

D-A-CH - Sitzung, Wien, AT
21.-22. August 2014

***Beeinflussung der Erwärmungskennlinie in
Installationsverteilern durch
Komponentenaustausch***

Ein Diskussionsbeitrag

Alfred Mörx



diam-consult
Ingenieurbüro für Physik
Pretschgasse 21/2/10
A-1110 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-769-67-50-12
Fax.: +43-(0)1-769-67-50-20
Email: management@diamcons.com
www.diamcons.com



Inhalt

1	EINLEITUNG.....	3
2	BERECHNUNGSMETHODEN.....	3
2.1	Berechnungsmethode gemäß IEC/TR 60890	3
2.1.1	Erwärmungs-Kennlinie für Gehäuse mit einer wirksamen Kühlfläche $A_e > 1,25 \text{ m}^2$	4
2.1.2	Erwärmungs-Kennlinie für Gehäuse mit einer wirksamen Kühlfläche $A_e \leq 1,25 \text{ m}^2$	4
2.2	Berechnungsmethode in EN 60670-24 für GP-Gehäuse.....	5
3	AUSTAUSCH VON KOMPONENTEN.....	6
4	LITERATURHINWEISE.....	6

Zum Autor:

Eur.Phys. Dipl.-Ing. Alfred Mörx, ÖVE, IEEE Section Reliability, Inhaber von diam-consult, Ingenieurbüro für Physik, 1110 Wien; Vorsitzender des Technischen Komitees *Elektrische Niederspannungsanlagen* sowie des Technischen Sub Komitees *IS 23 E Schutzschalter* des ÖVE. www.diamcons.com; E-Mail: am@diamcons.com



1 Einleitung

Installationsverteiler für die Bedienung durch Laien gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61439-3 [7] wie auch Gehäuse zur Aufnahme von Schutzgeräten und ähnlichen energieverbrauchenden Geräten gemäß ÖVE/ÖNORM EN 60670-24 [8] müssen neben allen im Betrieb zu erwartenden mechanischen auch den zu erwartenden *thermischen Beanspruchungen* standhalten können¹.

Um dies nachzuweisen, hat der Hersteller (gemäß [8] der Installateur) zur Erwärmung und Verlustleistung der Schaltgerätekombination (des Verteilers) Überlegungen, Berechnungen und ggf. Prüfungen durchzuführen.

Dies vor allem mit dem Ziel, sicherzustellen, dass die Summe der Verlustleistungen aller eingebauten Betriebsmittel die maximal zulässige Verlustleistung (in [8] „abstrahlbare Verlustleistung“ genannt) des Verteilergehäuses gemäß Herstellerangabe oder eigener Berechnung nicht überschreitet².

Dies bedeutet, dass der Hersteller (gemäß [8] der Installateur) nachweisen muss, dass die in der Schaltgerätekombination auftretende Wärme nur zu solchen Übertemperaturen am Einbauort der eingebauten Betriebsmittel führt, dass deren obere Einsatzgrenze beim Bemessungsstrom (oder eines der Dimensionierung zugrunde gelegten Teils davon) nicht überschritten wird.

Durch diesen Nachweis wird erreicht, dass sich innerhalb der Schaltgerätekombination keine Temperaturen einstellen, die dazu führen, dass:

- eine signifikante Verschlechterung oder Alterung der Schaltgerätekombination entsteht oder
- übermäßige Wärme an die externen Leiter abgegeben wird, sodass die Betriebsbereitschaft der externen Leiter und der angeschlossenen Betriebsmittel beeinträchtigt wird, oder
- Bedienungspersonal, andere Personen oder Tiere in der Nähe der Schaltgerätekombination bei normalen Betriebsbedingungen Verbrennungen erleiden.

2 Berechnungsmethoden

2.1 Berechnungsmethode gemäß IEC/TR 60890

Die in [6] und [7] zugelassene Berechnungsmethode nach IEC/TR 60890³ [4] beruht auf einigen Grundannahmen⁴, die hier im Überblick dargestellt werden sollen.

Diese Berechnungsmethode wurde schon für die Vorgängernorm der ÖVE/ÖNORM EN 61439 entwickelt. Für bestimmte Ausführungen von Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, für die die Erwärmungsprüfung entweder nicht durchführbar oder aus wirtschaftlichen Gründen nicht zu vertreten ist, sollte die Erwärmung durch Extrapolation aus Daten errechnet werden können, die bei der Prüfung von anderen Kombinationen ermittelt wurden.

