

■ Wahl der geeigneten Energietransportverbindungen beim Bau von Industrieanlagen

Power über Stromschiene oder Kabel?

Die Problemstellung ist dabei immer die Gleiche. Grosse Leistungen und die damit verbundenen grossen Stromstärken müssen von einer Niederspannungs-Hauptverteilung in einer Trafostation zu einer Unterverteilung «transportiert» werden.

Marcel Schöb

Der Energiebedarf in Industrieanlagen steigt ständig an. Gleichzeitig müssen die verschiedenen Anlagenteile in immer kürzerer Zeit erschlossen werden. Durch die gültigen Normen (NIN usw.) sind dabei klare Richtlinien gegeben. Für Verteilnetze und Energietransport steht zudem immer weniger Platz zur Verfügung. Leitungskanäle und Steigtrasse werden ständig kleiner, beziehungsweise werden für mehrere Medien benutzt. Welches also ist das ideale Energietransportsystem?

Stromschiene oder Kabel?

Grundsätzlich kann der Energietransport mit Kabelverbindungen erfolgen, welche in entsprechende Kabeltrassen verlegt werden. Je nach Querschnitt und Netzanforderungen kommen dabei Kabel mit vier oder fünf Leitern (3LNPE oder 3LPEN) zum Einsatz. Bei grösseren Querschnitten werden sogenannte Einzelleiter eingesetzt, bei grossen Querschnitten sogar pro Leiter mehrere Ein-

zelleiter. Dabei ist die Festlegung des Querschnittes von vielen Faktoren abhängig. Diese bilden die Berechnungsgrundlagen für die Querschnittsbestimmung nach den gültigen Normen (NIN usw.). Weiter sind die Verlegevorschriften der Kabel- bzw. Einzelleiterlieferanten zu beachten (Biegeradien, Verarbeitungstemperaturen usw.). Alle diese Rahmenbedingungen führen schnell dazu, dass Energietransportleitungen in mindestens ein bis zwei Kanaltrassen von 500 bis 600 mm Breite verlegt werden müssen.

Als Alternative zu diesen Kabelverbindungen stehen seit Jahren Stromschienensysteme von verschiedenen Herstellern (z.B. Lanz Oensing AG) zur Verfügung. Bei der Auslegung von Stromschienenverbindungen als Energietransportsystem gelten dieselben Normen und Bedingungen, wie beim Erstellen von Verbindungsleitungen. Dabei liegen Vorteile wie die Abmessungen sowie die verschiedenen Möglichkeiten der Verlegung auf der Hand. Die Wahl des richtigen Energietransportsys-

tems ist im Wesentlichen von folgenden Punkten abhängig:

- Anforderung der angeschlossenen Verbraucher
- Verfügbarkeit, Sicherheit
- Örtliche Gegebenheiten
- Grösse der Nennströme
- Montagemöglichkeiten und -bedingungen
- Kosten

Ein Energietransportsystem erfordert grundsätzlich eine sehr hohe Verfügbarkeit. Kein Betrieb kann sich Unterbrüche und die damit verbundenen Betriebs- und/oder Produktionsausfälle leisten. Diese Anforderung kann mit den heutigen Systemen, sowohl mit einer Kabel- als auch mit einer Stromschienenverbindung erfüllt werden.

