

LIVE

SAVING

RULES

für elektrotechnische Arbeiten

Schwerpunkt:
Beeinflussungsspannungen /
Induktion



SPIE, gemeinsam zum Erfolg

Anforderungen bei Beeinflussungsspannungen

DIN VDE 0105-100 2015-10 definiert die zu treffenden Sicherheitsmaßnahmen

6.1.2 Anforderungen bei Beeinflussungsspannungen

Leiter oder leitfähige Teile in der Nähe unter Spannung stehender Teile können elektrisch beeinflusst werden. Ergänzend zu den nachfolgenden Festlegungen in 6.2 und 6.4 sind beim Arbeiten an elektrischen Systemen unter Beeinflussungsspannung besondere Sicherheitsmaßnahmen zu treffen (dies gilt besonders für Freileitungen):

- durch abschnittsweise Erdung in angemessenen Abständen, so dass die Beeinflussungsspannung gegen Erde auf ungefährliche Werte abgebaut wird;
 - durch Potentialausgleichsmaßnahmen an der Arbeitsstelle, um zu verhindern, dass Arbeitende in eine Induktionsschleife geraten können.
-
- Beeinflussungsspannung werden durch induktive und kapazitive Kopplung hervorgerufen.
 - Dabei können leitfähige Teile, z.B. Leiterseile, Metallmäntel oder äußere Leitschichten von Kabeln, Rohrleitungen, andere metallische Konstruktionen gefährliche Beeinflussungsspannungen annehmen, wenn sie im Bereich unter Spannung stehender elektrischer Anlagen angeordnet sind.

Gegenmaßnahmen: abschnittsweise Erdung und Herstellen des Potentialausgleichs an der Arbeitsstelle

Unfälle durch Induktion

Schau dir die Videos an! Cursor ins Bild stellen, dann öffnet sich unter dem Bild eine Startleiste



- In Hochspannungsanlagen (dazu gehören Freileitungen und Schaltanlagen) treffen wir immer auf elektrische Felder, die von der elektrischen Spannung ausgehen und auf magnetische Felder, die durch den Stromfluss hervorgerufen werden
- Je höher die Spannung, je höher der Strom und je länger freigeschaltete Leitungen mit Leitungen „unter Dampf“ parallel verlaufen, je höher ist die zu erwartende Beeinflussung deines Arbeitsbereichs!
- Auf ungeerdeten Leitungen erreichen Induktionsspannungen spielend Größen von mehreren 1000 V mit Stromstärken, die uns als Menschen gefährlich werden können
- Schau dir die Videos an

Bedenke!
Schützen kann uns nur eine funktionierende einwandfreie Erde im Arbeitsbereich und vor allem direkt am Arbeitsplatz

Unfälle durch Induktion



Arbeitsauftrag:

Austausch von Überwachungskameras auf einem Firmenparkplatz unterhalb einer 380kV Freileitung

Unfallursache:

- Mit einer Teleskop-Arbeitsbühne werden Überwachungskameras an Masten ausgetauscht
- Bei der Berührung des Mastes aus dem Arbeitsbühnenkorb heraus, kommt es zur Körperdurchströmung durch Induktion, die zuerst ignoriert wird
- Bei der Übernahme der Kamera berührt auch der Bodenmann den Arbeitsbühnenkorb und gleichzeitig den Mast und erleidet ebenfalls eine noch stärkere Körperdurchströmung

Worauf müssen wir achten!