¹ Dies gilt in Österreich auch für Schaltanlagen und Verteiler gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-2-30 [9].

² Dabei ist zu beachten, dass die Einhaltung der maximal zulässigen Verlustleistung des Verteilergehäuses gemäß Herstellerangabe nicht in jedem Fall geeignet ist, dies sicherzustellen. Es muss in besonderen Fällen auch die *Wärmeverteilung im Verteiler* beachtet werden.

³ IEC/TR 60890 wurde in den letzten Jahren überarbeitet und an die Normenserie IEC 61439 angepasst und wird voraussichtlich in den nächsten Monaten veröffentlicht.

⁴ Diese Annahmen basieren auf physikalischen Prinzipien und wesentlich auf den Erfahrungen von internationalen Experten, die IEC/TR 60890 erarbeiten.



Das Berechnungsverfahren ist für geschlossene oder durch Trennwände unterteilte Schaltgerätekombinationen anwendbar. Der Einfluss der Werkstoffe und Wanddicken, die üblicherweise für Gehäuse verwendet werden, ist für den Beharrungszustand der Temperaturen vernachlässigbar. Das Verfahren gilt deshalb für Gehäuse aus Stahlblech, Aluminiumblech, Gusseisen, Isolierstoff und dergleichen.

Der Verlauf der Übertemperatur (die vertikale Verteilung der Übertemperaturen, auch Erwärmungskennlinie⁵ genannt) in einer Schaltgerätekombination, abhängig von der Höhe des umhüllenden Gehäuses kann unter Annahme bestimmter Bedingungen⁶ für die Luft im Gehäuse berechnet werden. Unter diesen Annahmen sind die Lufttemperaturen in den verschiedenen Höhen über den gesamten Querschnitt des Gehäuses (über eine gesamte Gehäuseebene) praktisch konstant.

Bei Anwendung dieses, heute allgemein akzeptierten, Berechnungsverfahrens⁷ werden, je nach wirk-samer Kühlfläche A_e , zwei prinzipielle Temperaturverteilungen⁸ angenommen.

2.1.1 Erwärmungs-Kennlinie für Gehäuse mit einer wirksamen Kühlfläche $A_e > 1,25 \text{ m}^2$

Die Kennlinie der Übertemperatur ist durch eine Gerade durch die Punkte $(\Delta t_{1,0}/1,0 \cdot n)$ und $(\Delta t_{0,5}/0,5 \cdot n)$ hinreichend genau bestimmt (Bild 2-1). Die entsprechenden Punkte $\Delta t_{1,0}$ und $\Delta t_{0,5}$ sind mit dem Berechnungsverfahren gemäß [3] zu bestimmen.

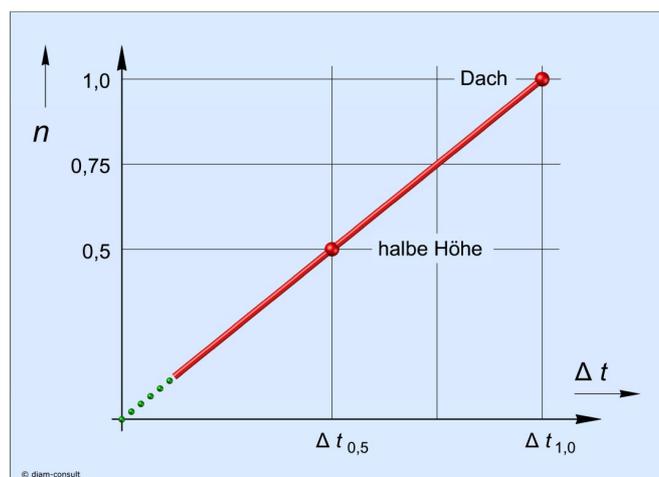


Bild 2-1 Vertikale Temperaturverteilung (Erwärmungs-Kennlinie), wirksame Kühlfläche $A_e > 1,25 \text{ m}^2$ schematische Darstellung; Δt ... Übertemperatur im Gehäuse; n ... Vielfaches der Gehäusehöhe

Die Übertemperatur im Inneren am Boden des Gehäuses liegt nahe bei Null, d. h., die Erwärmungs-Kennlinie läuft auf Null zu. (Für die Praxis ist der gestrichelte Teil der Kennlinie nicht von Bedeutung.)

