

Vermeiden von unzulässigen Temperaturen in Verteilern (2)

H. Senkbeil, Berlin

Nachdem im ersten Teil des Beitrags auf das Verteilersortiment, die Verlustleistungen der Betriebsmittel und Einbaugeräte und die Einhaltung der Grenzübertemperaturen bei gleichzeitiger Nutzung aller Verbraucher eingegangen wurde, werden nachfolgend die Einhaltung der Grenzübertemperaturen bei nicht gleichbleibender Belastung und im Wohnungsverteiler behandelt sowie allgemeine Praxishinweise gegeben.

4 Einhaltung der Grenzübertemperaturen im Verteiler bei nicht gleichbleibender Belastung

Solche Anlagen sind eigentlich der Regelfall. Die in einem Stromkreis durch die Anschlussleistung vorgegebene maximal mögliche Belastung wird nicht dauernd bzw. nur zum Teil benötigt. Für Stromkreise mit Steckdosen muss die Anschlussleistung vom Planer bzw. Errichter festgelegt werden. Ansonsten gibt es keine wesentlichen Unterschiede zu den Bedingungen bei Dauerlast. Länger anstehende Überlastströme müssen auch hier durch die Stromkreisgestaltung verhindert werden, wobei die Zuordnung der anzuschließenden Verbrauchsmittel besonders beachtet werden sollte.

Die Höhe der bei voller Nutzung der Anschlussleistung entstehenden Verlustleistungen kann in der gleichen Weise ermittelt werden, wie das im vorangegangenen Abschnitt dargelegt wurde. Das eigentliche Problem stellt hier die schwankende Belastung dar. Der in der Regel geringere Leistungsbedarf errechnet sich durch Multiplikation der Anschlussleistung mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor g , dessen Höhe meist geschätzt wird. Aus der Anmerkung zum Abschnitt 311.2 in DIN VDE 0100-300 [9] ist zu entnehmen, dass ein Leitfadens für die Berechnung in Beratung ist. Es gibt also über die tatsächliche Höhe des Gleichzeitigkeitsfaktors noch viele Ungereimtheiten. Bei fehlenden Informationen über die tatsächlichen Strombelastungen kann an deren Stelle gemäß Abschnitt 4.8 in [2] mit Bemessungsbelastungsfaktoren f gerechnet werden, deren Größe von der Anzahl der Stromkreise bestimmt wird und der Tabelle NA 1 in [2] entnommen werden kann. Bei der Ermittlung des Leistungsbedarfs und des Betriebsstroms wird ein fester Wert für g oder f zugrunde gelegt (Tafel 8). Da die

Belastungsströme nicht gleich bleiben, unterliegt der Gleichzeitigkeitsfaktor aber Schwankungen, die von vielen Einflüssen abhängig und dem Errichter kaum bekannt sind. Die Verlustleistungen sinken und steigen mit dem Quadrat des Belastungsstroms. Die Berechnung der Gesamtverlustleistung erfolgt deshalb mit $P_{Bmax} = \sum P_B \times g^2$. Nach [4] müßte statt g^2 dann f^2 eingesetzt werden. Genauer betrachtet gilt das nur für den Fall, dass der Belastungsstrom auf alle Stromkreise gleichmäßig verteilt ist und auch die Schwankungen sich stets in gleichem Rhythmus vollziehen. Da Erwärmungsprozesse mit einer Trägheit verlaufen und der Genauigkeitsgrad der genannten Faktoren ohnehin Fragen offen lässt, reicht dieses Herangehen in der Regel aus und wird auch hier zugrunde gelegt.

Wenn allerdings über längere Zeit ein Teil der Stromkreise nicht und ein anderer Teil dafür mit dem vollen Betriebsstrom belastet ist, wobei auch hier der mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor g vorgegebene Gesamtbetriebsstrom eingehalten wird, dann würde sich eine höhere Verlustleistung ergeben. Ihre Höhe ist von den Verlustleistungen der belasteten Stromkreise abhängig.