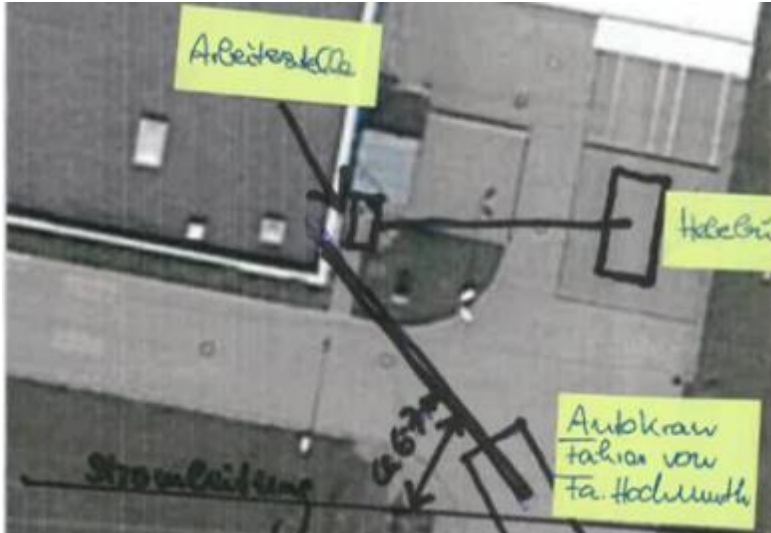


- Bei Arbeiten in der Nähe von Freileitungen muss immer mit Induktion gerechnet werden, auch wenn Abstände von 20m und mehr zu den Leitungsseilen besteht
- Die Schutzabstände nach VDE 0105 Tabelle 104 gelten für Arbeit in der Nähe von aktiven Teilen, schützen aber nicht vor Induktion/Influenz

Achtung! Verbinde immer leitfähige Teile miteinander, die du gleichzeitig berühren kannst. Eine Erdverbindung des Mastes mit der Arbeitsbühne hätte hier geholfen.

Nutze für das Anbringen der Erdverbindung immer isolierte Werkzeuge

Unfälle durch Induktion



Arbeitsauftrag:

Demontage von zwei Werbeschilder auf einem Firmengelände in der Nähe einer 110kV Freileitung

Unfallursache:

- Für das Abbauen eines Werbeschilds wird ein Kran unterhalb der Freileitung aufgestellt, wobei der Teleskoparm ca. 7m von der Freileitung ausgefahren ist
- Von einer Hubarbeitsbühne aus werden die Vorbereitungen für das Anschlagen des Werbeschilds vorgenommen
- Durch die Berührung des Kettengehänges am Kranhaken kommt es zur Körperdurchströmung durch Induktion

Worauf müssen wir achten! ⚡

- Auch hier gilt! Bei Arbeiten in der Nähe von Freileitungen muss immer mit Induktion gerechnet werden
- Die Schutzabstände nach VDE 0105 Tabelle 104 oder auch DGUV V3 Tabelle 4 gelten nicht als Schutz vor Induktion und Influenz

Es bleibt dabei! Verbinde immer leitfähige Teile miteinander, die du gleichzeitig berühren kannst. Eine Erdverbindung des Krans, der Arbeitsbühne und des Gebäudes, welches eine leitfähige Fassade hat, hätte auch hier geholfen. Denke daran: „Erst Erden, dann arbeiten“



Arbeitsauftrag

Schließen von Stromschlaufen

Unfallursache:

- An der Arbeitsstelle war keine Arbeitserde eingelegt
- Die Arbeitserde am Nachbarmast wurde ausgebaut bevor die Arbeiten an der Stromschleife beendet waren

Worauf müssen wir achten!



- Eine Arbeitserde ist immer **das Erste** was wir an der spannungsfreien Arbeitsstelle einlegen be**vor** die **Arbeiten** beginnen
und
- Immer **das Letzte** was wir ausbauen wenn die **Arbeiten beendet** sind!

Achtung! Beim Öffnen oder Schließen von Schlaufen gehören an beiden Seilenden Arbeitserden

Unfälle durch Induktion



Arbeitsauftrag:

Vorbereitung zum Blitzseiltausch

Unfallursache:

- Als Abschluss der Vorbereitungen für den Blitzseiltausch wurde die letzte Arbeitserde am Blitzseil entfernt
- Weil der MA noch etwas nachmessen wollte, berührte er nochmal das ungeerdete Blitzseil

Worauf müssen wir achten!



- Nach dem Entfernen von Arbeitserden dürfen ungeerdete Leitungen/Seile nicht mehr berührt werden
- Ungeerdete Leitungen/Seile sind so zu betrachten als stehen diese unter Spannung

Achtung! Wenn nach dem Enterden noch Arbeiten erforderlich sind, zuerst den Bauleiter informieren und wenn der sein OK gibt, dann wieder sauber Einerden!



