Antriebs- und Positioniersysteme zur Modernisierung von Brückenkran-Fahrwerken

Dipl.-Ing. André Weiß
ingvance AG, Leipzig

1 Einleitung

Krananlagen als Brückenkräne kommen in der Industrie häufig vor. Ob dies nun Kräne in Hallen sind, die über eine Flaschensteuerung von Hand bedient werden, oder Kräne, die Schiffe entladen, spielt keine Rolle. Brückenkräne im klassischen Sinne sind letztendlich immer Fahrwerke, bei denen die Breite im Verhältnis zur Länge sehr groß ist. Die Fragen bei diesen Applikationen sind immer die gleichen: Wie treibe ich meine vier Räder an? Wie positioniere ich den Kran? Diese Ausarbeitung gibt Hinweise zur Auswahl des Antriebs- und Positionierprinzips für die Fahrwerke von Kranbrücken.

Die Projektierung von Kranbrücken (Antrieb, Positionierung, Energie- und Datenübertragung) kann nicht in eine allgemeingültige Matrix oder ein Flussdiagramm dargestellt werden, mit dem selbst der unerfahrene Anwender blind zu dem für ihn optimalen Auslegung kommt.
Daher sind im Folgenden zunächst die wichtigsten Einflusskriterien für die Auswahl des Antriebsprinzips dargestellt. Anhand verschiedener realisierter Applikationen werden zusätzlich häufige Varianten vorgestellt.
Weiterhin werden in der Praxis bewährte Systeme zu Positionierung der Kranbrücken vorgestellt. Die Einsatzmöglichkeit der vorgestellten Positioniersysteme unterliegt verschiedenen Randbedingungen.
Setzt man moderne Antriebstechnik in Verbindung mit modernen Positioniersystemen ein, muss ggf. zusätzlich die Energie- und Datenübertragung modernisiert werden. Sinnvolle und praxisnahe Möglichkeiten zur Energie- und Datenübertragung werden im letzten Teil vorgestellt.

2 Antriebsprinzipien

2.1 Einflussgrößen

Bei der Wahl des optimalen Antriebsprinzip sind die im Bild 1 gezeigten Einflussgrößen zu berücksichtigen:

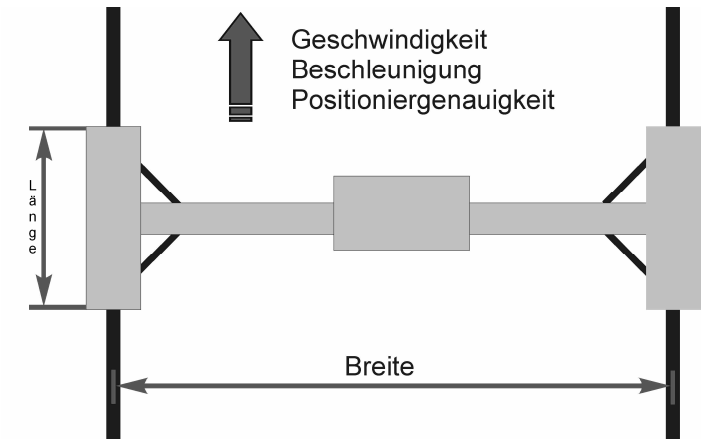

Bild 1: Kran mit zwei Motoren am Netz / Handsteuerflasche [3)]

Weitere wichtige Einflussgrößen sind:

- Die tolerable Schieflage der Kranbrücke
- Die Güte der mechanischen Kopplung
- Die Art der Kraftübertragung
- Die Lastverteilung

Daraus ergeben sich die grundsätzlichen Möglichkeiten:

- Zwei Motoren am Netz
- Ein Motor mit Königswelle
- Gruppenantrieb
- Winkelsynchronlauf
- Absoluter Synchronlauf

Diese Verfahren werden auf den nächsten Seiten beschrieben.

2.2 Zwei Motoren am Netz

Bei dieser Art des Antriebes sitzt jeweils ein Motor auf der linken und der rechten Seite des Krans.

