



TKI-Entscheid	TKI 220601
Besprechung: 6.7.2023	1 / 6
Betrifft: Starkstromverordnung, SNEN IEC 61936-1	
Starkstromanlagen - Schutz gegen direktes und indirektes Berühren durch Zutrittsbeschränkungen und Schutz durch Hindernisse (Einfriedung)	

1 Ausgangslage

Gemäss Starkstromverordnung Art. 4 dürfen Starkstromanlagen bei bestimmungsgemäsem Betrieb oder Gebrauch sowie in voraussehbaren Störfällen weder Personen noch Sachen gefährden. Weiter wird in Art. 10 derselben Verordnung bestimmt, dass Betriebsinhaber von Starkstromanlagen dafür sorgen müssen, dass sich Personen, die über die Gefahren nicht unterrichtet sind, auch bei Unachtsamkeit weder direkt noch indirekt (z. B. mit Werkzeugen, Geräten des täglichen Gebrauchs usw.) betriebsmässig unter Spannung stehenden Teilen von Anlagen und daran angeschlossenen elektrischen Einrichtungen **so nähern können, dass sie sich gefährden**. In den Verordnungen und Normen wird an verschiedenen Stellen auf die Beschränkung des Zutritts zu Starkstromanlagen, auf Absperrungen, auf Umzäunungen oder auf Einfriedungen hingewiesen, um den notwendigen Abstand zu den elektrischen Anlagen zu gewährleisten. Grundsätzlich schafft bei elektrischen Starkstromanlagen, insbesondere bei Hochspannungsanlagen, Abstand immer Sicherheit.

In diesem Zusammenhang erhält das ESTI immer wieder Anfragen, welche Anforderungen Umzäunungen oder Einfriedungen erfüllen müssen, da nicht immer klar ist, welche Schutzziele mit diesem Schutzmittel erreicht werden sollen und welche gesetzlichen Anforderungen an die Beschaffenheit der Schutzmittel gestellt werden.

Schutzziele

Im Grundsatz werden dabei zwei unterschiedliche Schutzziele verfolgt:

1.1 Schutz von Personen durch direktes und indirektes Berühren

Art. 10 der Starkstromverordnung gibt vor, dass Betriebsinhaber dafür sorgen müssen, dass sich nicht unterrichtete Personen den potenziell gefährlichen Anlagenteile nähern können. Daraus ergibt sich, dass der Betriebsinhaber mit geeigneten Mitteln dafür sorgen muss, dass solche Personen sich nicht unbeabsichtigt an elektrische Anlagenteile bzw. Betriebsmittel annähern können.

Die Starkstromverordnung gibt im Allgemeinen keine weiteren Hinweise oder macht keine Vorgaben über die Art und Weise, wie dieses Schutzziel erreichen werden kann (Ausnahme sind Freiluftanlagen gemäss Kapitel 4 der Starkstromverordnung). Nach Art. 4 Abs. 3 gelten demnach die sinngemäss anwendbaren Normen (vgl. SNEN IEC 61936-1) oder allfällige technische Weisungen.

ersetzt TKI: -	ergänzt TKI: -	
Veröffentlichung: Inspektoren, ESTI-Homepage		
Fehraltorf, 6.3.2024	genehmigt durch TKI: 26.10.2023	Visum Vorsitzender:

Handelt es sich wie oben erwähnt bei der elektrischen Starkstromanlage jedoch um eine Freiluftanlage gibt die Starkstromverordnung in Art. 41 einige Anforderungen an eine Umzäunung oder Einfriedung eines Betriebsbereiches vor:

1.2 Schutz der Starkstromanlage vor unberechtigtem Zutritt von (nicht instruierten) Personen

In Art. 20, der Starkstromverordnung [1], Allgemeine Bestimmungen, Abs. 1:

Die Betriebsinhaber von Starkstromanlagen müssen Massnahmen treffen, die den Zutritt von unberechtigten Personen sowie das Eindringen von Tieren, Flüssigkeiten und schädlichen Gasen möglichst verhindern.