Arbeitsauftrag:

Einbau von Bündelabstandhalter

Unfallursache:

- Für die Bergung eines defekten LFW fuhr der MA an einen ungeerdeten Tragmast, stieg mit einer Hängeleiter hoch zur Traverse und organisierte ein Windenseil
- Mit dem Windenseil stieg er von der Traverse wieder in den LFW um diesen anzuschlagen. Dabei berührte er die Freileitung

Worauf müssen wir achten!



- Nie von ungeerdeten Teilen auf geerdete Teile umsteigen
- Ist keine Erde vorhanden, erst eine Arbeitserde organisieren und dann aussteigen
- Seilwinde immer möglichst am Mast erden, an dem gearbeitet werden soll. Erdspeieße nur in Ausnahmefällen

Achtung! Der Stromschlag ist erst beim Wiedereinsteigen in den LFW passiert, hätte aber auch schon beim Aussteigen passieren können

Unfälle durch Induktion

Arbeitsauftrag:

Ansprung einer Steigleitung an einem 380kV Trafo-Überspannungsableiter tauschen (Klemmen um 180° drehen)

Unfallursache:

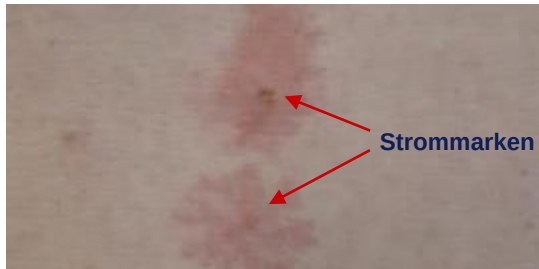
- Für das Drehen der Steigleitung wurden die geraden Pressklemmen geschnitten und gegen 90° Klemmen getauscht. Die zwangsgeführte Erde am Ü-Ableiter verlor damit seine Wirkung. Eine nötige freigeführte Arbeitserde kam nicht zum Einsatz
- Die Trafo-Feldverseilung verlief auf 100m parallel zwischen 2 weiteren aktiven Feldverseilungen und kreuzte dabei noch 2 aktive Sammelschienen mit hoher Leistung. Die Betriebserde am Trafo-Feldtrenner war 100m weit weg
- Beim Ausrichten der Steigleitung berührte der Kollege mit dem Bauch und den Knien das Schutzgitter des geerdeten Arbeitsbühnenkorbs. Siehe Strommarken

Worauf müssen wir achten! ⚡

- Bevor etwas geschnitten, getrennt oder demontiert wird, immer zwingend die Erdungsverhältnisse beachten
- Es muss immer eine sichtbare Erde an **allen** Teilen sein, die ihr anfassen müsst

Achtung! Mit dem Schneiden der Steigleitung war die Gefahr schon gegeben. Die Sicherheitsschuhe verhinderten einen Stromfluss aber nur so lange bis der Körper einen leitfähigen Gegenstand berührte. Das war das Schutzgitter

Das Bild zeigt den abgeschlossenen Umbau



Unfälle durch Induktion

Arbeitsauftrag:

Demontage einer 380kV Bestandsverseilung in einer Umspannanlage

Unfallursache:

- Vor den Demontagearbeiten sind die Arbeitserden gemäß den Vorgaben in die Doppelverseilung eingelegt
- Im Verlauf der Demontagearbeiten kommt es dazu, dass ein Leiterseil aus der Doppelverseilung welches mit der Arbeitserde verbunden ist, abgeschnitten wird
- Das verbleibende zweite Leiterseil ist ohne Verbindung zur Erde
- Durch das Berühren des zweiten Leiterseil, kommt es zur Körperdurchströmung durch Induktion

Worauf müssen wir achten!



- Wie schon im vorherigen Fall: Bevor etwas geschnitten, getrennt oder demontiert wird, immer zwingend die Erdungsverhältnisse beachten
- Es muss immer eine sichtbare Erde an **allen** Teilen sein, die ihr anfassen müsst

Spruchwort!

Säge nicht an dem Ast, auf dem du sitzt



Schwerpunkt Induktion

Erdungsgarnituren
schützen dein Leben

Setze geprüfte und
optisch mängelfrei
Erdseile ein

Schrott gehört in die
Kupferkiste, nicht an
den Mast



Kratzklemmen sorgen für
eine saubere
Erdverbindung an
beschichteten Stahlteilen

Wenn die Zähne aber
stumpf sind, können DIE
sich nicht mehr
durchbeißen



Eine Erdungsgarnitur anbringen ist das Eine, eine saubere
Erdverbindung zu haben, das Andere.