Beide Motoren hängen direkt am Netz. Damit die Räder beim Anlauf der Antriebe nicht durchdrehen, erfolgt der Vorschub in dieser Anwendung über Zahnräder und Zahnstangen. Er könnte aber auch reibschlüssig erfolgen.

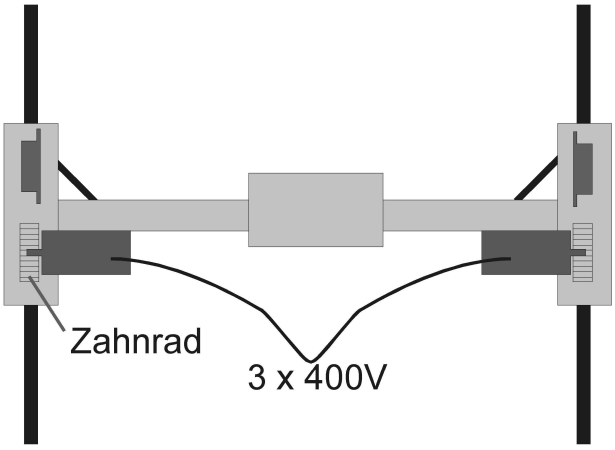

Bild 2: Systemaufbau zwei Motoren am Netz [3)]

2.2.1 Beispielanlage

Der folgende Kran wird über eine „Flaschensteuerung“ gesteuert.

Bild 3: Kran mit zwei Motoren am Netz [3)]

Bild 4: Steuerflasche [3)]

Breite	10 m
Länge	2 m
Geschwindigkeit	ca. 1 m/s
Mechanische Kopplung der beiden Seiten	Sehr stabil
Kraftübertragung	Formschluss - Zahnstangen
Geschwindigkeit / Positionsvorgabe	Handsteuerung

Der hier vorgestellte Kran wird von zwei polumschaltbaren Motoren angetrieben. Die Schütze, die die Motoren ansteuern sitzen in der Flaschensteuerung. Typische Anwendungsfälle für diesen Aufbau sind Kräne, die sehr stabil sind und über Handsteuerungen bedient werden.

2.3 Ein Motor mit Königswelle

Bei diesem Antriebsfall wird die Kranbrücke von nur einem Motor angetrieben (Bild 5). Dieser sitzt in der Mitte des Krans. Von der Mitte gehen zwei Wellen zu den äußeren Schienen und Rädern des Krans.

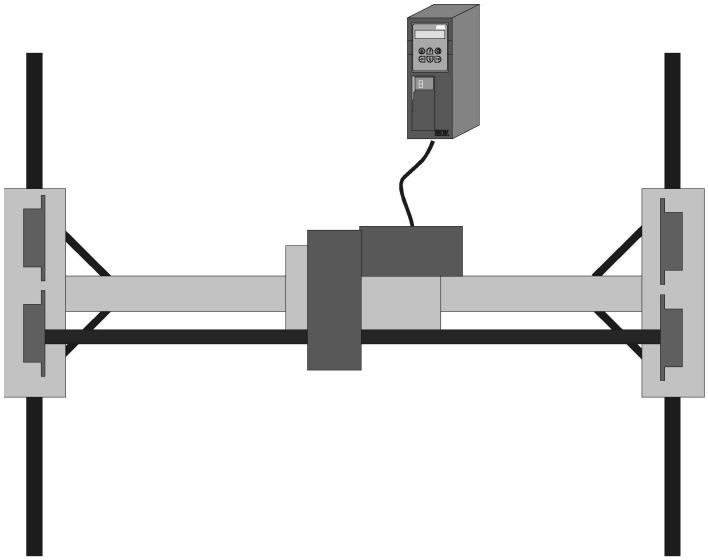

Bild 5: Systemaufbau Motor mit Königswelle [3)]

2.3.1 Beispielanlage

Die Bilder 6 und 7 zeigen die Beispielanlage mit Königswelle.