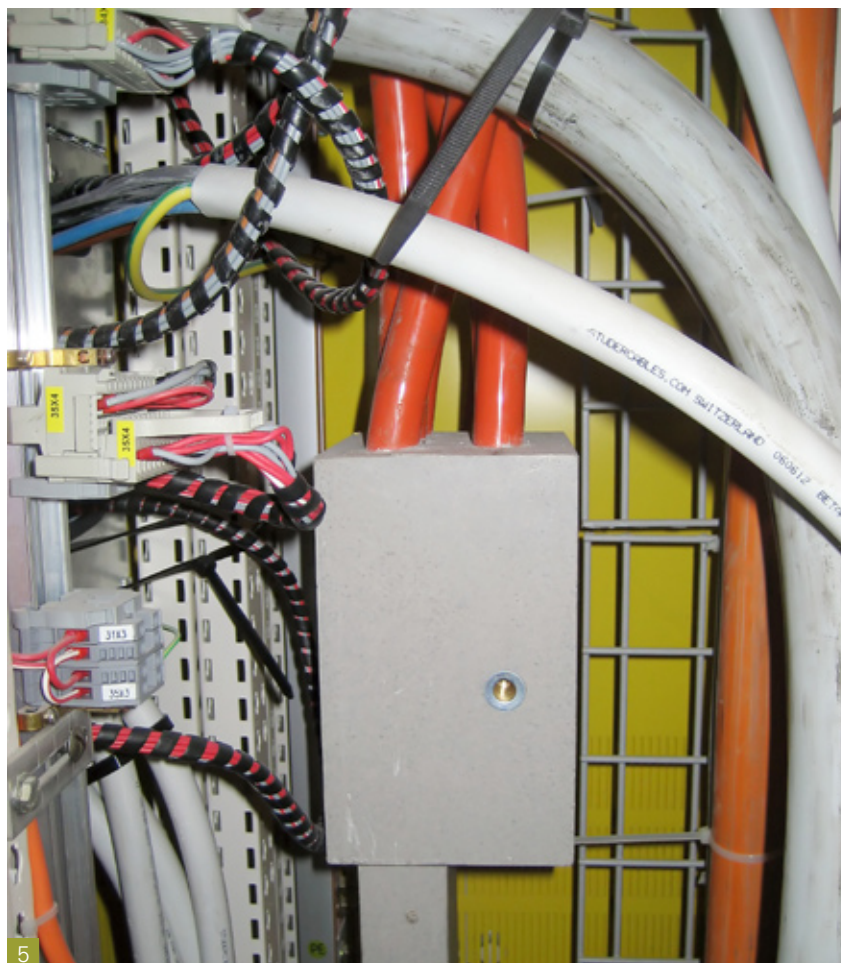
Die örtlichen Gegebenheiten spielen bei der Wahl des Transportsystems eine wichtige Rolle. Die Variante Kabel beansprucht wesentlich mehr Platz als die Stromschiene. Eine 5-Leiter-Stromschiene (Kupfer) für einen Nennstrom von 1510 A hat dabei Abmessungen von



ca. 88×120 mm (b \times h). Eine Verbindungsleitung für den gleichen Nennstrom mit Kabeln ausgeführt, benötigt wesentlich mehr Platz. So können mit der oben beschriebenen Stromschiene bei allen Richtungsänderungen 90° -Winkel/-Bögen ausgeführt werden. Kabelverbindungen erfordern grosse Bögen oder entsprechend grosszügige T-Stücke.

Stromschienen für den Energietransport kommen dabei ab Stromstärken von ca. 430 A (Alu) bzw. 600 A (Kupfer) zum Einsatz. Bei diesen Stromstärken beginnt das Lieferprogramm der meisten Lieferanten. Durch Parallelführung von mehreren Schienen kann Strom über mehrere Tausend(!) Ampere übertragen werden. Bei diesen Grössen werden kaum mehr Kabel für den Energietransport eingesetzt. Dem gegenüber wird bei Stromstärken unter 350 A kaum jemand eine Stromschiene als Energietransportmittel einsetzen, denn sie wären in diesem Bereich massiv überdimensioniert.

In vielen Industrieanlagen sind Um- und Erweiterungsbauten bei laufendem Betrieb oder nur mit wenigen Unterbrüchen durchzuführen. Dies bedeutet eine Erschwernis bei der Erstellung/Montage der Leitungen. Je nach Situation sind die Leitungen etappenweise (je nach Bauablauf und Fortschritt) zu erstellen. Hier liegt ein weiterer grosser Vorteil der Stromschiene. Sie kann an Orten montiert werden, an denen nach der Montage keine Zugänglichkeit mehr gewährleistet sein muss. So können diese in Leitungstrassen oder Steigzonen ganz hinten bzw. ganz oben montiert werden. Eine Montage in einzelnen Etappen ist ebenfalls problemlos möglich, sind doch die einzelnen Schienenstücke max. 3000 mm lang. Eine Kabelverbindung, die in Etappen erstellt wer-



den muss, ist problematischer. Jeder Elektroinstallateur kennt die Situation, wo schwere und unflexible Leiter in Kanaltassen verlegt werden, die schlecht zugänglich sind oder sich auf grosser Höhe befinden. Sollten diese Kabel noch über, unter oder durch andere Medienleitungen eingeschlaucht werden, steigt der Zeit- und Personalaufwand massiv an und die Kosten für diese Verbindungsleitung schnellen in die Höhe.

