzeichen und Herstellerfirma

B = Typenbezeichnung

C = Modellbezeichnung / Modellnummer

D = Seriennummer (SN)

E = Produktnummercode (PNC) mit ML Code (die letzten beiden Zahlen bilden den ML Code → 04)

F = Nennspannung (230V Wechselfspannung) und Nennfrequenz (50Hz)

G = Nennleistung (180W)

H = Schutzart (IPX4)

I = Symbol der Schutzklasse (Schutzklasse II → schutzisoliert)

J = EMV – Zeichen (Nachweis elektromagnetische Verträglichkeit)

K = VDE – Prüfzeichen (gewährleistet hohe Prüfqualität und Sicherheitsstandard in der Elektrotechnik)

GS – Zeichen (Geprüfte Sicherheit) → das Produkt entspricht den Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG). Einziges gesetzlich geregeltes Prüfzeichen in Europa für Produktsicherheit. Sicherheitszeichen Electrosuisse SEV

L = CE – Kennzeichnung entspricht einer Selbstdeklaration des Herstellers.

Damit erklärt der Hersteller, dass er alle in der EU geltenden Vorschriften, welche für die entsprechende Gerätegruppe gelten, einhält und über die spezifische Konformitätserklärung verfügt.

MERKE: Falls für Reparaturarbeiten Informationen beim Hersteller/Lieferanten eingeholt werden müssen, benötigen diese i.d.R. die Typen-, Modell-, Seriennummer und Produktnummercode.

