

Stromzuführungen für ortsbewegliche Krane in Binnenhäfen

- Empfehlung -

1 Vorbemerkungen

Die Vorschriften und die technische Entwicklung haben dazu geführt, dass freiliegende Oberleitungen, z.B. für Halbportalkrane oder Verladebrücken, nicht mehr gebaut werden, auch wenn sie geschützt an Gebäude gehängt werden können. Diese Leitungen werden heute als geschlossene Schleifleitungen ausgeführt.

Ähnliches gilt für Schleifleitungskanäle mit nicht abgedeckten Schlitzten und festen Abdeckplatten. Wegen der Berührungsfahr sind sie nicht mehr zulässig.

Schleifleitungskanäle als Unterflurkanäle mit abgedeckten Schlitzten und festen Platten werden nur noch in Sonderfällen gebaut, z.B. wenn eine Schleifleitung erforderlich ist und die Überfahrbarkeit gewährleistet sein muss.

2 Gesetze, Vorschriften, Regelwerke

2.1 Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften - VBG

2.1.1 VBG 9 - Krane

2.1.2 VBG 4 - Elektrische Anlagen

2.2 VDE-Bestimmungen

2.2.1 VDE 0100 Teil 726/3.90

2.2.2 VDE 0105 Teil 1/10.97

2.3 Empfehlungen und Berichte des Technischen Ausschusses Binnenhäfen - ETAB

2.4 Empfehlungen und Berichte des Ausschusses für Hafenumschlagtechnik - AHU

3 Schrifttum

- **Scheffler:**

Grundlagen der Fördertechnik,
Vieweg & Sohn Verlagsges.mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1994

- **Böttcher/Schlauderer:**

Zug- und Biegebeanspruchung beweglicher Anschluss
leitungen von Leitungswagen
fördern und heben, 1991, Heft 3

- **Böttcher/Schlauderer:**

Aderbrüche in beweglichen Anschlussleitungen lokalisieren
fördern und heben, 1992, Heft 3

- **Scheffler/Feyrer/Matthias:**
Fördermaschinen – Hebzeuge, Aufzüge, Flurförderzeuge
Vieweg & Sohn Verlagsges.mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1998

4 Stromart und Spannung

In Binnenhäfen ist die Verwendung von Drehstrom mit Spannungen von 400 V oder 500 V weit verbreitet. Auch 480 V und 690 V sind möglich. Gleichstrom wird nur noch vereinzelt bei wenigen alten Anlagen angewandt. Da die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) ins Hafengebiet mit Mittelspannung einspeisen, sind den Stromzuführungen der Krane Transformatoren vorzuschalten. Diese werden üblicherweise in einer hochwasserfreien Transformatoren- und Schaltstation in der Nähe der Kranbahn untergebracht.

Für Krane mit hoher Anschlussleistung und/oder langen Fahrwegen sind Mittelspannungseinspeisungen über Leitungstrossen mit Kabeltrommel zweckmäßig (üblich: 6 kV bis 20 kV). In diesen Fällen wird der Transformator auf dem Kran angeordnet.

5 Stromzuführungssysteme

Zur Stromversorgung der Krane sind nach dem Stand der Technik folgende Systeme zu empfehlen:

5.1 Leitungstrosse mit Leitungstrommel am Kran

5.2 Schlitzlose SchleifleitungsKanäle:

5.2.1 Unterflurkanal in Stahlbeton

5.2.2 Überflurkanal in Stahlkonstruktion (auf Schwellen, an der Kaimauer oder in anderer Weise gegründeter Kastenkanal), z.B. auch als Schrammbord-Schleifleitung

5.2.3 hochliegende Kastenschleifleitung an Gebäuden bei Halbportalkranen

5.3 Schleppleitung (Leitungswagenanlage)

ebenfalls an Gebäuden bei Halbportalkranen für kurze Fahrwege in einer Richtung

6 Ausführungsarten

6.1 Leitungstrosse mit Leitungstrommel

Für die beweglichen Stromzuführungsleitungen in Verbindung mit Leitungstrommeln wird, was das zu verwendende Material und die Ausführung betrifft, auf die einschlägigen VDE-Bestimmungen verwiesen.

Bei Einspeisung mit Niederspannung werden im allgemeinen Leitungstrossen bis 100 m Länge verwendet, so dass der Kran bei Einspeisung und Leitungsfestpunkt in der Mitte einen Kranbahnabschnitt von etwa 200 m befahren kann. Für längere Fahrbereiche ist die Mittelspannungseinspeisung über Leitungstrommel zweckmäßig.