Berechnungsbeispiel 2

Die im Bild 3 vorgesehenen Betriebsmittel sollen in einem 6-reihigen (2 x 3 Reihen gleich 72 TE) Wandverteiler in Aufbauausführung mit den Abmessungen 550 mm x 500 mm x 145 mm untergebracht werden. Es ist ein Gleichzeitigkeitsfaktor $g = 0,5$ zu berücksichtigen. Die beiden oberen Reihen mit insgesamt 24 TE sind zur Montage von Klemmen vorgesehen. Vom Hersteller werden folgende zulässigen Verlustleistungen P_{zul} für $\Delta T = 25$ K angegeben:

Verteilerhöhe 75 %: 50 W

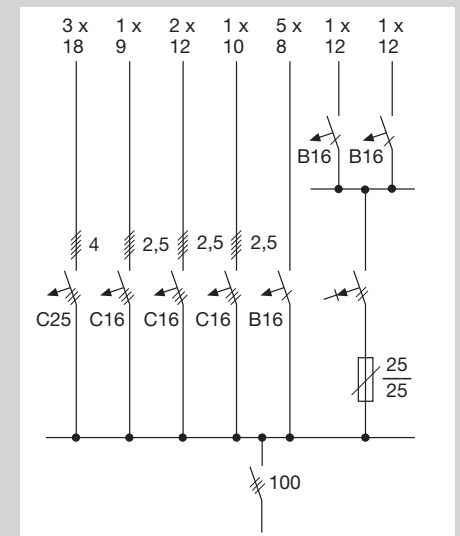
Verteilerhöhe 50 %: 61 W.

Zu prüfen ist, ob der Verteiler, der eine Drehstromspeisung mit 125 A gestattet, für diesen Anwendungsfall geeignet ist. Die Berechnung erfolgt mit überschlagswerten.

Klassische Methode

- Verlustleistung im Verteiler

Die Ergebnisse aus den überschläglichen



3 Verteiler mit Bestückung gemäß Berechnungsbeispiel 2
– Gleichzeitigkeitsfaktor $g = 0,5$
– Übertemperatur $\Delta T = 25$ K

Ermittlungen sind in Tafel 9 erfasst. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor $g = 0,5$ ergibt sich mit dem Faktor g^2 eine Verlustleistung $P_{Bmax} = 25$ W.

- Vergleich P_{Bmax} mit P_{zul} im Verteiler
Bei den Angaben des Herstellers ist berücksichtigt worden, dass im Verteiler unterschiedliche Temperaturen herrschen und die Werte im oberen Bereich am höchsten sind. Da in der oberen Reihe die im Allgemeinen nicht so stark temperaturabhängigen Klemmen vorgesehen sind, kann die zulässige Verlustleistung in 50 % Verteilerhöhe mit 61 W zugrunde gelegt werden. Der Vergleich mit $P_{Bmax} = 25$ W zeigt, dass die zulässige Verlustleistung im Verteiler selbst dann nicht überschritten wird, wenn der kleinere Wert der zulässigen Verlustleistung zugrundegelegt wird. Die Innentemperatur ist damit niedriger als vorgegeben. Demzufolge ist der Verteiler gut geeignet und läßt noch Reserven zu.

Vergleich mit der zulässigen Bestückung mit Stromkreisen

Die Vorteile dieses Verfahrens werden hier besonders deutlich. Der Verteiler mit $P_{zul} = 61$ W kann bei $g = 0,5$ und $g^2 = 0,25$ Betriebsmittel mit einer Gesamtverlustleistung $\sum P_B \leq 240$ W aufnehmen.

Rechnet man für die FI-Schutzeinrichtung 2-pol. 25/0,030 A, die Sicherung 25 A und den 3-poligen Ausschalter ca. 15 W ab, so verbleiben für die 34 Abgänge mit LS-Schaltern insgesamt 235 W. Das entspricht einer durchschnittlichen Verlustleistung von 6,9 W pro Abgang mit LS-Schalter und damit einer nahezu 100%igen Belastung, wie ein Vergleich mit den Angaben in der Zusammenstellung (Tafel 5) zeigt. Da diese Belastung an keiner Stelle solche Werte erreicht, ist die Gesamtverlustleistung in Wirklichkeit viel geringer. Eine weitergehende Betrachtung ist in diesem speziellen Fall eigentlich nicht notwendig. Zur Verdeutlichung der Möglichkeiten sei aber noch Folgendes ergänzt:

Autor

Obering. Heinz Senkbeil ist freier Fachjournalist, Berlin.