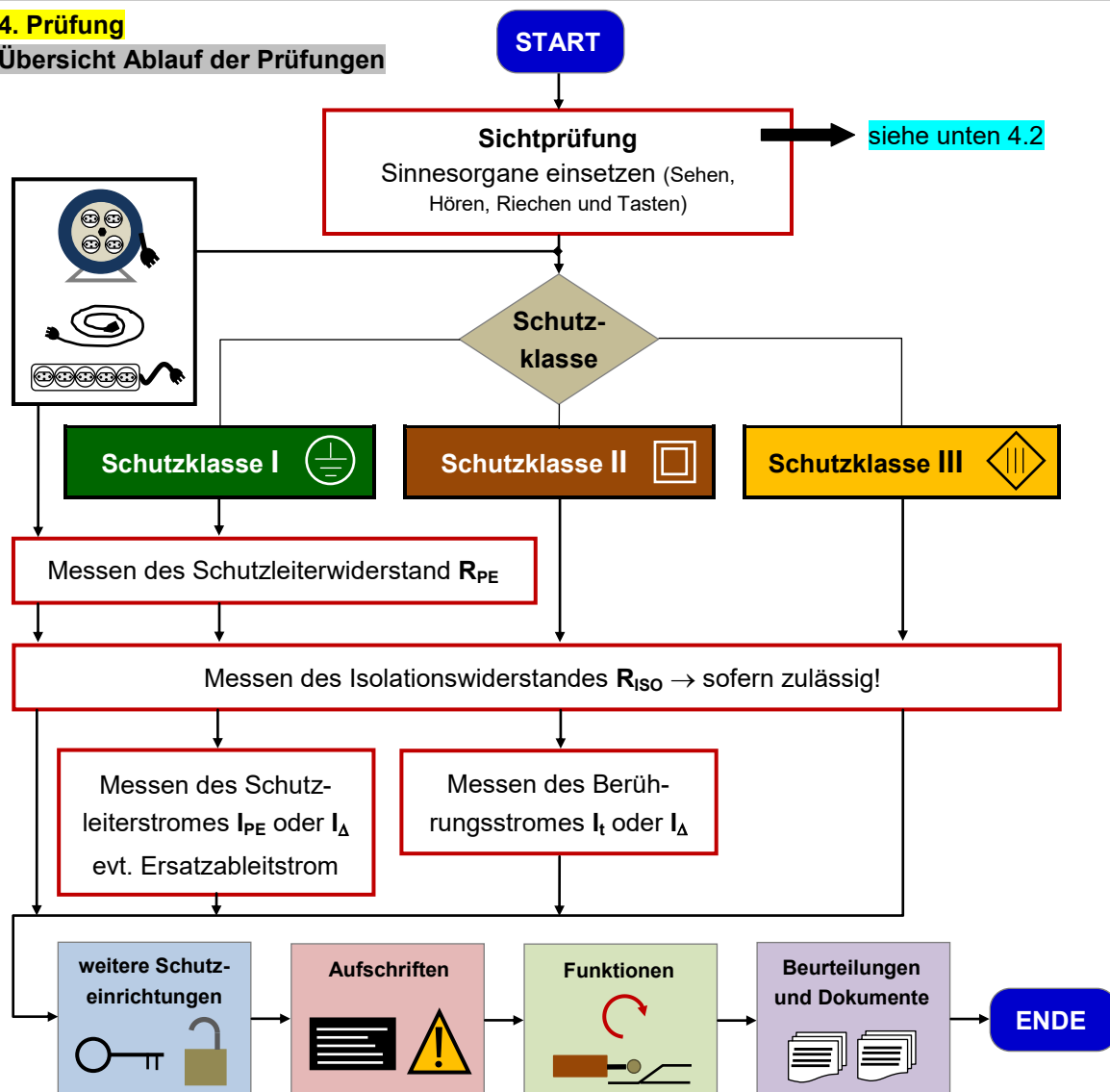
INSTALLATIONSVORSCHRIFTEN UND NORMEN

3.33 WIEDERHOLUNGSPRÜFUNG UND PRÜFUNG NACH INSTANDSETZUNG ELEKTRISCHER GERÄTE SNR 462638 (3. TEIL ⇨ AUSZUGSWEISE)

Wiederholungsprüfung und Prüfung nach Instandsetzung elektrischer Geräte SNR 462638

4. Prüfung

Übersicht Ablauf der Prüfungen



4.2 Sichtprüfung

⇨ Zu prüfen sind beispielsweise:

- ◆ Schäden an Gehäuse, Schutzabdeckungen und dgl.
- ◆ Anschluss, Biegeschutz, Zugentlastung, Anschlussleitung und Führung, Stecker
- ◆ Zustand der Isolierung
- ◆ Zustand der Befestigungen, Zugang Geräteschalter und dgl. sowie Sicherungseinsätze
- ◆ Anzeichen einer Überlastung, Überhitzung oder unsachgemässen Anwendung bzw. Bedienung
- ◆ Kühlluftöffnungen und Luftfilter (Verschmutzung, Verstopfung, Wärmestau, ...)
- ◆ unzulässige Eingriffe oder Veränderungen
- ◆ unzulässige Korrosion oder Alterung
- ◆ Unversehrtheit mechanischer Teile
- ◆ Zustand von Überdruckventilen, Dichtheit von Behälter für Wasser, Luft oder anderen Medien
- ◆ Lesbarkeit der Sicherheit dienenden Aufschriften / Symbole, Bemessungsdaten und Anzeigen
- ◆ ...

SICHERER UMGANG MIT ELEKTRIZITÄT

4.4 SCHUTZ GEGEN GEFÄHRLICHE BERÜHRUNGSSTRÖME ⇒ RCD

Schutz gegen gefährliche Berührungsströme ⇒ RCD

Fließt durch den menschlichen Körper ein elektrischer Strom, treten je nach Stromstärke und Dauer des Stromflusses unterschiedliche Wirkungen in Erscheinung. Zudem reagiert nicht jeder Mensch auf den elektrischen Strom gleich. Die nachfolgenden Zahlen dürfen daher nur als „Richtwerte“ verstanden werden.

- ◆ **bis 1.0mA Reizschwelle** Strom kaum spürbar.
- ◆ **5.0mA Ameisenlaufen, Kribbeln** Berührter Gegenstand kann noch aus eigener Kraft losgelassen werden.
- ◆ **15mA Krampfschwelle** Verkrampfung der Atemmuskulatur, Loslassgrenze womöglich bereits überschritten.
- ◆ **50mA Gefahrenschwelle** Atmung ist behindert, evt. Herzstillstand oder nach kurzer Zeit Herzkammerflimmern.
- ◆ **ab 80mA Todesschwelle** Herzkammerflimmern bei einer Einwirkdauer > 1s.