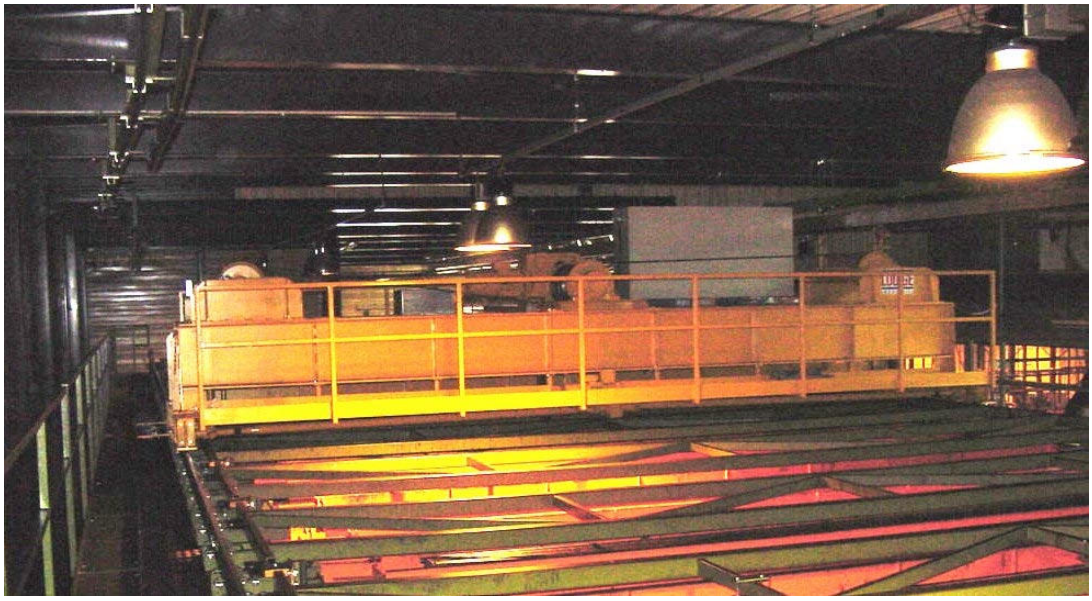

Bild 6: Kran mit Königswelle [3)]

Technische Daten:

Breite	15 m
Länge	4 m
Geschwindigkeit	ca. 1,5 m/s
Positionieranforderungen	Absolutwertgeber als Streckengeber
Mechanische Kopplung der beiden Seiten	Sehr stabil
Kraftübertragung	Reibschluss
Geschwindigkeit / Positionsvorgabe	von der SPS

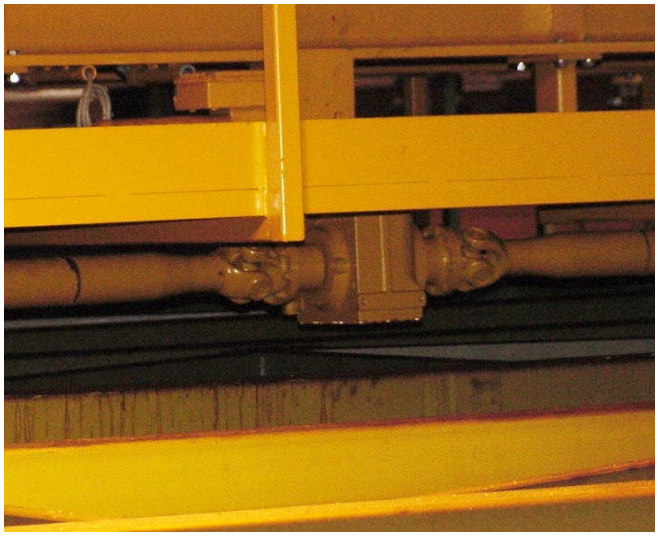

Bild 7: Antrieb durch Flachgetriebe mit zwei Abtriebswellen (Abtrieb A+B) [3)]

Obige Anlage positioniert auf einen extern angebrachten Absolutwertgeber.

2.4 Gruppenantrieb

Bei dieser Kranbrücke sitzen pro Seite zwei Motoren. Einer der insgesamt vier Motoren ist mit einem Geber ausgestattet. Alle Motoren hängen an einem Frequenzumrichter.