Die Verbindung zwischen Erdkabel und Leitungstrosse kann dann über Muffen, Klemmkästen oder Steckverbindungen (Nieder- oder Mittelspannungseinspeisung) erfolgen.

Die Leitungstrosse wickelt sich beim Verfahren des Kranes auf einer am Kran montierten Leitungstrommel auf oder ab. Hierfür stehen verschiedene Antriebe zur Verfügung.

Bei kurzer und leichter Leitung kann dafür eine Federleitungs- oder Leitungstrommel mit Gewichtsantrieb genügen. Im Hafen üblich und zu empfehlen sind Motorleitungstrommeln, welche aufgrund ihrer Steuer- und Regelbarkeit die auf die Leitungstrosse wirkende Zugbeanspruchung ausgleichen.

Es werden spiralg und zylindrisch wickelnde Leitungstrommeln angeboten. Der technische Aufwand für die Motorleitungstrommeln hängt wesentlich von der Fahrgeschwindigkeit des Kranes und vom Aufstellungsort auf dem Kranportal ab. Die Leitungstrommel sollte mit einer Schlaff- bzw. Straffkabelüberwachung ausgerüstet sein, damit eine zu hohe bzw. zu niedrige Zugbeanspruchung rechtzeitig erkannt wird.

Die Ablage der Leitungstrosse richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten der Kaifläche. Wird das landseitige Krangleis in die Straßenverkehrsfläche mit einbezogen, ist also überfahrbar, empfiehlt sich die Ablage entlang des wasserseitigen Krangleises. Bei einer Ablage an der Wasserseite ist der Sicherheitsabstand zu Festmacheeinrichtungen, evtl. vorhandenen Treppengeländern, Rettungseinrichtungen usw. zu beachten. Zur Schonung der Isolierung sollte die Leitungstrosse auf einer ebenen und glatten Unterlage abgelegt werden.

6.2 Schleifleitungen

Mit Rücksicht auf die auch bei schlitzlosen Schleifleitungskanälen nicht zu vermeidende Verschmutzung durch Umschlaggut und auf die bessere Reinigungsmöglichkeit nach etwaiger Überflutung sowie auf die bessere Zugänglichkeit bei Reparaturen an und im Kanal und an den Schleifleitungen ist die hängende Anordnung der Stromschienen - untereinander an einer Wandseite verlegt - mit seitlich drückenden Stromabnehmern zu empfehlen.

Je nach Konstruktion der Kanal- oder Kastenschleifleitung und Strombelastung wählt man nach Überprüfung der Wirtschaftlichkeit Vollkupfer- oder Kupferkopfschienen. Bei letzteren wird der Kupferkopf auf ein Alu-, Stahl- oder Kunststoffprofil aufgewalzt.

Stahlkupferkopfschienen sollten verzinkt sein. Für besondere Anwendungsbereiche werden heizbare Stromschienen hergestellt.

Die Betriebssicherheit der Kanal- oder Kastenschleifleitungen hängt sehr von den Isolatoren ab. Es werden Keramik- oder Kunststoffisolatoren verwandt, die größerer mechanischer Beanspruchung standhalten.

Zur Erfüllung der VDE-Bestimmungen 0100 Teil 726/3.90 muss bei Schleifleitungsanlagen die Erdung des Krans durch eine besondere Schleifleitung, den Schutzleiter, sichergestellt sein. Zweckmäßigerweise ist diese Schutzleiterschleifleitung mindestens an beiden Enden zu erden. Bei Kranbahnen von mehr als 200 m Länge wird empfohlen, weitere Erdungsanschlüsse herzustellen. Diese müssen mindestens 1 m unter den niedrigsten Hafenwasserstand heruntergeführt werden.

6.2.1 Unterflurkanal (Bild 1)

Der Unterflurkanal aus Beton erfordert aus betrieblichen Gründen den größten Querschnitt. Er muss so breit sein, dass seine Säuberung und Instandhaltung trotz der seitlich angebrachten Leitungsschienen ohne Schwierigkeiten und ohne Spezialgerät durchgeführt werden kann; andererseits soll das Abdeckblech nicht breiter als unbedingt notwendig sein. Aus diesen Gründen ergeben sich eine Mindestbreite von 50 cm und eine Mindestdiefe von 70 cm.