2.1.2 Erwärmungs-Kennlinie für Gehäuse mit einer wirksamen Kühlfläche $A_e \leq 1,25 \text{ m}^2$

Bei dieser Art von Gehäusen ist die größte Übertemperatur im oberen Viertel konstant. Deshalb sind die Werte der Temperaturerhöhung $\Delta t_{1,0}$ und $\Delta t_{0,75}$ identisch (Bild 2-2).

⁵ Die Erwärmung eines Bauteils oder eines Teils davon ist die Differenz zwischen der gemessenen Temperatur dieses Teils und der Umgebungstemperatur außerhalb der Schaltgerätekombination.

⁶ Siehe dazu ÖVE/ÖNORM EN 61439-1:2012-07-01, Abschnitte 10.10.4.2, 10.10.4.3

⁷ HD 528 S2:1997-01; siehe auch [4]

⁸ Wichtig: Lokale große Erwärmungen in der Schaltgerätekombination, sogenannte Heißpunkte („hot-spots“) werden bei diesen Überlegungen nicht berücksichtigt.

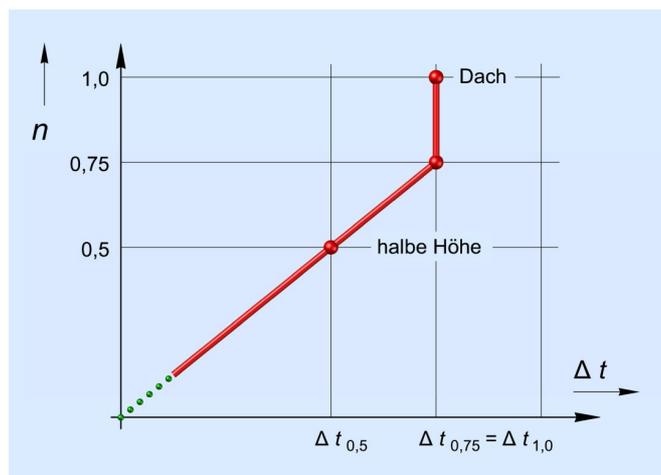


Bild 2-2 Vertikale Temperaturverteilung (Erwärmungs-Kennlinie), wirksame Kühlfläche $A_e \leq 1,25 \text{ m}^2$ schematische Darstellung; Δt ... Übertemperatur im Gehäuse; n ... Vielfaches der Gehäusehöhe

Die Erwärmungs-Kennlinie ergibt sich durch die Verbindung der Übertemperaturwerte beim 0,75- und 0,5-fachen Wert der Höhe des Gehäuses.

2.2 Berechnungsmethode in EN 60670-24 für GP-Gehäuse

GP⁹-Gehäuse, auch Universal-Gehäuse genannt, sind Leergehäuse oder Basisgehäuse¹⁰, bei denen der Einbau mechanischer oder elektrischer Geräte durch Prüfungen durch den Hersteller in Übereinstimmung mit [8] nachgewiesen wurden.

Im Haushaltsbereich und ähnlichen Anwendungen erstellt der Installateur mit diesen GP-Gehäusen vor Ort durch die geeignete Auswahl aus den für die Installation notwendigen und am Markt verfügbaren Komponenten, wie beispielsweise Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, Schalter, Transformatoren usw., den „verdrahteten Kleinverteiler“.

Nach der Auswahl des geeigneten GP-Gehäuses, bestückt mit Schutzeinrichtungen und anderen leistungsabgebenden elektrischen Betriebsmitteln, muss durch den Installateur durch Berechnung die Einhaltung der folgenden Beziehung („Erwärmungsbedingung“) nachgewiesen werden¹¹.

$$P_{\text{tot}} \leq P_{\text{de}}$$

P_{de} ... Maximale Leistungsabgabefähigkeit des Gehäuses, in W, angegeben durch den Hersteller für den bestimmungsgemäßen Gebrauch

P_{tot} ... Gesamte Verlustleistung der elektrischen Installationsgeräte und Schutzeinrichtungen, die in das GP-Gehäuse einzubauen sind und deren Verdrahtung

Ohne auf das detaillierte Berechnungsverfahren hier näher einzugehen, geht es darum, zu vermeiden, dass bei Umgebungstemperaturen, die üblicherweise 25 °C nicht überschreiten, aber gelegentlich 35 °C erreichen können, unzulässige Temperaturerhöhungen im Gehäuse auftreten.