Wie aus nachfolgender Grafik zu entnehmen ist, lassen sich vier Bereiche unterscheiden. Beim Bereich AC-1 ist die Einwirkung des elektrischen Stromes nicht wahrnehmbar. AC-2 weist keine medizinisch schädliche Wirkung auf. Im Bereich AC-3 ist mit Blutdrucksteigerung, Muskelverkrampfung und Atemnot zu rechnen. Ausserdem sind Herzrhythmusstörungen, Herzkammerflimmern und einzelne Herzstillstände zu erwarten. AC-4 ist jener Bereich, wo die physiologischen Wirkungen aus AC-3 verstärkt in Erscheinung treten. Die Kurven C1 bis C3 berücksichtigen noch die Gefahr von Herzkammerflimmern in Prozent → C1 = max. 5% | C2 = unter 50% | C3 über 50%.

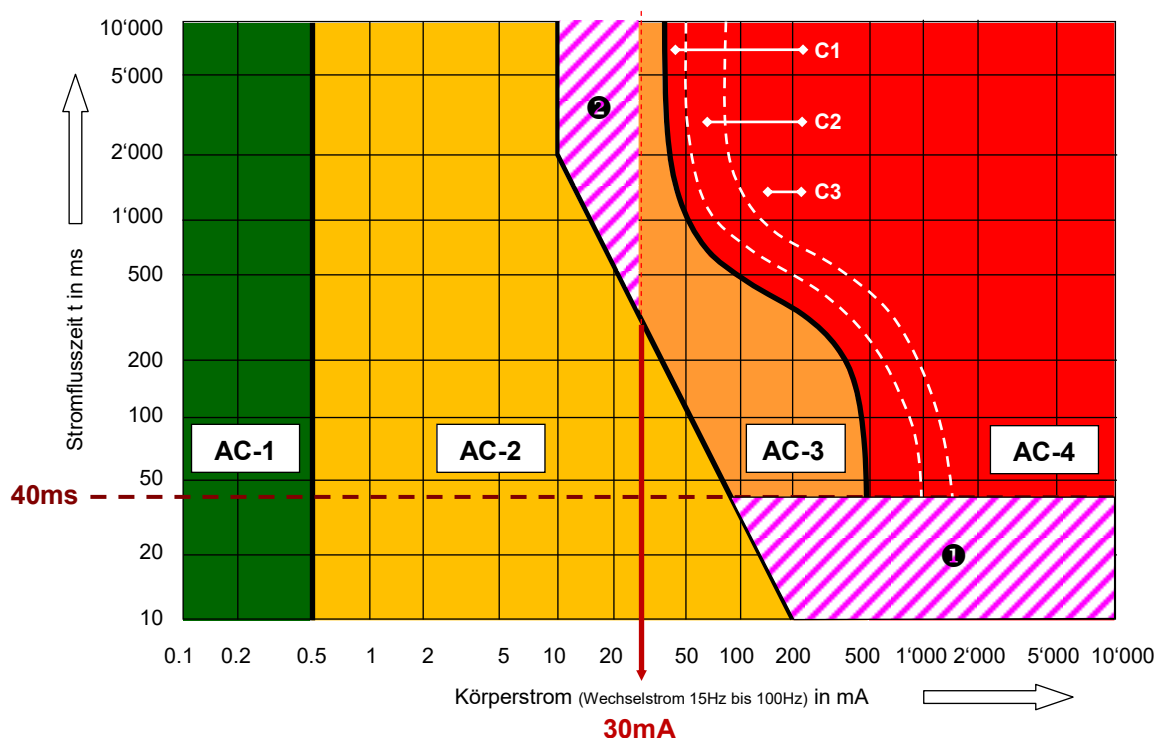


Bild 4.4 Wirkungsbereiche von Körperströmen bei Wechselstrom

Ein fehlerhafter Stromkreis wird von einem „standard“ Fehlerstromschutzschalter ($I_{\Delta n}$ 30mA) innert ca. 20ms bis 40ms vom Netz getrennt (normative Abschaltzeit siehe Produktnorm). Dank seiner hohen Empfindlichkeit und schnellen Abschaltung derzeit das wahrscheinlich beste Schutzgerät für Mensch und Tier.