Die oberen Innenkanten des Betonkanals sollten durch bündig in den Beton eingelassene Stahlwinkelprofile geschützt werden. Auf gute Entwässerung und Belüftung des Kanals ist unbedingt zu achten. In der Sohle sind mindestens alle 20 m Entwässerungslöcher von 100 mm Durchmesser mit guter Abflussmöglichkeit einzubauen; die Sohle ist mit einseitigem Quergefälle und ausreichendem Längsgefälle zu den Entwässerungslöchern zu versehen.

Die Abdeckung des Kanals mit Blechen ist gegen herabfallendes Gut und etwaiges Befahren stark genug auszuführen. Erfahrungsgemäß beträgt die Blechdicke deshalb mindestens 8 mm. Als Bleche kommen in erster Linie Tränen- oder Warzenbleche in Frage. Feuerverzinkte Stahlbauteile ersparen Anstricharbeiten.

Die Abdeckbleche werden durch den Stromabnehmer auf wenige Meter Länge angehoben, und zwar entweder beidseitig oder einseitig. Wenn die Abdeckbleche mit Scharnieren befestigt werden, wird empfohlen, diese unter der Platte oder versenkt anzuordnen. Scharniere erfordern gelegentlich eine aufwendige Pflege.

6.2.2 Überflurkanal (Bild 2)

Dieser stählerne Kanal hat geringere Abmessungen und ist im allgemeinen etwa quadratisch mit rd. 50 cm Kantenlänge. Er wird aus Teilstücken in Abschnitten von etwa 6 m Länge zusammengesetzt.

Wenn der Kasten auf Schwellen befestigt wird, kann er unten offen sein, andernfalls ist für gute Entwässerung im Bodenblech und gute Belüftung zu sorgen.

Bei der Bemessung der Blechdicke des Abdeckbleches ist der Beschädigungsmöglichkeit durch herabfallendes Umschlaggut Rechnung zu tragen. Die Stromabnahme ist sowohl von oben als auch von der Seite möglich.

Der Schrammbordkanal hat noch kleinere Abmessungen, etwa 30 bis 35 cm Höhe und 20 bis 25 cm Breite. Wie seine Bezeichnung aussagt, ist er gleichzeitig als Schrammbord zur Abgrenzung des Kran- und Uferbereichs durch rückwärtige Hafenstraßen oder eingedeckte Eisenbahngleise geeignet. Er muss genügend fest, z.B. auf eingerammten Pfählen, gegründet sein. Der Kanal wird ebenfalls aus Teilstücken zusammengesetzt.

7 Grundsätze für die Wahl der Ausführung

Bei der Entscheidung über die geeignete Art der Stromzuführung zu den Kranen sind nachfolgend angeführte Gesichtspunkte zu beachten, wozu vorweg darauf hingewiesen wird, dass es zweckmäßig ist, im Hafen zumindest jeweils für eine Uferseite eine einheitliche Ausführungsart zu wählen.

7.1 Länge der Kranbahn und Anzahl der Krane

Die Stromzuführung über Leitungstrosse mit Motorleitungstrommel ist im allgemeinen bei nur einem Kran oder zwei Kranen auf eigener Kranbahn üblich, sofern keine weiteren Ausbauabsichten bestehen. Je länger die Kranbahn ist, desto besser eignet sich die Mittelspannungseinspeisung mit Leitungstrosse, weil dann die Investitions- und Wartungskosten gegenüber der Schleifleitung erheblich niedriger sind.

Bei mehr als zwei Kranen, die den gleichen Kranbahnbereich befahren, sollte sorgfältig überlegt und berechnet werden, ob die Leitungstrosse mit Motorleitungstrommel oder die Schleifleitung die wirtschaftlichere Lösung sind.

7.2 Umschlaggut

Für den Umschlag von Gütern, die die Korrosion an den Schleifleitungskanälen fördern, ist die Leitungstrosse zu empfehlen. Dagegen ist von Leitungstrossen abzusehen bei Kranen für den Umschlag von Schrott und anderen scharfkantigen, schweren Gütern, die durch Herabfallen Beschädigungen an der Leitungstrosse verursachen können. Die Leitungstrosse kann in diesem Fall zum Schutz in einem abgedeckelten Unterflurkanal abgelegt werden, jedoch geht hierbei der Vorteil niedrigerer Investitionskosten verloren. In diesen Fällen eignen sich Schleifleitungen in Über- oder Unterflurkanälen besser. Feinkörniges Schüttgut führt bei Unterflurkanälen zu Verschmutzungen in den Kanälen und ggf. zu Brückenbildung zwischen den Stromschienen und erfordert einen erhöhten Unterhaltungsaufwand.