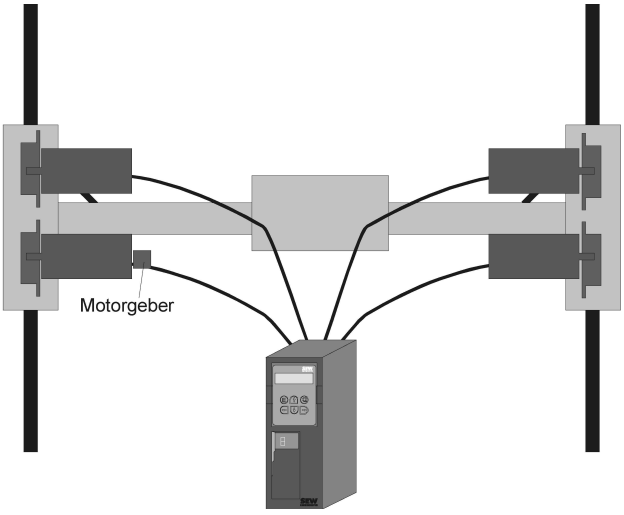

Bild 8: Systemaufbau Kran mit Gruppenantrieb [3)]

2.4.1 Beispielanlage

Das Bild 9 zeigt die Beispielanlage mit Gruppenantrieb. Dieser Kran wird zum Transportieren von Lasten bis 150 t in einer Montagehalle eingesetzt.

Durch die Handsteuerung mit drei Geschwindigkeiten ist eine besonders feinfühlige Positionierung des Krans möglich.

Technische Daten:

Breite	21 m
Länge	6 m
Geschwindigkeit	ca. 0,5 m/s
Positionieranforderungen	
Mechanische Kopplung der beiden Seiten	Sehr stabil
Kraftübertragung	Reibschluss
Geschwindigkeit / Positionsvorgabe	Handsteuerung, 3 Geschwindigkeiten

Bild 9: Kran mit Gruppenantrieb [3)]

2.5 Winkelsynchronlauf

Die Kranbrücke wird von zwei Motoren mit zwei Frequenzumrichtern angetrieben. Die beiden Seiten laufen winkelsynchron zueinander. Die Kraftübertragung geschieht formschlüssig.

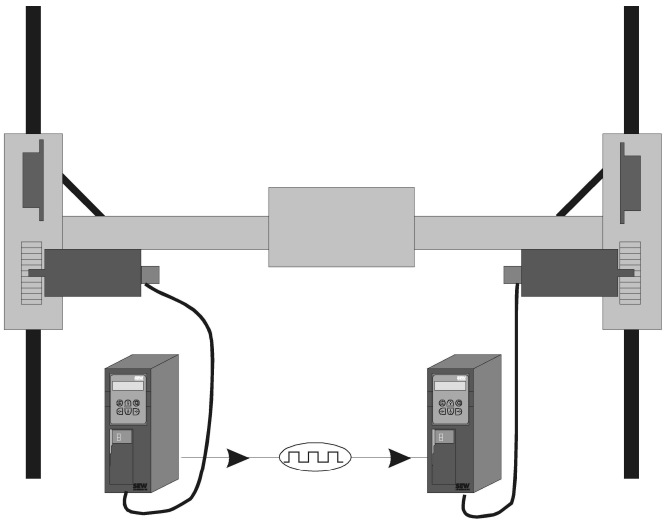

Bild 10: Winkelsynchronlauf auf Motorgeber [3)]

2.5.1 Beispielanlage

Breite	15 m
Länge	3 m
Geschwindigkeit	ca. 0,8 m/s
Positionieranforderungen	+/- 5 mm
Mechanische Kopplung der beiden Seiten	Wenig stabil
Kraftübertragung	Formschluss - Zahnräder

2.6 Absoluter Synchronlauf

Die Kraftübertragung bei diesen Anwendungen geschieht über Reibschluss. Deshalb ist der vorher vorgestellte Winkelsynchronlauf auf die Motorgeber hier nicht möglich. Bei dieser Anwendung befinden sich auf beiden Seiten Absolutwertgeber. Die Absolute Lageinformation wird an eine übergeordnete Steuerung übertragen. Diese sorgt dafür, dass die Kranbrücke sich nicht verzieht. Es wurden auch Anlagen realisiert, bei denen die Funktion der übergeordneten Steuerung im Frequenzumrichter realisiert wurde.

