

## Erdungsschemas in der Niederspannung - Teil 6

### Einflüsse der MS auf die NS in Funktion des Erdungsschemas: Blitzschlag, Schaltüberspannungen, Transformatorinterner Übersschlag zwischen MS und Transformator-Masse

NS-Netze stehen, außer wenn sie von einer unterbrechungsfreien Ersatzstromversorgung oder von einem NS/ NS-Transformator gespeist werden, unter dem Einfluss der MS. Dieser Einfluss erfolgt:

- durch kapazitive Kopplung: Übertragung von Überspannungen von den MS-Wicklungen auf die NSWicklungen
- durch galvanische Kopplung bei einem Übersschlag zwischen den MSWicklungen und den NS-Wicklungen
- über die gemeinsame Impedanz, wenn die verschiedenen Erder miteinander verbunden sind und ein von der MS herrührender Strom gegen Erde fließt.

Er bewirkt auf der NS-Seite Störungen, vor allem Überspannungen, deren Ursache die folgenden Vorgänge auf der MS-Seite sind:

- Blitzschlag
- Schaltüberspannungen
- Transformatorinterner Übersschlag zwischen MS und Transformator- Körper
- Transformatorinterner Übersschlag zwischen MS und NS

Die häufigste Folge ist eine Zerstörung der NS-Isolationen, wodurch die Gefahr der Elektrisierung von Personen und der Zerstörung von Betriebsmitteln entsteht.

#### **Blitzschlag**

Wenn das MS-Netz ein Freileitungsnetz ist, installiert das Elektrizitätsversorgungsunternehmen, um die Auswirkungen eines direkten oder indirekten Blitzschlages zu begrenzen, ZnOÜberspannungsableiter. Diese Überspannungsableiter werden am letzten Mast vor der MS/NS-Station angeordnet. Sie begrenzen die Überspannung und leiten den Blitzstrom gegen Erde ab (siehe Technische Hefte Nr. 151 und 168). Es wird jedoch durch kapazitive Kopplung eine Blitzwelle von den Transformatorwicklungen auf die aktiven Leiter auf der NS-Seite übertragen. Diese kann einen Spitzenwert von 10 kV erreichen. Obwohl sie von den Streukapazitäten des Netzes gegen Erde nach und nach gedämpft wird, ist es üblich, an der Einspeisestelle des Netzes unabhängig vom Erdungsschema ZnO-Überspannungsableiter anzuordnen (siehe Abb. 18). Ebenso ist es angebracht, um eine Kopplung über die gemeinsame Impedanz zu vermeiden, in keinem Fall MS-Überspannungsableiter, Blitzableiter auf dem Dach von Gebäuden an den Erder des NS-Sternpunktes anzuschließen. Der Blitzstrom würde einen Anstieg des Potentials des Schutzleiters PE und/ oder des NS-Neutralleiters (Gefahr eines Durchschlages) und den Verlust der Wirksamkeit des Erders (Versinterung) bewirken.

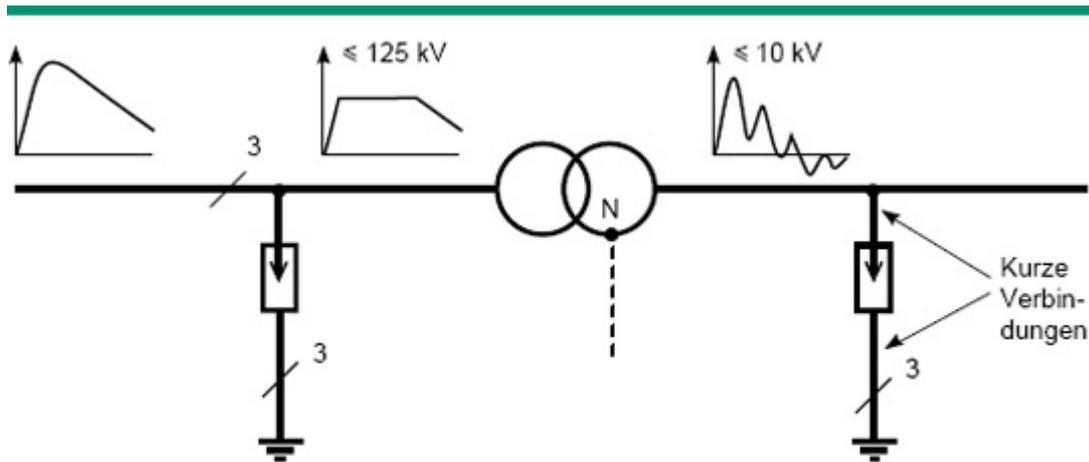


Abb. 18: Begrenzung und Übertragung von Blitzüberspannungen (unabhängig davon, ob der Sternpunkt N geerdet ist oder nicht, treten in den Phaseleitern äussere Überspannungen auf).

### Schaltüberspannungen

Gewisse MS-Apparate (zum Beispiel Vakuum-Leistungsschalter) bewirken beim Schalten hohe Überspannungen (siehe Technische Heft Nr. 143). Im Gegensatz zum Blitzschlag, der eine äußere Störung (zwischen Netz und Erde) ist, sind diese Überspannungen in der NS innere Störungen. Sie werden durch kapazitive und magnetische Kopplung auf das NS-Netz übertragen. Wie alle inneren Erscheinungen haben die Schaltüberspannungen nichts oder nur wenig mit den einzelnen Erdungsschemas zu tun.