In der SNEN IEC 61936-1:2021 [3] Kap. 7.1.1, Gemeinsame Anforderungen.

² Der Zugang zu abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten muss limitiert und nur durch Öffnen oder Entfernen einer Tür, eines Tors oder einer Schutzbarriere mit Hilfe eines Schlüssels oder Werkzeugs möglich sein. Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten müssen durch geeignete Warnschilder kenntlich gemacht werden.

Schutzmittel

Um das Schutzziel gemäss Kap. 1.1 zu erreichen, gibt die Starkstromverordnung für Freiluftanlagen in Art. 41 Anforderungen an das Schutzmittel vor

Art. 41 Umzäunungen und Gerüste

¹ Der Betriebsbereich einer Freiluftanlage muss mit einer Umzäunung von mindestens 2,2 m Höhe abgeschlossen sein. In schneereichen Gegenden ist diese Umzäunung entsprechend zu erhöhen.

² Das Gitter der Umzäunung darf eine Maschenweite von höchstens 4 cm und einen Bodenabstand von höchstens 10 cm aufweisen

In der Praxis hat sich gezeigt, dass in diesem Zusammenhang eher von Einfriedungen als von Zäunen gesprochen werden sollte. Dies auch, um Verwechslungen mit einer Arealbegrenzung zu vermeiden, welche allenfalls nur das Schutzziel gemäss Kap. 1.2 erfüllen muss. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass nach heutigem Kenntnisstand auch andere Arten von Einfriedungen, wie z. B. eine Mauer, die Anforderungen des Schutzziels 1.1 erfüllen können. Aus diesem Grund stellt das TKI folgenden Antrag zur Änderung der Starkstromverordnung.

2 Entscheid TKI – Antrag

Das TKI stellt den Antrag die Starkstromverordnung bei der nächsten ordentlichen Revision wie folgt anzupassen (Änderungen rot):

Art. 8 Sicherheitskennzeichnung

In Starkstromanlagen muss bei allen Zugängen, Einfriedungen, Umzäunungen, Türen und ähnlichen Einrichtungen mit dauerhaft lesbaren Warnzeichen, gegebenenfalls mit ergänzendem Text, auf das Vorhandensein von gefährlichen elektrischen Spannungen hingewiesen werden.

Art. 41 Einfriedungen und Gerüste

¹ Der Betriebsbereich einer Freiluftanlage muss mit einer Einfriedung von mindestens 2.2 m Höhe abgeschlossen sein. In schneereichen Gegenden ist diese Einfriedung entsprechend zu erhöhen.

² Die Einfriedung muss so beschaffen sein, dass sie das Eindringen von unbefugten Personen und Tieren erschwert.

Art. 43 Sicherheitsabstände

⁴ Innerhalb von Freiluftanlagen dürfen sich längs der Einfriedung in einer Breite von 1,6 m+0,01 m pro kV Nennspannung und einer Höhe von 6 m bei Anlagen unter 220 kV, einer Höhe von 6,6 m bei Anlagen von 220 kV und einer Höhe von 7,1 m bei Anlagen von 380 kV keine spannungsführenden Teile befinden. Diese Höhe ist sinngemäss nach Artikel 33 der Leitungsverordnung vom 30. März 1994 anzupassen, sofern das Gelände unmittelbar ausserhalb der Einfriedung befahrbar ist.

3 Ergänzende Ausführungen

3.1 Sicherheitskennzeichnung und Warnzeichen

An Umzäunungen und Einfriedungen sind gemäss Art. 8 Starkstromverordnung dauerhaft lesbare Warnzeichen anzubringen. Gegebenenfalls ist das Warnzeichen mit einem Text zu ergänzen, der auf das Vorhandensein von gefährlichen elektrischen Spannungen hinweist.

3.2 Periodische Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmittel

Die erstellte Einfriedung ist periodisch auf ihre Wirksamkeit zu kontrollieren. Die dabei festgestellten Mängel oder Schäden sind sofort zu beheben.