7.3 Hochwassergefährdung

Liegt die Kranbahn im Überschwemmungsgebiet, ist die Leitungstrosse der Schleifleitung vorzuziehen, da diese verschlammte und aufwendig zu reinigen ist. Der Unterflurkanal bedingt auch längere Betriebsausfälle, weil er früher als die Kranbahn ausfällt und erst später wieder in Betrieb genommen werden kann.

7.4 Untergrund

Falls der Kanal auf angeschüttetem und setzungsempfindlichem Untergrund verlegt werden muss, ist ein massiver Unterflurkanal wenig geeignet, weil er nur schwer nachgerichtet werden kann und diese Arbeiten immer Betriebsunterbrechungen zur Folge haben.

Der stählerne Überflurkanal ist, insbesondere wenn er auf Schwellen gelagert wird, entschieden leichter nachzurichten und weniger empfindlich. An Leitungstrossen treten in solchem Gelände keine nachteiligen Einwirkungen auf.

7.5 Bauart der Kranbahn

Bei einer Gründung der Kranbahn auf einem Streifenfundament und/oder bei Verwendung einer Betonwand als Uferbefestigung lässt sich ein Unterflurkanal sehr gut integrieren. Dagegen sind bei Kranbahngründungen auf Schwellen mit Schotterbettung Überflurschleifleitungen oder eine Leitungstrosse wesentlich einfacher anzuordnen.

7.6 Uferkonstruktion und Bauausführung

Bei Neubau massiver Ufermauern oder schwerer Stahlbetonholme auf Spundwänden ist der Querschnitt für einen Unterflurkanal einfach unterzubringen und auszuführen.

Dagegen stößt der nachträgliche Einbau auf Schwierigkeiten. In diesem Falle kann auf Überflurschleifleitungen ausgewichen werden, die sich im allgemeinen sehr schnell und ohne Unterbrechen des Kranbetriebes montieren lassen. Noch einfacher ist es, die Leitungstrosse mit Motorkabeltrommel vorzusehen.

7.7 Hafetrieb

Hafenbetrieblich sind die Unterflurkanäle am besten geeignet. Sie können ohne Behinderung begangen und bei entsprechender Bemessung der Abdeckbleche auch mit Fahrzeugen befahren werden.

Die Überflurkanäle bilden eine Schwelle im Gelände.

Leitungstrossen und Überflurkanäle dürfen nicht im Rangier- oder Schifferweg liegen und benötigen somit einen besonderen Raum.

Bei Neubauten ist die Leitungstrosse mit Motorleitungstrommel am billigsten und der massive Unterflurkanal am teuersten.

Die Instandhaltungskosten für die verschiedenen Ausführungsarten sind sehr unterschiedlich und können nur für den einzelnen Fall genauer beurteilt werden. Die Leitungstrosse ist mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Jedoch auch der Stromabnehmerwagen der Schleifleitung, die Stromschienen und besonders die Isolatoren und Dehnverbinder sind hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt.

Wenn im Kranbahnbereich mehrere Krane betrieben werden, kann eine Schleifleitung auf die Dauer die wirtschaftlichere Lösung sein.

8 Einspeisung und Stromabnahme

Der Transformator wird am zweckmäßigsten im mittleren Bereich der Kranbahn aufgestellt. Von dort aus wird der Strom den Einspeisungsstellen der Schleifleitung zugeführt. Für einen oder zwei Krane bis zu 300 m Kranbahn genügt eine Einspeisung in der Mitte. Der Spannungsabfall soll nicht größer als 5 % werden. Bei größerer Kranbahnlänge und entsprechend der Anzahl und dem Leistungsbedarf der Krane sind weitere, auf die Kranbahn gleichmäßig verteilte Einspeisungsstellen notwendig.

Dies bedeutet die Verlegung eines Erdkabels entlang der Kranbahn zu den Einspeisungsstellen. Ein solches Versorgungskabel sollte mit Ausnahme vorübergehender Montagezeiten nicht im Schleifleitungskanal verlegt werden.