Trotzdem bleibt auch mit dem Einsatz eines RCD's ein Restrisiko bestehen. Fehlerstromschutzschalter sind nämlich keine Strombegrenzer. Im Falle einer Berührung aktiver Teile ist der Berührungsstrom von der Berührungsspannung und den Impedanzbedingungen abhängig. Es kann also durchaus ein sehr hoher Berührungsstrom fließen bei gleichbleibender Abschaltzeit (schraffierte Fläche 1). Oder, der Berührungsstrom liegt gerade unterhalb der Auslöseschwelle des eingetragenen 30mA RCD's (schraffierte Fläche 2).

INSTALLATIONSKONTROLLE UND MESSKUNDE

5.12 SPANNUNGS- UND STROMMESSUNG

Messen der elektrischen Spannung und der elektrischen Stromstärke

Die Grundlagen zur Spannungs- und Strommessung wurden bereits im Buchteil Elektrische Grundlagen beschrieben. Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf die praktische Anwendung.

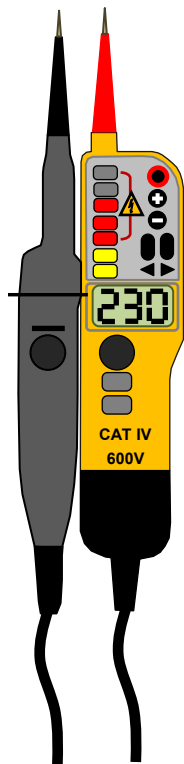
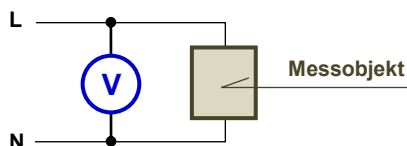


Bild 5.20 Voltmeter

Spannungsmessung (EN 61243-3)

Das Prüfen auf Spannungsfreiheit setzt den Einsatz von Spannungsmessern nach EN 61243-3 voraus. Sie müssen nachfolgende Anforderungen erfüllen:

- ◆ Spannungsprüfer ist zweiteilig.
- ◆ Spannungsanzeige muss auch bei leeren Batterien funktionieren.
- ◆ Spannungsanzeige muss ohne Bedienhandlung funktionieren.
- ◆ Spannungen ab 50V~ müssen sicher angezeigt werden.
- ◆ Anzeige der Spannung (Effektivwert) ist nicht gefordert, Warnmeldung genügt.
- ◆ Spannungsprüfer entspricht mind. CAT III.



Spannungsprüfer besitzen i.d.R. einen sehr hohen Innenwiderstand (mehrere $M\Omega$) und müssen parallel zum Messobjekt angeschlossen werden.

Bild 5.21 Einbau eines Voltmeters

MERKE: Spannungsprüfer mit einem geringen Innenwiderstand (einige $k\Omega$ → niederohmiges Messgerät) verursachen beim Messen eine grössere Stromkreisbelastung. Bestimmte Fehler wie z.B. hohe Übergangswiderstände an Klemmen oder Induktionsspannungen sind so eher feststellbar.

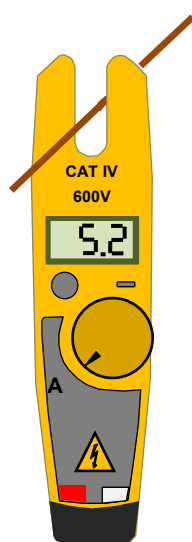


Bild 5.22 Zangenamperemeter

Strommessung

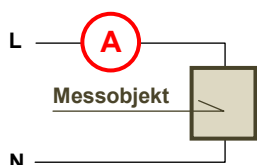


Bild 5.23 Einbau Ampere-meter

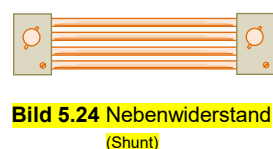


Bild 5.24 Nebenwiderstand (Shunt)

Eine Strommessung lässt sich mit einem Multimeter oder einem Zangenamperemeter durchführen.