Ohne Erdverbindung, keine Arbeit!

- Achte darauf, dass du **immer** eine Arbeitserde direkt an deinem Arbeitsplatz hast und wenn du Schlaufen/Seilverbindungen de- oder montierst, immer auf beiden Seilseiten
- Achte darauf, dass du zuerst die Erdverbindung am Mast, geerdetem Stahlteil bzw. Erdungsbolzen herstellst **NIE** zuerst am Seil/Gerät etc.
- Achte darauf, dass du „Kratzklemmen“ fest anziehst, wieder löst und wieder fest anziehst. Es ist **WICHTIG**, dass die Zähne, durch die Beschichtung hindurch, den Stahl berühren.

Noch sicherer ist es, die Beschichtung und evtl. Rost zu entfernen. Das allerdings nur in Absprache mit dem Kunden

- Bevor du den Seilkontakt mit deiner Erdungsgarnitur herstellst, musst du **unmittelbar vorher** die **Spannungsfreiheit** feststellen
- Stelle den Seilkontakt mit deiner Erdungsgarnitur **NIE** mit der bloßen Hand oder einer Zange her sondern immer mit einer Betätigungsstange
- Bedenke! Mit der Entfernung der Arbeitserde am Arbeitsplatz kommt die Induktion sofort zurück auch wenn irgendwo auf der Leitung Erden eingelegt sind

Potenzialausgleich!

Alles auf dem du stehst, sitzt, hockst oder kniest und alles was du von da aus anpacken willst, muss mit der gleichen Erde verbunden sein

Wirkung des elektrischen Stroms

Physiologische Wirkung von Strom auf den Menschen

Schwellenwert bei Wechselstrom.

• mit der Zunge		ab	4,0 ... 5,0 μ A
• mit dem Finger		ab	1,0 ... 1,5 mA
• Loslassgrenze	für Frauen	ab	6 mA
	für Männer	ab	9 mA
• Verkrampfung der Atemmuskulatur		ab	20 mA
• Herzkammerflimmern		ab	50 mA

Von dem nicht mehr „loslassen können“ bis zum Herzkammerflimmern ist es nicht sehr weit.

Herzkammerflimmern kann nur mit einem Defibrillator beendet werden. So lange muss Herzdruckmassage durchgeführt werden.

Und wie soll das z. B. auf einem Mast durchgeführt werden?

Ab 500 mA ist die Stromwirkung immer tödlich!

Teamregeln

- Wir kümmern uns immer um einen Potenzialausgleich zwischen Geräten, Fahrzeugen, leitfähigen Gebäudeteilen, wenn wir neben oder unterhalb von Hochspannungs-Freileitungen arbeiten durchführen müssen
- Wir vergewissern uns immer, dass Arbeitserden geprüft, optisch mängelfrei und einen einwandfreien Erdkontakt herstellen
- Wir benutzen immer für das Anbringen der Erdungsgarnituren geeignete isolierte Werkzeuge
- Wir stoppen die Arbeiten sofort, wenn wir merken, dass Erdungsmaßnahmen keine Wirkung zeigen und informieren den Vorgesetzten
- Wir werden immer sicherstellen, dass die erforderlichen Betriebserden an allen Einschaltstellen eingelegt sind
- Wir arbeiten nie ohne eine sichtbare Arbeitserde direkt am Arbeitsplatz, das gilt insbesondere auch für Blitzschutzseile/LWL-Seile
- Wir achten darauf, dass die Arbeitserden vor Arbeitsbeginn immer als Erstes eingehängt und als Letztes ausgehängt werden
- Wenn wir Stromverseilungen/Stromschlaufen schneiden, trennen oder demontieren müssen, kümmern wir uns immer darum, dass **vorher** beidseitige Arbeitserden **eingehängt** sind
- Wir steigen nie von ungeerdeten Teilen auf geerdete Teile und andersherum
- Wir binden immer alle leitfähigen Teile am Arbeitsplatz, sternförmig in einen Potenzialausgleich ein

Der letzte Sicherheitscheck und die fünf Sicherheitsregeln

– verpflichtend für jeden Mitarbeiter –