Tafel 8 Bemessungsbelastungsfaktor f und Faktor f^2 für Abgänge in Installationsverteilern [2]

Anzahl der Überstrom-Schutzeinrichtungen in Abgängen je Außenleiter	Bemessungsbelastungsfaktor f	Faktor f^2 mit dem die Verlustleistung zu multiplizieren ist
1	1	1
2 und 3	0,8	0,64
4 und 5	0,7	0,49
6 und 9	0,6	0,36
≥ 10	0,5	0,25

Tafel 9 Verlustleistung zum Berechnungsbeispiel

Stromkreis	LS-Schalter bzw. Betriebsmittel [A]	Anzahl Außenleiter	I_b/I_n	Verlustanteil $(I_b/I_n)^2 \cdot 1$	$P_B(2)$ [W]	Gesamtverlustleistung $P_{B ges}$ [W]
Drehstrom	25	9	0,7	0,5	6,5	29,25
	16	9	0,6	0,35	5	15,75
	16	6	0,8	0,65	5	19,5
	16	3	0,6	0,35	5	5,25
Wechselstrom	16	5	0,5	0,25	8	10
	16	2	0,8	0,65	8	10,4
	FI 25/0,03	1	1	1	3	3
	Sicherung 25	1	1	1	3	3
	Ausschalter 3/100					4,5
					$\sum P_B$	100,65
					$P_{B max} = \sum P_B \cdot g^2 \approx 25 \text{ W}$	

1) Tafel 4, Spalte 8; 2) Tafel 5, Spalte 7 (beide Tafeln befinden sich im ersten Teil des Beitrags)

Durch Umrechnung auf volle Belastung ergeben sich für

- 9 DS/LS 25 bei Belastung mit 70 % = 4,5 Strompfade
 - 9 + 3 = 12 DS/LS 16 bei Belastung mit 60 % = 4 Strompfade
 - 6 DS/LS 16 bei Belastung mit 70 % = 3 Strompfade
 - 5 WS/LS 16 bei Belastung mit 50 % = 1,25 Strompfade
 - 2 WS/LS 16 bei Belastung mit 70 % = 1 Strompfad
- $\Sigma = 13,75$ Strompfade

Bei maximal 8 W pro Strompfad ergibt das eine Verlustleistung von 108 W, die übrigen Betriebsmittel (FI-Schutzeinrichtung etc.) nicht eingerechnet. Die Verlustleistung liegt damit unter 50 % von P_{zul} . Diese Aussage ist ausreichend, so dass auf eine genaue Rechnung verzichtet wird.

5 Einhaltung der Grenztemperaturen in Wohnungsverteilern

Die Strombelastung in Wohnungsverteilern ist nicht exakt ermittelbar, weil die Nutzergewohnheiten äußerst unterschiedlich sind. Um hier zu Aussagen über mögliche obere und untere Grenzwerte zu kommen, muss von den Vorgaben in den Normen ausgegangen werden.

Für Wohnungen ohne elektrische Warmwasserbereitung für Bade- und Dusczwecke ist in einem Diagramm in DIN 18 015-1 [10] eine effektive Leistung von 14,5 W (Kurve B) und bei deren Einbau von 34,5 kW (Kurve A) vorgegeben, wobei jeweils ein Drehstromanschluss für 63 A vorgeschrieben ist. Entnommen werden kann die Ausstattung mit Anschlüssen und Stromkreisen der DIN 18 015-2 [11].

5.1 Wohnung ohne Warmwasserbereitung

Die Leistung von 14,5 kW entspricht bei einphasigem Anschluss einem Belastungsstrom von 63 A. Es handelt sich hier um

eine Spitzenlast. Verteilt man den Belastungsstrom gleichmäßig auf alle Stromkreise, so ergibt sich bei sechs Geräte- und drei allgemeinen Stromkreisen eine durchschnittliche Belastung von 7 A pro Stromkreis. Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass Wechselstromkreise ausgeführt sind mit einer Verlustleistung $P_B = 8 \text{ W}$ (Tafel 5). Bei 7 A ist mit einem Verlustleistungsanteil von etwa 0,2 zu rechnen (Tafel 4). Ein Gleichzeitigkeitsfaktor $g = 0,5$, der hier zugrundegelegt wird, dürfte eher zu hoch als zu niedrig angesehen werden. Unter dieser Annahme errechnet sich die Verlustleistung mit $g^2 = 0,25$ zu