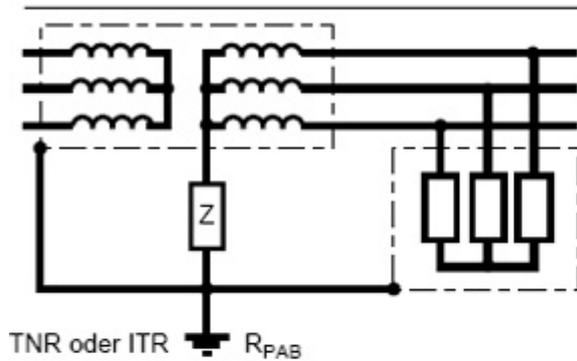
### Transformatorinterner Überschlag zwischen MS und Transformator-Masse

Bei einem transformatorinternen Überschlag zwischen MS und Transformator-Masse und wenn die Transformator-Masse und der Sternpunkt der NS-Anlage an denselben Erder angeschlossen sind, kann ein MS-Nullstrom (dessen Stärke vom MS-Erdungsschema abhängt) die Masse des Transformators und den Sternpunkt der NS-Anlage auf ein gefährliches Potential bringen. Der Widerstand des Transformator-Erders bestimmt direkt die Berührungsspannung  $U_t = R_p \cdot I_{hMS}$  in der Station sowie die Stehspannung  $U_{tp} = R_p \cdot I_{hMS}$  der NS-Betriebsmittel in der Station (wenn die Erdung des NSSternpunktes von derjenigen der Station getrennt ist).

Der Erder der Station und derjenige des NS-Sternpunktes sind normalerweise nicht miteinander verbunden. Wenn sie miteinander verbunden sind, ist dem Widerstand des gemeinsamen Erders ein Grenzwert gesetzt, um den Potentialanstieg des NS-Netzes gegen Erde zu verhindern. Die Abbildung 19 nennt die Widerstände des gemeinsamen Erders für die Werte von  $I_{hMS}$  der französischen Netze der öffentlichen Stromversorgung. Der interessierte Leser kann in der Norm IEC 384-4-442 die Gefahren in Abhängigkeit vom NSErdungsschema nachlesen.

Die in den Netzen der öffentlichen Stromversorgung (außer in Australien und in den USA, wo der Fehlerstrom sehr hoch sein kann) angetroffenen Werte gehen von 10 A in Irland (eine Impedanz kompensiert den kapazitiven Strom) bis 1 000 A in Frankreich (Kabelnetze) und in Großbritannien. Industrielle MS-Netze werden normalerweise im Schema IT mit über eine Impedanz geerdetem Sternpunkt betrieben. Sie haben einen Nullstrom  $I_{hMS}$  von einigen zehn Ampere (siehe Technisches Heft Nr. 62). Der maximal zulässige Widerstand des Erders hängt von den Potentialausgleichsbedingungen der Masse des NS-Netzes ab, d.h. von seinem Erdungsschema.

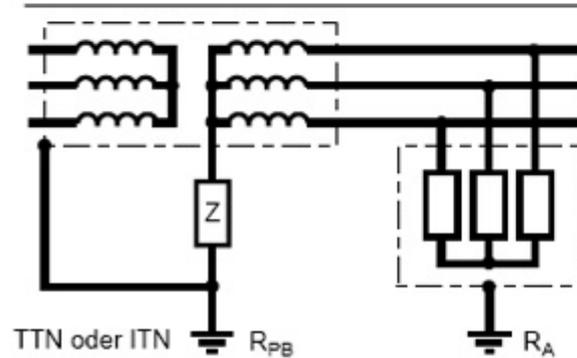
Schema (1)



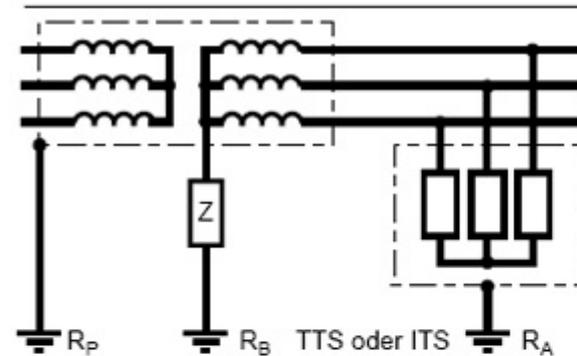
Maximaler Widerstand  $R_P$  (W) des Erders der Körper der Station  $R_{PAB}$  ( $\Omega$ )

Kein vorgeschriebene Wert, mit den nachstehenden Werten kann jedoch ein Potentialanstieg des Ganzen verhindert werden

$I_{h_{MT}}$ (A)	$R_{PAB}$ ( $\Omega$ )
300	3 à 20
1 000	1 à 10



$I_{h_{MT}}$ (A)	$R_{PB}$ ( $\Omega$ )
300	3
1 000	1



$U_{tp}$ (kV)	2	4	10
$I_{h_{MT}}$ (A)	4	8	20
	1	3	10

- Z: Direkte Verbindung bei den Schemas TN und TT  
 Verbindung über Impedanz oder isoliert beim Schema IT mit Überspannungsableiter
- $I_m$ : Maximaler Stromwert beim ersten einfachen Erdschluss des die Station speisenden Hochspannungsnetzes
- $U_{tp}$ : Stehwechselfspannung der Niederspannungs-Betriebsmittel der Station
- (1) Der dritte Buchstabe der Erdungsschemas bedeutet nach NF C 13-100:
- Alle Körper sind miteinander verbunden: R
  - Der Körper der Station ist mit der Erde des Sternpunktes verbunden: N
  - Die Erder sind separat: S

Abb. 19: Maximaler Widerstand des Erders der Körper der Station in Funktion des Erdungsschemas des Netzes.