3.3 Änderung von Normen

Das TK 99 des CES möchte in der Norm SNEN IEC 61936-1:2021 im Anhang G (informativ) eine Schweizer Bedingung anbringen (Änderungsvorschlag rot):

Der Betriebsbereich einer Freiluftanlage muss mit einer Einfriedung von mindestens 2 200 mm Höhe abgeschlossen sein. In dieser Höhe ist der oben geführte Stacheldraht bereits eingeschlossen, ohne dass eine weitere Erhöhung notwendig wird. In schneereichen Gegenden ist diese Einfriedung entsprechend den lokalen Erfahrungswerten zu erhöhen.

4 Vorgehen bei der Beurteilung von Zutrittsbeschränkungen, Absperrungen oder Einfriedungen

In jedem Fall ist zunächst zu klären, ob die Starkstromanlage zugängliche und potenziell gefährliche Anlagenteile oder Betriebsbereiche aufweist (Risiko- und Gefährdungsbeurteilung). Sind solche Betriebsbereiche vorhanden, müssen die Bestimmungen aus Art. 10, Art. 20 und möglicherweise Art. 41 Starkstromverordnung eingehalten werden, in allen anderen Fällen muss mindestens Art. 20 erfüllt sein.

4.1 Es liegen keine Betriebsbereiche im Sinne von Art. 41 vor

Bei allen Starkstromanlagen muss der Zutritt beschränkt werden können (Art. 20 [1]). In den meisten Fällen wird dies durch ein Türschloss bewerkstelligt (Unterwerke komplett in Gebäuden, Trafostationen, Verteilkästen etc.). Bei den Zutrittsstellen müssen Warnzeichen (Art. 8, [1]) angebracht sein. Das gesamte Areal der Starkstromanlage kann durch eine Umzäunung abgegrenzt werden (Arealbegrenzung). Für die Beschaffenheit der Umzäunung gibt es keine Vorgaben, die Umzäunung muss lediglich das Schutzziel 1.2 und somit Art. 20 [1] zweckmässig erfüllen.

4.2 Es liegen Betriebsbereiche im Sinne von Art. 41 vor

In gefährlichen Betriebsbereichen insbesondere bei einer Freiluftanlage, stehen üblicherweise elektrische Anlagen oder unter Spannung stehende Anlagenteile in offener Bauweise, welche keinen Schutz gegen direktes und indirektes Berühren aufweisen [3]. Es gelten die Abstände von spannungsführenden Teilen zum Boden (begehbar, nicht begehbar) gemäss Anhang 2 (Art. 43 und 48) der Starkstromverordnung [1], und nicht die strengeren Abstände gemäss LeV [2].

Können im vorliegenden Fall die Abstände gemäss LeV [2] eingehalten werden, genügt es eine Zutrittsbeschränkung gemäss Kap. 1.2 zu erstellen.

In allen anderen Fällen muss eine Einfriedung des Betriebsbereiches (insbesondere eine Freiluftanlage) gemäss Art. 41 der Starkstromverordnung erstellt werden (siehe Kapitel 1.1).

Wichtiger Hinweis: Hier ist zu beachten, dass auch bei kompakten und gekapselten Anlagen Hochspannungsgeräte eingesetzt werden können, welche Eigenschaften einer Freiluftanlage aufzeigen (Freiluftdurchführungen von Transformatoren, HF-Drosseln, Freiluftkabelendverschlüssen, GIS-Ausleitungen etc.).

Anhang

Beispiel Unterwerk Stäfa (EKZ)

Das Unterwerk Stäfa der EKZ ist mit einem Holzzaun versehen (Abbildung 1).



Abbildung 1 Unterwerk Stäfa der EKZ

Die 110-kV-Schaltanlage und die 16-kV-Schaltanlage wurden als GIS oder als gekapselte Anlage in einem Gebäude aufgestellt. Vor dem Gebäude stehen mehrere Transformatoren mit Freiluftdurchführungen.

EKZ möchte den Holzzaun als Umzäunung resp. neu als Einfriedung gemäss Art. 41 [1] geltend machen.