$$P_B = 8 \text{ W} \times 0,2 \times 9 \times 0,25 = 3,6 \text{ W}.$$

Ein größerer Wert ergibt sich, wenn sich der Gesamtstrom von 63 A auf vier Stromkreise mit etwa 16 A verteilt. Die Verlustleistung beträgt unter dieser Annahme $P_B = 8 \times 1 \times 4 \times 0,25 = 8 \text{ W}$. Sie könnte bei einer Verteilung des bei $g = 0,5$ auf 32 A halbierten Betriebsstroms auf zwei Stromkreise maximal 16 W erreichen. Der tatsächliche Wert liegt demzufolge zwischen minimal 3,6 W und maximal 16 W.

Der letzte Wert ist hier sehr unwahrscheinlich.

Ein Vergleich mit den nach [5] zulässigen Verlustleistungen P_{zul} zeigt, dass in diesen Wohnungen mit 3- und 2-reihigen Kleinverteilern für Wandein- und Wandaufbau Übertemperaturen ΔT von 20 K oder 25 K nicht überschritten und vermutlich auch kaum erreicht werden. Ein Nachweis dürfte sich deshalb hier erübrigen, sofern nicht eine Sonderausrüstung erfolgt, die über die Ausstattung nach DIN 18 015-2 [11] hinausgeht und wo zudem ein höherer Gleichzeitigkeitsfaktor g berücksichtigt werden muss.

5.2 Wohnungen mit elektrischer Warmwasserbereitung

Die in [10] mit 34,5 kW vorgegebene und damit um 20 kW höhere effektive Leistung ist durch den Einsatz von Warmwasserbereitern bedingt. In zunehmendem Maße werden dazu Durchlauferhitzer verwendet.

Ihre Benutzungszeit ist so kurz, dass auch hier mit einer nennenswerten Temperaturerhöhung im Verteiler nicht zu rechnen ist. Das lässt sich durch eine Überschlagerrechnung belegen.

Verteilt man die 34,5 kW oder 150 A unter rechnerischer Annahme einer einphasigen Belastung auf drei Stromkreise 32 A und sieben Stromkreise 16 A, dann wird jeder Stromkreis durchschnittlich etwa mit dem 0,7-fachen Betriebsstrom belastet. Der Verlustanteil beträgt dann jeweils das 0,5-fache des Bemessungswertes (Tafel 4). Wird auch hier von $g^2 = 0,25$ ausgegangen, dann ergibt sich mit 8 W pro LS 16 A und 9,5 W für LS 32 A (Tafel 5) eine Verlustleistung $P_B = (7 \times 8 \text{ W} \times 0,5 \times 0,25) + (3 \times 9,5 \text{ W} \times 0,5 \times 0,25)$

$$P_B = 10,4 \text{ W}.$$

Wie im vorher behandelten Fall ergibt sich auch hier ein höherer Wert, wenn der mit $g = 0,5$ halbierte Betriebsstrom von 75 A auf wenige, dafür aber relativ hoch belastete Stromkreise verteilt wird. Da der hier höhere Betriebsstrom durch die Warmwasserbereitung verursacht wird, werden diese Stromkreise anteilig berücksichtigt. Es werden zwei Stromkreise 16 A ($\Sigma 32 \text{ A}$) und die verbleibenden 43 A auf den Stromkreis 32 A verteilt. Bei einem Drittel von 43 A, gleich 14 A, ergibt sich ein Verlustanteil von etwa 0,2 (Tafel 4). Mit 8 W für LS 16 A und 9,5 W für LS 32 A (Tafel 5) ergibt sich $P_B = (2 \times 8 \text{ W}) + (3 \times 9,5 \text{ W} \times 0,2) = 21,7 \text{ W}$. Auch hier ist davon auszugehen, dass es sich um einen wohl kaum auftretenden Spitzenwert handelt. Die Verlustleistung liegt zwischen 10,4 W und 21,7 W. Sie unterscheidet sich nicht wesentlich von den zuvor betrachteten Werten.

Schlussfolgerung

Sofern in Wohnungen keine Sonderausrüstung vorgesehen ist, kann beim Einsatz von Kleinverteilern nach [5] in 3- und 2-reihiger Einbau- und Aufbauausführung auf einen Nachweis der Einhaltung von Grenztemperaturen prinzipiell verzichtet werden.



