

Erdbebensicherheit für Verteiltransformatoren

Ausgangslage: Am 01.10.2012 wurde vom ESTI (Eidgenössische Starkstrominspektorat) die Richtlinie Nr. 248 „Erdbebensicherung der elektrischen Energieverteilung in der Schweiz“ gültig (www.esti.admin.ch).

Die Zielsetzung ist, dass mit möglichst geringem Aufwand das Risiko eines ausgedehnten und langfristigen Blackouts bei einem starken Erdbeben nachhaltig zu verringern ist sowie die direkten Schäden an den Infrastrukturelementen tief zu halten sind.

Geltungsbereich:

- Transformatoren (alle Spannungsebenen)
- Elektrische Apparate (Spannungen von 220kV und höher)
- Anlagen der Energieverteilung in Schrankbauweise (alle Spannungsebenen)
- Lose Leiterverbindungen (Spannungen von 220kV und höher)
- Sekundärsysteme und andere Einbauten (alle Spannungsebenen)
- Gebäude der Anlagen und Sekundärtechnik (alle Spannungsebenen)
- Freileitungen (Spannungen von 220kV und höher)
- Kabelleitungen (alle Spannungsebenen)

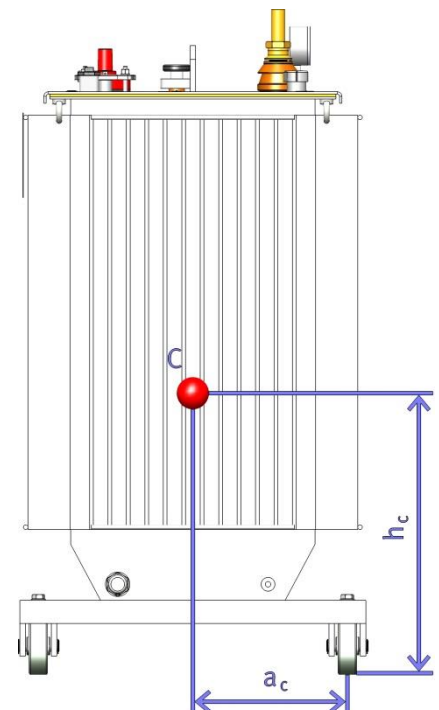
Erdbebengefährdung: Massgebende Faktoren für einen gegebenen Standort sind gemäss der Tragwerksnorm SIA 261:

- Erbebenzone (Z1, Z2, Z3a und Z3b)
- Baugrundklassen (A bis F)
- Bauwerksklassen (BWK I bis III)

Erdbebensicherung für Verteiltransformatoren:

Die Bestimmung einer Erdbeben-sicherung für Verteiltransformatoren, deren höchste Spannungsebene niedriger als 220kV liegt, wird vorgenommen, wenn der Schlankheitsgrad einen von der Erbebenzone abhängigen Wert übersteigt (siehe Tabelle im Kapitel zur „Erdbebensicherung von Transformatoren“ in der ESTI-Richtlinie).

Der Schlankheitsgrad S ist der Quotient von der Schwerpunkthöhe h_c und der minimalen horizontalen Distanz a_c zwischen dem Schwerpunkt und der nächstgelegenen „Kante“ eines Transformators. Die Schlankheitsgradwerte für Verteiltransformatoren liegen zwischen 1.5 und 2.5.



Berechnung einer Abhebesicherung für Verteiltransformatoren:

Mit den Angaben der Erbebenzone, Baugrundklasse und Bauwerksklasse wird die effektive Bodenbeschleunigung eines gegebenen Standortes bestimmt. Mit einem Sicherheitsfaktor von 3 auf die effektive Bodenbeschleunigung wird die effektive Spektralbeschleunigung S_e errechnet.

Die Notwendigkeit einer Abhebesicherung ergibt sich, wenn der Quotient von 10m/s^2 und der effektiven Spektralbeschleunigung S_e kleiner als der Schlankheitsgrad S ist.

$$\text{Notwendigkeit einer Abhebesicherung wenn: } \frac{10}{S_e} < S \quad \text{wobei } S = \frac{h_c}{a_c}$$

Verteiltransformatoren von Rauscher und Stoecklin:

Für unsere Verteiltransformatoren ist es erforderlich, individuell die Notwendigkeit einer Abhebesicherung zu berechnen.

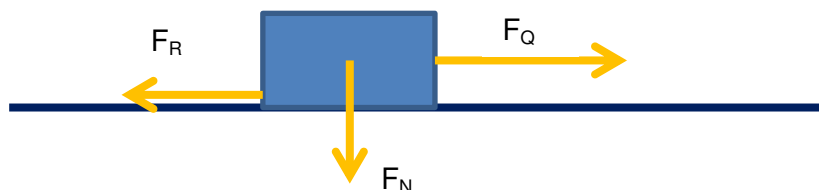
Wenn die Berechnung eine Notwendigkeit einer Abhebesicherung ergibt und/oder die Spektralbeschleunigung S_e einen Wert höher als 5m/s^2 erreicht, empfehlen wir die Anwendung unseres modifizierten Transformatorenkessels, welcher den Erdbebennachweis nach ESTI Richtlinie Nr. 248 erfüllt.