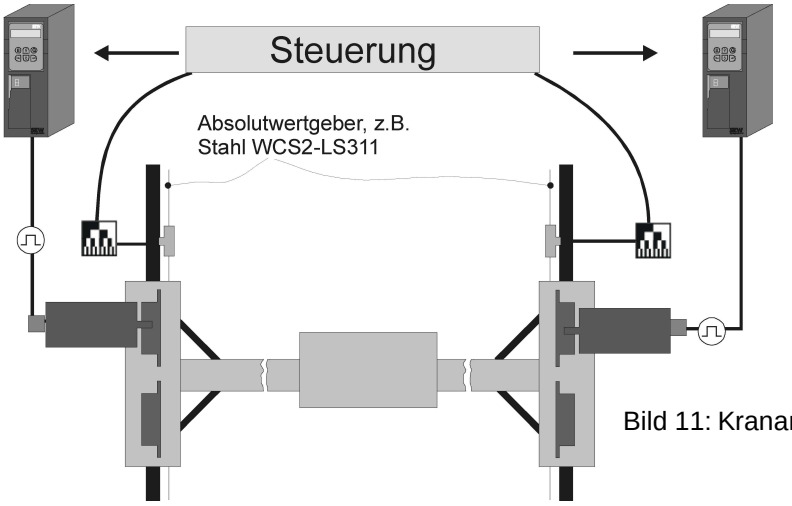

Bild 11: Krananlage im absoluten Synchronlauf [3)]

2.6.1 Beispielanlage

Breite	19 m
Länge	3,5 m
Geschwindigkeit	ca. 2,5 m/s
Positionieranforderungen	+/- 3 mm
Mechanische Kopplung der beiden Seiten	Wenig stabil
Kraftübertragung	Reibschluss
Geschwindigkeit / Positionsvorgabe	Von der SPS

3 Positioniersysteme

Anwendungsbereich von Positionssensoren ist die Messung von Position von linear geführten Körpern. Dabei sind die angegebenen Bereiche für Messlänge, Geschwindigkeit, Beschleunigung, sowie die Angaben zu Handhabung und Anschlussdaten zu beachten.

3.1 Einflussgrößen

Überall dort, wo Systeme (automatisch) bewegt werden, ist es notwendig, deren Position eindeutig zu bestimmen. Dazu werden verschiedene Messverfahren eingesetzt.
Zur Positionierung von Kranbrücken gibt es verschiedenen Systeme, die sich in der Praxis bewährt haben.
Die wichtigsten Systeme werden nachfolgend vorgestellt.
Der Einsatz der Systeme unterliegt verschiedenen Randbedingungen, die vor der Modernisierung im Detail zu prüfen sind.
Die wesentlichen Randbedingungen sind:

- Anzahl der anzufahrenden Positionen
- Positioniergenauigkeit (Auflösung des Systems, Schaltabstand)
- Soll-Taktzeit der Kranbrücke / Soll-Geschwindigkeit der Kranbrücke
- Steuerung des Krans (Hand, Automatik, Teilautomatik)
- Geschwindigkeit Beschleunigung
- Kraftübertragung (z. B. Reibrad, Ritzel/Zahnstange)
- Krananlage im Allgemeinen (Länge/Breite, Verhalten bei Volllast, ...)
- Platzbedarf für das Positioniersystem
- Umgebungseinflüsse
- Integrationsfähigkeit in den Umrichter / Schnittstellen
- Auswertbarkeit der Signale im Umrichter / Steuerung

Unterschieden werden in dieser Ausarbeitung

- Initiatoren, zur Positionsfindung
- Drehgeber, zur Positionsmessung
- Lineargeber und Laser, zur Positionsmessung

3.2 Initiatoren

Initiatoren sind relativ schnell und einfach nachzurüsten und können in der Regel problemlos in Steuerungen integriert werden.
Vor dem Einsatz ist besonders zu prüfen:

- Anzahl der anzufahrenden Positionen
- Positioniergenauigkeit (Schaltabstand)
- Umgebungsbedingungen (Schmutz, Temperaturen, etc.)