Kabel wie auch Stromschienen sind sowohl mit Kupfer- wie auch mit Alumi-

niumleiter erhältlich. Diesem Umstand ist vor allem bei unterschiedlich steigenden Rohstoffpreisen Beachtung zu schenken. Die Kupferpreise sind in rund zwei Jahren stark angestiegen, die Aluminiumpreise dagegen haben sich bei Weitem nicht so stark und vor allem nicht so schnell erhöht.

Am Anfang und Ende jeder Leitung ist diese an den dafür vorgesehenen Anschluss-/Abgangsstellen anzuschliessen. Beim Kabel kommen dabei die bekannten Kabelschuhe zum Einsatz, die je



- 1 Stromschienen auf engstem Raum.
- 2 Linienführung auf engem Raum.
- 3 Direktanschluss auf einem Notstromgenerator.
- 4 Direktanschluss auf einem Leistungsschalter.
- 5 Kabelendkopf.



nach Stromstärke gepresst bzw. aufgeschossen werden. Bei den Stromschienen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Je nach Anschlusspunkt gibt es Anschlusselemente, welche auf die genauen Abmessungen hergestellt werden. Die Verbindung zwischen Anschlusselement und Anschlusspunkt (z.B. Klemmen auf einem Leistungsschalter) erfolgt dabei mit hochflexiblen Anschlussbändern. Breite und Querschnitt der Bänder werden dabei entsprechend der Bemessungsstromstärke festgelegt. Je nach Situation können aber auch sogenannte Kabelköpfe hergestellt werden. Das heisst, am Ende der Stromschiene werden Kabelschwänze an die Schiene vergossen und diese mit derselben Anschlusstechnik wie bei Kabeln an die Anschlussklemmen angeschlossen.

Kostenvergleich

Ein allgemein verbindlicher Kostenvergleich aufzustellen, ist nicht möglich. Konkrete Vergleiche der Kosten in verschiedenen Objekten haben aber gezeigt, dass die Kabelverbindung mit den dazu gehörenden Kabeltrassen immer teurer abschneidet als die Stromschiene. In nur einem Berechnungsfall waren die Kosten für die Kabelverbindung gleich wie diejenigen für die Stromschienen,

wobei nur die Erstellungskosten für das Kabeltrasse mit den dazugehörenden Kabeln und die Stromschiene verglichen wurden. Die Ausschreibung erfolgte dabei getrennt nach beiden Arten und wurde entsprechend von verschiedenen Wettbewerbsteilnehmern angeboten. So war sichergestellt, dass diese Preisvergleiche auf aktuellen Marktpreisen und zu aktuell gültigen Metallpreisen basieren. So kann dem Bauunternehmen ein Preisvergleich vorgelegt werden, der für sein Objekt und die dort herrschenden Bedingungen absolut verbindlich ist. Der Aufwand zur Ausschreibung von beiden Varianten ist gering, denn heute stehen Ausschreibungsinstrumente zur Verfügung, mit denen sich die beiden Arten schnell und ohne grossen Mehraufwand in einem Leistungsverzeichnis erstellen lassen.

Technische Daten

Jeder Lieferant und Hersteller von Stromschienen hat verschiedene Grössen/Typen und die dazugehörenden technischen Daten. Die Tabelle 6 bietet einen Überblick der technischen Daten von Stromschienen (Kupfer und Alu), die mit ca. 1600 A belastet werden können. Beide Typen sind in der Schutzart IP 68 ausgeführt.

EMV und Stromschienen

Bei den meisten Anbietern sind Stromschienen aus Aluminium oder Kupfer auch mit hochwirksamer magnetischer Abschirmung lieferbar (Einhaltung/Erfüllung der NISV). Der äusserst kompakte Schienenaufbau mit kleinstmöglichen Leiterabständen ist nach EMV-Kriterien ideal und garantiert eine minimale Magnetfeldabstrahlung. Der hohe Schutzgrad von IP54 bzw. IP68 bleibt auch bei der geschirmten Version erhalten.