Wenn die Berechnung keine Notwendigkeit einer Sicherung ergibt, empfehlen wir zumindest eine Massnahme gegen das Verschieben des Verteiltransformators vorzunehmen.

Ein Verschieben tritt auf wenn die Querkraft F_Q des Erdbebens höher ist als der Reibwiderstand F_R des Transformators auf dem Untergrund. Wobei der Reibwiderstand durch den Reibkoeffizient μ und dem Gewicht des Transformators bestimmt wird.

$$F_N = \text{Masse}_{tot} * g$$

$$F_R = F_N * \mu$$



Maximale Bodenbelastung:

Ein Erdbebensicherer Verteiltransformator ist nur erdbebensicher, wenn der Aufstellungsort die auftretenden Kräfte des Verteiltransformators während des Erdbebenfalles aufnehmen kann.

Für eine Trafobefestigung ist es zwingend notwendig alle Rollen zu fixieren.

Im Erdbebenfall können folgende Rollenkräfte auftreten:

$$F_D = \left(\frac{S_e * Masse_{tot} * S}{4} * 1.2 + \frac{Masse_{tot} * g}{4} \right) * Sfrs$$

$$F_A = - \left(\frac{S_e * Masse_{tot} * S}{4} * 1.2 - \frac{Masse_{tot} * g}{4} \right) * Sfrs$$

$$F_Q = \left(\frac{S_e * Masse_{tot}}{4} \right) * Sfrs$$

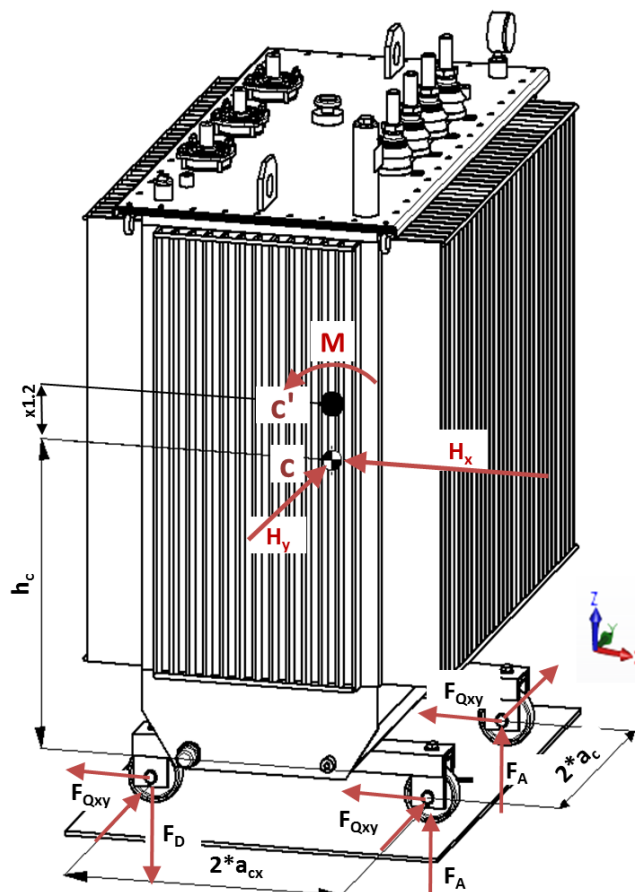
$Sfrs = \text{Sicherheitsfaktor von Rauscher und Stoecklin} = 1.15$