Entsprechend den VDE-Bestimmungen sind Abschaltvorrichtungen (Not-Aus) einzubauen, damit im Gefahrenfall die gesamte Schleifleitung stromlos gemacht werden kann (VDE 0100 Teil 726). Bei besonders langen Schleifleitungen sind Trennstellen empfehlenswert, um abschnittsweise Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an der Schleifleitung selbst oder an einem Stromabnehmerwagen eines Kranes durchführen zu können, ohne den gesamten Kai stilllegen zu müssen.

Der Kran entnimmt den Strom mit dem Stromabnehmer aus der Schleifleitung. Starre Stromabnehmer und zugleich Plattenabhebeeinrichtungen sind nicht mehr üblich, sondern solche, die seiten- und höhenbeweglich - außer in der Fahrtrichtung - ausreichend Spielraum haben entsprechend den möglichen Seiten- und Höhendifferenzen zur Kranbahn. Es werden daher gelenkig angeschlossene Stromabnehmerschlitten oder -wagen empfohlen, um Schäden durch Erschütterungen des Krans durch Fremdkörper auf der Kranbahn oder Schleifleitung zu vermeiden.

Es ist dafür zu sorgen, dass die Stromabnehmer (Mehrfachstromabnehmer oder Stromabnehmerwagen) jederzeit den notwendigen Kontakt zur Schleifleitung haben, damit keine Unterbrechung der Stromzuführung zu den elektrischen Geräten und Maschinen eintritt. Schon kurzzeitige Unterbrechungen können zu Beschädigungen der elektrischen Ausrüstung und zu Fehlschaltungen bei geregelten Antrieben führen.

9 Wartung

Normalerweise fallen folgende Wartungsarbeiten an:

Schleifleitungen und Leitungstrossen sind auf ihren ordnungsgemäßen Zustand in ausreichenden Zeitabständen zu überprüfen; dies gilt auch für die Schutzerdung.

Die Stöpselkästen müssen von Zeit zu Zeit von Schweißwasser gereinigt, die beweglichen Teile der Leitungstrommel und des Schleifringkörpers gewartet werden.

Bei den Schleifleitungen sind insbesondere die beweglichen Teile der Stromabnehmerwagen oder -schlitten instand zu halten und die Schleifkohlen zu überprüfen. Beschädigte Isolatoren sind auszuwechseln. Der Schleifleitungskanal ist von Zeit zu Zeit zu reinigen.

Um längere Betriebsstörungen und gefährliche Unfallquellen durch beschädigte Abdeckplatten nicht entstehen zu lassen, empfiehlt es sich, Ersatzplatten vorrätig zu halten. Eine Kennzeichnung der Schleifleitung nach der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“, VBG 125, ist zu empfehlen.

Verabschiedet in Karlsruhe am 06. März 1969

1. Änderung verabschiedet in Frankfurt am 07. Dezember 1978

2. Änderung im März 1996

3. Änderung verabschiedet in Breisach am 07. Mai 1999

Schleifleitungskanäle

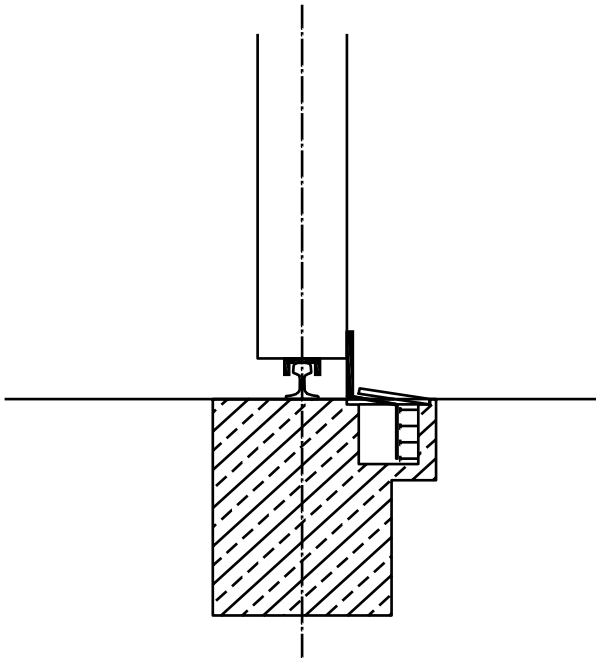


Bild 1: Unterflurkanal (Stahlbeton)

Bild 2: Überflurkanal (Stahl)