3.2.1 Ultraschall-Sensoren

Licht und Schall sind zwei natürliche Phänomene, die jedem Lebewesen Informationen über seine Umwelt vermitteln, berührungslos und über unterschiedliche Distanzen. Auch industrielle Prozesse benötigen zuverlässige Informationen. Die Ultraschallsensoren erkennen Objekte und Abstände genau.
Weitere Pluspunkte:

- die hervorragende Hintergrundausblendung und die Unempfindlichkeit gegenüber allen Arten von Fremdstoffen in der Umgebung
- Die Anwendung bestimmt den Ausgang – binär oder analog, ganz nach Wunsch.

Bild 12: Ultraschall-Sensoren [4)]

3.2.2 Induktive-Sensoren

Ein induktiver Näherungssensor besteht aus einem LC-Schwingkreis, einem Signalauswerter und einem Schaltverstärker.
Die Spule dieses Schwingkreises erzeugt ein hochfrequentes elektromagnetisches Wechselfeld. Dieses Feld tritt an der aktiven Fläche des Sensors aus. Nähert sich ein metallisches Objekt (Schaltfahne) der aktiven Fläche, so werden Wirbelströme erzeugt. Diese Verluste entziehen dem Schwingkreis Energie und dämpfen die Schwingungen. Der folgende Signalauswerter setzt diese Information in ein eindeutiges Schaltsignal um.

Bild 13: Induktive-Sensoren [4)]

3.2.3 Kapazitive Näherungssensoren

Kapazitive Näherungssensoren erkennen metallische und nichtmetallische Objekte. Der Schaltabstand ist um so größer, je höher die Dielektrizitätskonstante des zu erkennenden Objektes ist. Sie werden beispielsweise für folgende Anwendungen eingesetzt:

- Füllstandsüberwachung
- Anwesenheitskontrolle
- Niveaukontrolle von Schüttgütern
- Endkontrolle bei Verpackungsvorgängen

Bild 14: Kapazitive Sensoren [4)]

3.2.4 Magnetische Näherungssensoren

Durch große Schaltabstände, auch bei kleinen Bauformen, zeichnen sich magnetische Näherungssensoren besonders aus. Sie erfassen magnetische Objekte, in der Regel Dauermagnete, die zur Auslösung des Schaltvorgangs eingesetzt werden.
Da diese magnetischen Felder viele nicht magnetisierbare Werkstoffe durchdringen, kann der Schaltvorgang auch durch andere Materialien hindurch ausgelöst werden. Auch lässt sich durch den Einsatz magnetischer Leiter (z. B. Eisen) das Magnetfeld über größere Abstände transportieren, um z.B. das Signal aus einem Bereich mit hoher Temperatur herauszuführen.

Bild 15: Magnetische Sensoren [4)]

3.2.5 Positionsfinder

Positionsfinder sind optoelektronische Sensoren, die für die Feinpositionierung in der Lager- und Fördertechnik eingesetzt werden. Hier ergeben sich z. B. an Übergabe- und Andockstationen temperatur-, last- oder auch stahlbauabhängige wechselnde geometrische Einflussgrößen, die eine sichere Positionierung unmöglich machen. Um dieses Risiko auszuschalten, setzt man Positionsfinder ein, die speziell für die Feinpositionierung in x- und y-Richtung eingesetzt werden. Das Gerät arbeitet auf Reflektorbasis. Es orientiert sich immer an den tatsächlichen Verhältnissen vor Ort und ermöglicht so sichere Ein- und Auslagerungs- oder auch Andockvorgänge.