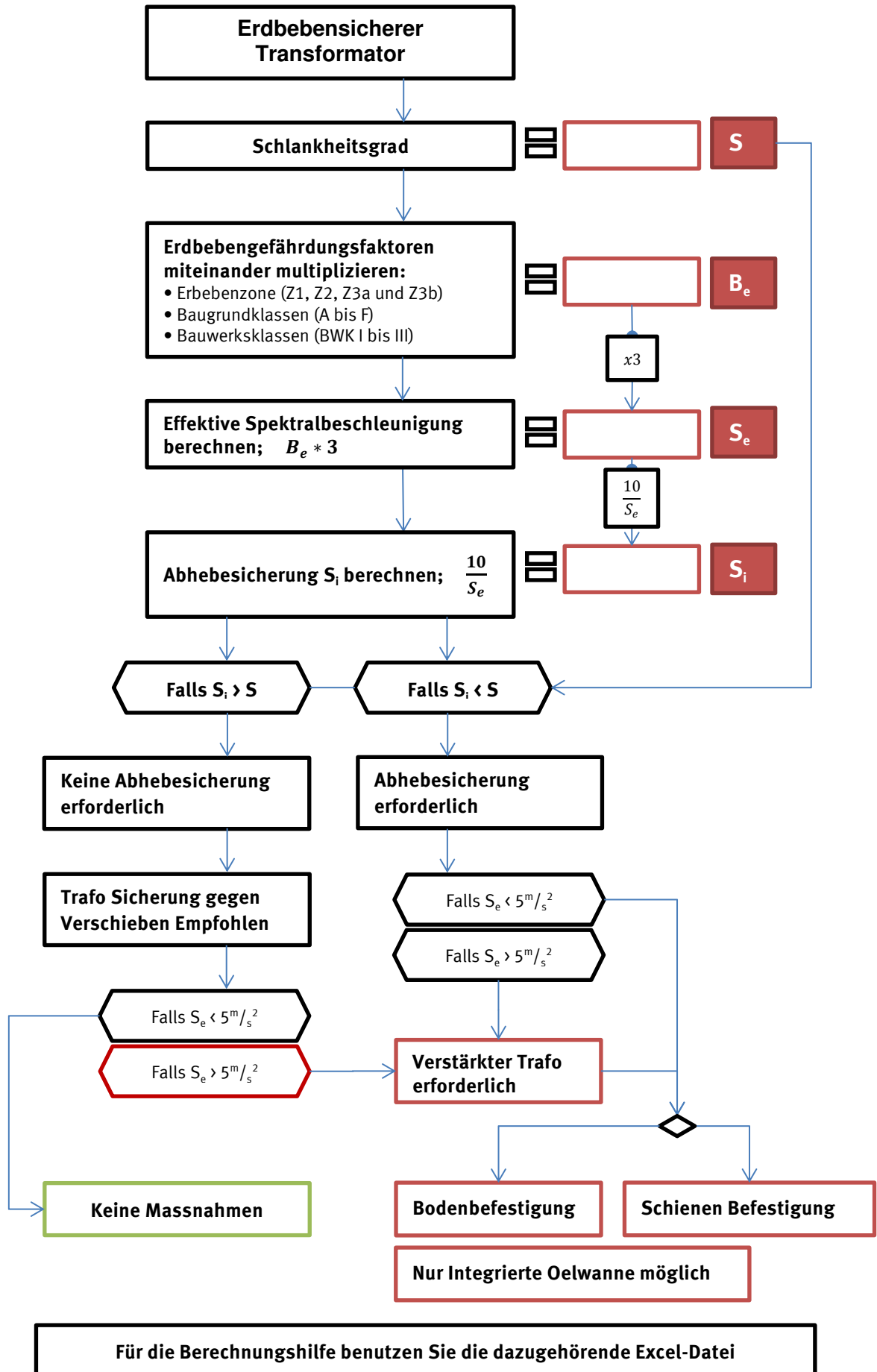
- Die Berechnung ist nur gültig wenn a_c in X und Y Richtung identisch ist. Ansonsten muss man den Wert individuell berechnen.

F_D gibt die maximale *Druckkraft* an, welche eine Rolle auf den Untergrund während dem Erdbebenfall ausüben kann.

F_A gibt die maximale *Abhebekraft* an, welche eine Rolle auf den Untergrund während dem Erdbebenfall ausüben kann.

F_Q gibt die maximale *Querkräft* an, welche eine Rolle auf den Untergrund während dem Erdbebenfall ausüben kann. Alle Rollen üben dabei die gleiche Kraft aus.





Bei Verwendung einer Ölwanne ist nur die Integrierte Version zugelassen, da ansonsten die Befestigung nicht gewährleistet werden kann.

Lösungsansätze einer Verankerung



Rollen blockieren durch Keil



Spezialrollen mit Löcher für Befestigung

Lösungsansätze einer Schienenbefestigung



Rollen blockieren durch Keil

Wir raten dringend von Lösungen ab, welche eine Verankerung an den am Trafo angebrachten Ringmuttern vorsehen.

Solche Lösungen sind kontraproduktiv und können den Trafo nicht nur im Erdbebenfall beschädigen.

Als Lösung bieten wir eine verstärkte Eckblechbefestigung an Art.Nr.22797.



Haftung: **Wir übernehmen keine Haftung für Erdbebensicherungen, welche nicht mit uns abgesprochen wurden. Da diese unsere Verteiltransformatoren negativ beeinflussen können und im schlimmsten Fall auch beschädigen.**

Unterstützung: Wenn Sie weitere Fragen haben oder Unklarheiten bestehen, unterstützen wir Sie gerne bei einer Lösungsfindung zusammen mit unserem externen Partner.