Erwägungen des TKI

Es stellt sich zuerst die Frage, welche Betriebsbereiche unter Spannung stehende offene und von aussen zugängliche Anlagenteile aufweisen und ob generell im vorliegenden Fall, eine Freiluftanlage vorliegt.

Alle Anlagenteile innerhalb des Gebäudes sind als nicht kritisch resp. nicht potenziell gefährlich einzustufen. Für diese Anlagenteile muss lediglich nach 1.2 eine wirksame Zutrittsbeschränkung vorhanden sein.

Wie oben ausgeführt sind jedoch vor dem Gebäude Transformatoren mit Freiluftdurchführungen aufgestellt. Diese Betriebsbereiche der Starkstromanlage sind als potenziell gefährlich einzustufen und die unbeabsichtigte Annäherung muss durch eine Einfriedung nach Art. 41 Starkstromverordnung erschwert werden. Art. 10 Starkstromverordnung muss immer erfüllt sein. Somit dürfen Personen, die über die Gefahren nicht unterrichtet sind, auch bei

Unachtsamkeit weder direkt noch indirekt betriebsmässig unter Spannung stehenden Teilen von Anlagen und daran angeschlossenen elektrischen Einrichtungen so nähern können, dass sie sich gefährden.

Folglich muss der Holzzaun als Einfriedung nach Art. 41 eingestuft werden und dieser muss die Anforderungen gemäss Art. 41 Abs. 2 erfüllen. Aktuell wird in der Starkstromverordnung ein Maschendrahtzaun gefordert. Der von der EKZ gebaute Holzzaun (Abbildung 1) erfüllt die aktuellen Anforderungen gemäss Art. 41 [1] nicht, da es sich nicht um einen Gitterzaun mit maximal 5 cm Maschenweite handelt. Die Holzlatten weisen einen Abstand von 8 cm auf.

In vorliegenden Fall wurde vom ESTI eine Ausnahmegewilligung erteilt, da auch eine andere Beschaffenheit der Umzäunung das Schutzziel erreichen kann. Der vorliegende Holzzaun verhindert das unbeabsichtigte Annähern an Bereiche der elektrischen Anlage mit erhöhter Gefährdung. Auch wird mit dem Holzzaun das Übersteigen erschwert und mit dem oben angebrachten Stacheldraht eine weitere wirksame Hürde eingeführt. Weiter ist der Abstand zu den spannungsführenden Teilen bei den Trafos deutlich grösser als gefordert ($E \gg 1.5 \text{ m} + 1.1 \text{ m} = 2.7 \text{ m}$).

Basierend auf dieser Ausnahmegewilligung ist das TKI zum Schluss gekommen, dass zukünftig für eine Einfriedung eine Schutzart von IP1X mit einer Höhe von mindestens 2.2 m vorhanden sein muss.

Weiterführende Überlegungen

Falls an den Transformatoren berührungssichere Kabelstecker installiert wären, müsste die Starkstromanlage nur im Sinne von Kap. 1.2 geschützt werden. Es soll verhindert werden, dass Personen an den Transformatoren Manipulationen (Stufenschalter, Ölventile etc.) vornehmen können. Warnsignale müssen angebracht werden.

Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, dass die Trafzellen durch eine separate Einfriedung, direkt bei der Trafobucht, geschützt wird. Falls der Trafo mit Freiluftdurchführungen ausgestattet ist, muss die Einfriedung die Bedingungen gemäss Kap. 1.1 erfüllen, sonst nicht. Der Aussenzaun wäre in diesem Fall nur noch eine Arealbegrenzung und könnte im Prinzip ganz weggelassen werden. Warnsignale sind nicht erforderlich.

5 Gesetzes- und Normenverweis

- [1] SR 734.2, Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung) vom 30. März 1994 (Stand am 1. Juni 2019)
- [2] SR 734.31, Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV) vom 30. März 1994 (Stand am 1. Juli 2021)
- [3] SNEN IEC 61936-1:2021, Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV AC und 1,5 kV DC - Teil 1: Wechselstrom