4 Maximale Bestückung von Kleinverteilern [10] für Wandaufbau bei einer Übertemperatur $\Delta T = 25 \text{ K}$ und 20 % Reserveverlustleistung und einem Gleichzeitigkeitsfaktor $g = 0,5$. Werte gelten bei Vollbelastung der Abgänge gemäß Tafel 5; für Drehstrom: drei Abgänge pro Stromkreis

An Stelle eines voll belasteten Abgangs sind wahlweise zu setzen:

- zwei Abgänge mit 70 % Strombelastung
- vier Abgänge mit 50 % Strombelastung
- weitere Möglichkeiten siehe Tafel 7

Das gilt aber nicht, wenn darin die elektrischen Einrichtungen von Heizungsanlagen, z. B. Speicherheizungen untergebracht werden. Hier ist mit einem höheren Gleichzeitigkeitsfaktor zu rechnen, der in der Regel mit 1 angesetzt werden muss.

6 Allgemeine Praxishinweise

Die zuvor behandelten Probleme lassen eine Reihe allgemeiner Schlussfolgerungen und Hinweise auf weitere Vereinfachungen zu, die die Arbeit insgesamt doch sehr vereinfachen können. Einige davon werden nachfolgend genannt.

6.1 Leerplätze im Verteiler

Nicht belegte Plätze in einem Verteiler sind allein noch kein Beweis dafür, dass die Grenztemperatur eingehalten wird. Im Berechnungsbeispiel 1 sind von den 36 TE im 3-reihigen Kleinverteiler für Wandaufbau mehr als 50 % noch frei. Wer nimmt hier schon an, dass jede Erweiterung zu einer unzulässigen Erwärmung führen wird. Zum anderen kann aber auch der umgekehrte Fall eintreten, wo bei einer vollen Belegung die Grenztemperatur noch nicht erreicht wird. Das ist z. B. möglich, wenn der gleiche mit 36 LS-Schaltern 16 A für Wechselstrom bestückte Verteiler in jedem Strompfad mit 8 A bei $g^2 = 0,25$ belastet wird. Es ergibt sich eine Verlustleistung

$$P_{B \max} = 36 \times 8 \text{ W} \times 0,25 \times 0,25 = 18 \text{ W}.$$

Folgende Schlussfolgerungen können daraus gezogen werden:

1. Auf den Nachweis der Einhaltung der Grenztemperaturen sollte, von Ausnahmen abgesehen, nicht verzichtet werden. Das gilt sowohl für Neuinstallationen als auch für Erweiterungen. Zu den Ausnahmen gehören die Anlagen im Wohnungsbau, wenn sie nach den Vorgaben in [10] und [11] ausgeführt und 3- bzw. 2-reihige Kleinverteiler verwendet werden.
2. Da mit Nachinstallationen immer gerechnet werden muss, sollten stets für Nachinstallationen Plätze frei bleiben. Wichtig ist, dass für eine spätere Belegung auch die notwendige Reserve an Verlustleistung zur Verfügung steht. Deshalb ist es

zweckmäßig, die zulässige Verlustleistung eines Verteilers nicht voll in Anspruch zu nehmen. Sollen z. B. 20 % der Teilungseinheiten als Reserve vorgesehen werden, dann sind auch nur 80 % der zulässigen Verlustleistung rechnerisch in Ansatz zu bringen. Berechnungsbeispiel 2 lässt eine solche Lösung ohne Schwierigkeit zu, da bei der Belegung ohnehin nur ein geringer Teil der zulässigen Verlustleistung des Verteilers in Anspruch genommen wird und noch Reserveplätze vorhanden sind. Beim Berechnungsbeispiel 1 ist das unter den gegebenen Bedingungen nur möglich, wenn man die Verlustwerte des Herstellers zugrunde legt und den 4-reihigen Verteiler einsetzt.