Multimeter besitzen auf der Einstellung – Strommessung – einen **sehr kleinen** Innenwiderstand, da sie in Reihe mit dem Messobjekt geschaltet werden. Die beschriebene Messmethode hat den Nachteil, dass der Stromkreis aufgetrennt werden muss und keine galvanische Trennung zwischen Stromkreis und Messgerät besteht (gefährlich). Zudem ist die messbare Stromstärke ohne Nebenwiderstände (Shunt's) meist sehr gering (je nach Messgerät etwa 10A 20A).

Zangenamperemeter mit einer Hallplatte können zur Messung von Gleich- und Wechselstrom verwendet werden. Solche mittels Transformatorenprinzip dienen nur zur Messung von Wechselströmen. Amperemeter mit Rogowskispulen (ringförmige Luftspulen) eignen sich zum Messen von sehr grossen Strömen bis in den hohen kA – Bereich sowie für Ströme mit hohen Frequenzen.

MERKE: Spannungs- und Strommessungen werden häufig gleichzeitig durchgeführt (z.B. zum Bestimmen von Z im Betriebszustand, Ladezustand von Akkumulatoren überprüfen → Belastung erforderlich).

ANHANG

A4.1 SIEBEN WICHTIGE FORMELN

Sieben wichtige Formeln

1

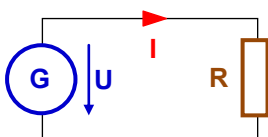
$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$$

**Wirkwiderstand R**

- ◆ materialabhängig
- ◆ längenabhängig
- ◆ leiterflächenabhängig
- ◆ temperaturabhängig
- ◆ frequenzabhängig (gilt nicht für 50Hz)

2

$$U = R \cdot I$$

**Ohmsches Gesetz**

Das Ohmsche Gesetz gilt nicht nur für ganze, sondern auch für Teile eines Stromkreises. Beim Berechnen einzelner Stromkreisteile ist wichtig, dass die verwendeten Werte zum selben Stromkreisteil gehören.

3

$$P = U \cdot I$$

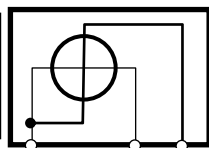
$$1 \text{ PS} = 736 \text{ W}$$

Wirkleistung P bei Gleichspannung

Wird an einen konstanten Wirkwiderstand die anliegende Spannung geändert, ändert sich auch die Stromstärke. Eine Spannungsänderung wirkt sich demnach doppelt auf die Leistung aus $\Rightarrow P = I^2 \cdot R$.

4

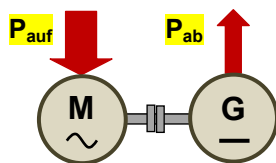
$$W = P \cdot t$$

Elektri-
zitäts-
zähler**Elektrizität (Energie) oder Arbeit**

Elektrizität ist leistungs- und zeitabhängig. Einsparungen sind durch einen reduzierten Leistungsbezug und/oder reduzierter Betriebszeit möglich.

5

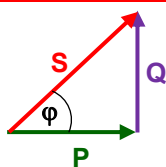
$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{auf}}}$$

**Wirkungsgrad**

Aus dem Wirkungsgrad kann die Umwandlungseffizienz entnommen werden. Übrigens hat der Wirkungsgrad überhaupt nichts mit dem Leistungsfaktor $\cos \varphi$ zu tun! Letzteres ist eine rein elektrische Angelegenheit.

6

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

**Wirkleistung P bei 1~**

Mit dem Leistungsfaktor $\cos \varphi$ wird die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom berücksichtigt. Dies führt nämlich dazu, dass die wirkliche Leistung P um diesen Faktor kleiner ist als das Produkt aus $U \cdot I$.

7

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{12} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi$$

Wirkleistung P bei 3~

Mit dem Drehstromsystem lässt sich bei selber Stromstärke 3 Mal mehr Leistung übertragen.