

Die Erwärmungszeit t_E ist als die Zeit definiert, in der ein Motor-Schutzschalter in jedem Störfall (z.B. Blockierung) den Motor abschalten muss, um unzulässige Erwärmungen zu verhindern.

In einem Störfall muss selbstverständlich die Auswirkung aller ungünstigen Faktoren berücksichtigt werden. Das bedeutet für polumschaltbare Motoren, dass angenommen werden muss, der Motor hätte in einer Drehzahlstufe seine Enderwärmung erreicht, wird auf eine andere Drehzahlstufe umgeschaltet und blockiert jetzt. Da das Blockieren in jeder beliebigen Schaltstufe auftreten kann, muss davon ausgegangen werden, dass im Augenblick einer Störung sowohl in der Ständerwicklung als auch im Läufer die höchstmöglichen Erwärmungen vorhanden sein können.

Für die t_E - Bestimmung werden daher für alle Polzahlen nur die größten Werte zugrunde gelegt, auch wenn sie bei verschiedenen Schaltstellungen auftreten.

Beispiel:

An einem dreifach-polumschaltbaren Motor wurden folgende Dauerbetriebs-erwärmungen gemessen:

	2 Pole	4 Pole	6 Pole	
Stator	54	58	32	K
Rotor	56	50	30	K

Dann wird beispielhaft für die Temperaturklasse T2 bei der thermischen Klasse 155 (F) und $T_{amb} = 40^\circ\text{C}$ gerechnet:

Ermittelte Erwärmungszeiten t_E

	2 Pole	4 Pole	6 Pole	
Stator: $195^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} - 58\text{ K} = 97\text{ K}$	15,3	20,6	57	s
Rotor: $290^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} - 56\text{ K} = 194\text{ K}$	12,2	22,8	40	s

} Werte aus angenommenen Kurzschlusskurven

Bei der Angabe der Zeiten t_E auf dem Datenblatt der EU- Baumusterprüfbescheinigung oder des IECEx – CoC's ist zu beachten, dass der verwendete zeitabhängige Überstromschutz („Motorschutzschalter“) in Abhängigkeit des jeweiligen Verhältnisses

I_A/I_N der einzelnen Drehzahlstufen bei blockierter Maschine gemäß der Auslösekennlinie innerhalb der angegebenen Zeit t_E auslöst. Siehe auch EN 60079-7:2015, Abschnitt 5.2.8.2 (Stromabhängige Sicherheitseinrichtung zur Temperaturbegrenzung).

Ein Beispiel:

Die Verhältnisse I_A / I_N sind für die drei Drehzahlstufen zu 8,0 / 7,2 / 6,3 festgestellt worden. In diesem Fall ist die Angabe nur einer Erwärmungszeit t_E , der kürzesten für die drei Drehzahlstufen ermittelten Zeit, hier 12 s, ausreichend, weil alle handelsüblichen, normenkonformen Motorschutzgeräte bei dem 6,3-fachen Bemessungsstrom innerhalb von 12 s abschalten.

Wird das Verhältnis I_A / I_N aber z.B. für die 6polige Schaltung wesentlich niedriger - beispielsweise 3,0 - so müssen für jede Polzahl die Erwärmungszeiten t_E angegeben werden, um die Auswahl hierfür geeigneter Schalter zu ermöglichen: 12 / 20 / 40 s.

Soll der Motor gleichzeitig für mehrere Bemessungsspannungen bescheinigt werden, so sind die errechneten t_E - Zeiten noch jeweils um 10 % zu reduzieren (PTB-Prüfregel „Prüf- und Zertifizierungsverfahren nach Richtlinie 94/9/EG für explosionsgeschützte Antriebe“, 2. Ausgabe 2007, Abschnitt 3.2.2.3). Im oben genannten Beispiel ergeben sich dann für die Erwärmungszeiten t_E die Ergebnisse 10 / 18 / 36 s.

The heating time t_E is defined as the time in which a motor circuit breaker must shut down the motor in any event of a fault (such as stalling of the rotor) to prevent inadmissible heating.

Of course, in the event of a fault, the effect of all unfavorable factors must be taken into account. For multiple speed motors, this means assuming that the motor has reached its normal operating temperature at one speed, switching to a different speed and now stalling the rotor. Since the blocking can occur at any switching stage, it must be assumed that at the moment of a disturbance in both the stator winding and in the rotor the highest possible temperatures can be present. For the determination of the time t_E , therefore, only the highest values are used for all pole numbers, even if they occur at different switching positions.

Example:

The following continuous operating temperatures were measured on a pole-switching motor with three speedsteps:

	2 Pole	4 Pole	6 Pole	
Stator	54	58	32	K
Rotor	56	50	30	K

Then the temperature class T2 for the thermal class 155 (F) and $T_{amb} = 40^\circ C$ is calculated as an example:

Determined heating time t_E

	2 Pole	4 Pole	6 Pole	
Stator: $195^\circ C - 40^\circ C - 58 K = 97 K$	15,3	20,6	57	S
Rotor: $290^\circ C - 40^\circ C - 56 K = 194 K$	12,2	22,8	40	S

} Werte aus angenommenen Kurzschlusskurven

When specifying the times t_E on the data sheet of the EU-type examination certificate or the IECEx-CoC, it must be ensured that the time-dependent overcurrent protection device ("motor protection switch") used is capable to shut the motor of within the specified time t_E in case of the rotor is stalled.

The tripping time of the protection device depends on the respective ratio I_A / I_N of the individual speed stages according to the tripping characteristic of the protection device. The minimum time t_E depending on the ratio I_A / I_N is described in EN 60079-7: 2015, section 5.2.8.2 (Limiting temperature by current-dependent safety device).

An example:

Ratios I_A / I_N have been found to be 8.0 / 7.2 / 6.3 for the three speed levels. In this case, the specification of only one heating time t_E , the shortest time determined for the three speed stages, here 12 s, is sufficient, because all commercially available, standard compliant motor protection devices switch off at the 6.3 times rated current within 12 s.

If the ratio I_A / I_N e.g. for the 6-pole circuit is much lower - for example 3.0 - so the heating times t_E must be specified for each number of poles to allow the selection of suitable switches: 12/20/40 s.

If the motor is to be certified for several rated voltages at the same time, the calculated t_E times must still be reduced by 10% each time (PTB test rule "Test and certification procedure according to Directive 94/9 / EC for explosion-protected electrical drives", 2nd edition 2007, section 3.2.2.3). In the above example, the results for the heating times t_E are 10/18/36 s.