Untersuchungen und Messungen von Lanz Oensing AG haben ergeben, dass bei 3-phasigen Stromschienen, mit einem Bemessungsstrom von 3175 A, der Grenzwert von 1 μT in einem Abstand von 1 m zur Schienenmitte nicht überschritten wird. Dies sowohl bei den Schienenelementen wie auch bei den Kupplungsstücken. Lanz Oensing AG garantiert die Einhaltung dieser Werte. Fehler durch ungünstige oder falsche Anordnung der Kabeleinzelleiter bei der Installation von Kabelanlagen können so ausgeschlossen werden. Führen doch bei Kabelanlagen kleinste Unregelmässigkeiten bei der Verlegung zu örtlich erhöhten Magnetfeldabstrahlungen.

Bei den meisten Lieferanten weisen die



7 Formstück einer abgeschirmten Stromschiene.

geschirmten und ungeschirmten Stromschienen die gleichen Abmessungen auf, was eine Kombination der beiden Typen zulässt. So muss unter Umständen nicht die gesamte Leitung in abgeschirmter Ausführung erstellt werden, was entsprechende Investitionskosten einspart.

Niederfrequente Magnetfelder können nicht nur gesundheitsschädliche Einflüsse auf den Menschen haben, sondern sie können auch technische Einrichtungen stören, beispielsweise in Krankenhäusern, Rechenzentren usw., wo sich hochempfindliche Geräte in unmittelbarer Umgebung von Energieverteilanlagen befinden. Während Messsysteme mit empfindlichen Sensoren bereits durch magnetische Felder im Nano-Tesla-Bereich (nT) gestört werden können, liegt der Schwellenwert bei konventionellen PC-Bildschirmen im Bereich von wenigen μT . Kann die Störfestigkeit der betroffenen elektronischen Geräte und Apparate nicht durch einfache Massnahmen am Gerät selber verbessert werden, sind geeignete Massnahmen an der Störquelle, das heisst an der Stromschiene umzusetzen (geschirmte Version der Stromschienen).

Fazit

Aufgrund dieser Ausführungen liegen die Vorteile bei der Stromschiene. Für die richtige Wahl sollte jedoch jede Projektsituation genau geprüft und entsprechend geklärt werden. Die Tabelle 8 auf www.elektrotechnik.ch zeigt die Vor- und Nachteile der jeweiligen Transportart und hilft bei der Beurteilung der jeweiligen Projektsituation. Stromschienenprogramme und -typen für den gesamten Spannungsbereich (0.25 kV bis 250 kV) sind im Markt erhältlich, meistens von einem Lieferanten aus einer Hand.

6 Technische Daten einer Stromschiene für 1600 A von Lanz Oensing AG.

Schiementyp			HE5-Cu	HE6-Al
Bemessungsstrom	I_n	[A]	1510	1600
Bemessungsfrequenz*	F	[Hz]	50	50
Bemessungsbetriebsspannung	U_e	[V]	1000	1000
Bemessungsisolationsspannung	U_i	[V]	1000	1000
Mittlere Widerstandsbeläge				
Wirkwiderstand bei 20 °C	R_{20}	[$\mu\Omega/\text{m}$]	35.5	30.7
Wirkwiderstand bei I_n	R_i	[$\mu\Omega/\text{m}$]	45.9	38.4
Blindwiderstand bei 50 Hz	X_i	[$\mu\Omega/\text{m}$]	34.6	27.4
Impedanz bei I_n	Z_i	[$\mu\Omega/\text{m}$]	57.5	47.2
Kurzschlussfestigkeit				
Bemessungsstossstrom	I_{pk}	[kA]	130	105
Bemessungskurzzeitstrom	I_{cw}	[kA]	62	50
Max. 3-phasige Verlustleistung				
Bei symmetrischem Strom I_n		[W/m]	314	295
Leiterquerschnitte				
Aussenleiter L_1, L_2, L_3		[mm^2]	584	944
Neutralleiter		[mm^2]	584	944
Schutzleiter		[mm^2]	584	944
Schienenabmessungen				
Schienenbreite		[mm]	87.6	87.6
Schienenhöhe		[mm]	120	180
Kupplungsbreite		[mm]	140	140
Kupplungshöhe		[mm]	130	190
Kupplungslänge		[mm]	360	360
Gewicht 5-Leiterschiene		[kg/m]	37.39	31.78

* Bemessungsströme für DC-Betrieb, 60 Hz und andere Frequenzen sind mit dem Hersteller abzuklären.