6.2 Vergleich der vorgesehenen mit der zulässigen Bestückung ist ausreichend genau

Dieses Verfahren ist wegen der einfachen Handhabbarkeit immer zu empfehlen. Folgender Lösungsweg bietet sich an:

Die zulässige Verlustleistung im Verteiler wird wie zuvor beschrieben unter Berücksichtigung von Reserven für die Nachrüstung auf einen oberen Wert begrenzt. Bei einem 4-reihigen Kleinverteiler nach [10] für Wandaufbau mit einer Übertemperatur von $\Delta T = 25 \text{ K}$ ist P_{zul} mit 27 W angegeben. Sollen 20 % Reserve verbleiben, dann stehen 21,6 W für die Belegung mit Abgängen für Strompfade zur Verfügung. Bei $g = 0,5$ und $g^2 = 0,25$ sind das umgerechnet 86,4 W. Nach Tafel 5 kann der Verteiler in verschiedenen Varianten, z. B. mit 10 Strompfaden je 8 W für Wechselstrom LS 16 bei Vollbelastung bestückt werden, wobei die restlichen 6,4 W dem Einbau einer FI-Schutzeinrichtung, Zuleitungsverdrahtung usw. vorbehalten bleiben können. Analog wäre z. B. auch die Anordnung von sechs LS 20 A mit je 6,5 W und fünf LS 16 A mit je 8 W bei jeweiliger Vollbelastung möglich. Bei Teilbelastung ist eine Umrechnung nach den Vorgaben (Tafel 7) vorzunehmen. Statt eines voll belasteten Strompfades lassen sich dann z. B. vier zu 50 % oder zwei zu 70 % belastete Strompfadeinheiten im Verteiler vorsehen. Für die sehr häufig eingesetzten Kleinverteiler für Wandaufbau ist die zulässige Verlustleistung

und die mögliche Bestückung mit LS-Schaltern bei einer Übertemperatur $\Delta T = 25 \text{ K}$ bei maximaler und bei Teilbelastung in einer Übersicht zusammengefasst (Bild 4). Grundlage dafür bilden die in den Übersichten erfassten Werte (Tafeln 4 bis 7). Kleinverteiler für Wandeinbau sind bei sonst gleichen Bedingungen nur mit 75 % (2-reihig), 86 % (3-reihig) und 80 % (4-reihig) der angegebenen Werte belastbar.

Die zulässige Bestückung ändert sich mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor. Bei sonst gleichen Bedingungen reduziert sich z. B. bei $g = 0,6$ die Verlustleistung von 21,6 W auf $21,6/0,36 = 60 \text{ W}$, so dass erheblich weniger voll belastete Strompfade vorgesehen werden können.

7 Zusammenfassung

Die Einhaltung der Grenzübertemperaturen in Installationsverteilern ist ein wichtiges Thema, um Schäden an Anlagen und Gebäuden und in der Folge auch für den Nutzer selbst zu verhindern. Es ist nachzuweisen, dass die Verlustleistungen der Betriebsmittel die zulässigen Verlustleistungen in den Verteilern bei einer vorgegebenen Übertemperatur nicht überschreiten. Das Betriebsmittel mit der größten Temperaturempfindlichkeit und die Raumtemperatur am Einbauort des Verteilers sind die Grundlage für die zulässige Übertemperatur. Die FI-Schutzeinrichtung gibt mit $+40 \text{ °C}$ in der Regel die Höhe der zulässigen Innentemperatur im Verteiler an. Der Nachweis, dass die Grenzübertemperatur eingehalten wird, kann mit Überschlagswerten erfolgen.

Literatur

- [1] Senkbeil, H.: Erwärmung von Installationsverteilern. Elektropraktiker, Berlin 53(1999)1, S. 30-34.
- [2] DIN VDE 0660 Teil 504:1992-04 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen; Besondere Anforderungen an Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, zu deren Bedienung Laien Zutritt haben.
- [3] DIN 43870 Teil 1:1991-02 Zählerplätze.
- [4] DIN VDE 0660 Teil 500:1994-04 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen; Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen.
- [5] DIN 43871:1992-11 Installationskleinverteiler für Einbaugeräte bis 63 A.
- [6] DIN VDE 0660 Teil 507:1997-11 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen; Verfahren zur Ermittlung der Erwärmung von partiell typgeprüften Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (PTSK) durch Extrapolation.
- [7] DIN VDE 0641 Teil 11:1992-08 Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen.
- [8] DIN VDE 0100 Teil 430:1991-11 -; Schutzmaßnahmen; Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom.
- [9] DIN VDE 0100-300:1996-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Bestimmungen allgemeiner Merkmale.
- [10] DIN 18 015-1:1992-03 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden; Planungsgrundlagen.
- [11] DIN 18 015-2:1996-08 -; Teil 2 Art und Umfang der Mindestausstattung.