⁹ GP ... General Purpose

¹⁰ Basisgehäuse gemäß [8] sind Gehäuse, die ausschließlich Montagemittel beinhalten.

¹¹ Dies stellt sicher, dass der *Temperaturanstieg* (Δt) am heißesten berührbaren Teil des bestückten GP-Gehäuses nicht größer ist als 30 K.



3 Austausch von Komponenten

Beim Austausch von einzelnen Komponenten im Laufe der Lebensdauer des „verdrahteten Verteilers“ ist natürlich auf die Einhaltung der „Erwärmungsbedingung“ zu achten.

Dies betrifft auch die Verwendung von allfällig vorhandenen Reserveplätzen im Verteiler¹². Neben der „geometrischen Platzreserve“ ist jedenfalls auch auf die „thermische Reserve“ des Verteilers zu achten. Dies gilt natürlich auch für den Einbau von elektronischen Zählern¹³ (smart meter).

So ist es z. B. möglich, dass aus Gründen unzulässiger Erwärmung, vorhandene Reserveplätze *nicht* ohne weitere Maßnahmen, wie z. B. Kühlung/Belüftung des Verteilers, Reduzierung des Bemessungsbelastungsfaktors, usw. *besetzt werden können*.

4 Literaturhinweise

- [1] Ludwar G., Mörx A.; Elektrotechnikrecht, Praxisorientierter Kommentar, ÖVE; Mai 2007; ISBN:978-3-85133-044-1
- [2] Henschl T., Mörx A.; Elektroinstallation in Gebäuden, Neuauflage; Österreichischer Wirtschaftsverlag; 2012; ISBN 3-85212-116-5
- [3] HD 528 S2:1997-01, Verfahren zur Ermittlung der Erwärmung von partiell typgeprüften Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (PTSK) durch Extrapolation
- [4] IEC/TR 60890 Amd.1 Ed. 1.0: 1995 03 Amendment 1 - A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear
- [5] IEC/TR 60890 Ed. 1.0: 1987 07; A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear
- [6] ÖVE/ÖNORM EN 61439-1:2012-07-01; Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, Teil 1: Allgemeine Festlegungen
- [7] ÖVE/ÖNORM EN 61439-3:2013-06-01; Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, Teil 3: Installationsverteiler für die Bedienung durch Laien (DBO)
- [8] ÖVE/ÖNORM EN 60670-24:2014-05-01; Dosen und Gehäuse für Installationsgeräte für Haushalt und ähnliche ortsfeste elektrische Installationen; Teil 24: Besondere Anforderungen für Gehäuse zur Aufnahme von Schutzgeräten und ähnlichen energieverbrauchenden Geräten
- [9] ÖVE/ÖNORM E 8001-2-30:2008-12-01; Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V -Teil 2-30: Schaltanlagen und Verteiler

¹² Reserveplätze gemäß ÖVE/ÖNORM E 8015-2, Abschnitt 4.5.1. Dort kann man lesen: „In Elektroanlagen-Verteilern sind Reserveplätze vorzusehen. Bei Ausstattung [...] sind dafür mindestens 30 % der gesamten nutzbaren Einbaubreite freizuhalten.“ (Elektroanlagen-Verteiler gemäß ÖVE/ÖNORM E 8015 sind Betriebsmittel zum Verteilen der zugeführten elektrischen Energie auf mehrere Stromkreise. Sie sind geeignet zur Aufnahme von Betriebsmitteln z. B. zum Schutz bei Überlast und Kurzschluss von Leitungen und Kabeln, zum Schutz gegen elektrischen Schlag, zum Schutz bei Überspannungen sowie zum Trennen, Steuern, Regeln, Messen und Signalgeben.)

¹³ Verlustleistung für verschiedenen Grenzströme von elektronischen Zählern (herstellerabhängig): 60A: 14,4W pro Phase; 65A: 16,9W pro Phase; 80A: 25,6W pro Phase; 100A: 40,1W pro Phase.