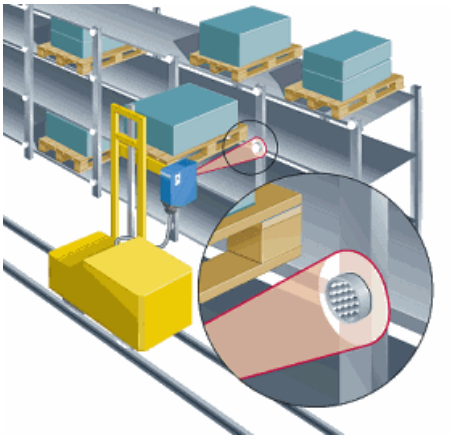

Bild 16: Einsatz von Positionsfindern [4)]

3.2.6 Näherungsgeber

Mit den Näherungsgebern kann einfach und preisgünstig überwacht werden, ob sich der Motor dreht. Wird ein Zweispur-Näherungsgeber verwendet, kann zusätzlich die Drehrichtung des Motors ermittelt werden. Die Näherungsgeber werden i. d. R. seitlich an die Lüfterhaube montiert, so dass keine Motormehrlänge entsteht.
Zählt man die Impulse bei geringen Umdrehungen, kann grob positioniert werden.

Bild 20: Näherungsgeber auf Antrieb 3)

3.3 Drehgeber

Als Drehgeber werden Sensoren zur Erfassung von Lageänderungen (linear oder rotierend) bezeichnet, die sowohl Wegstrecke als auch -richtung erfassen können.
Gängige Ausgangssignalpegel sind TTL, HTL (digitale Signale) sowie 1Vss und 11µA (analoge Signale).

Bild 17: Einsatz von Drehgebern zur Antriebssteuerung / Positionierung [3)]

3.3.1 Inkrementalgeber

Encoder wandeln die Eingangsgröße Drehwinkel in eine Anzahl von elektrischen Impulsen. Dies geschieht mit einer Inkrementalscheibe mit radialen, lichtdurchlässigen Schlitzen, die opto-elektronisch abgetastet wird. Die Anzahl der Schlitze legt die Auflösung (Impulse/Umdrehung) fest.

Nachteilig ist, dass nach einem Spannungsausfall die absolute Position nicht mehr bekannt ist. Deshalb werden z. B. bei Positionierungssystemen nach dem Einschalten so genannte "Referenzfahrten" auf einen unabhängigen Positionssensor (siehe Initiator) ausgeführt. Manche inkrementelle Drehgeber geben pro volle Umdrehung noch einen Referenzimpuls (Index) auf einem dritten Kanal aus. Einige Inkrementalgeber haben auch eine abstandskodierte Referenzmarke. Dabei wird der Abstand zweier Referenzmarken so auf der Maßverkörperung angebracht, das zwischen 1. und 2 Referenzmarke 500 Striche gezählt werden, bei der nächsten 501 usw. Dadurch kann ein externer Referenzgeber entfallen.

Bild 18: Drehgeber [5)]

3.3.2 Absolutwertgeber

Absolutwertgeber haben an Stelle der Inkrementalscheibe eine Codescheibe mit Gray-Code.

Diese Codescheibe wird opto-elektronisch abgetastet. Jeder Winkelposition ist ein eindeutiges Codemuster zugeordnet. Mit diesem Codemuster wird die absolute Position der Motorwelle bestimmt. Die Besonderheit beim Gray-Code ist, dass beim Übergang von einem auflösbaren Winkelschritt zum nächsten sich jeweils nur ein Bit ändert. Der mögliche Ablesefehler beträgt deshalb maximal 1 Bit.

Absolutwertgeber geben die Lageinformation in Form eines Zahlenwertes aus. Da dieser Zahlenwert über den gesamten Auflösebereich des Absolutwertgebers eindeutig ist, wird keine anfängliche Referenzfahrt, wie z. B. bei Inkrementalgebern, benötigt.

Bei rotatorischen Gebern unterscheidet man solche, die nur eine Umdrehung auflösen können und dann wieder bei 0 beginnen (Single-Turn-Geber), und solche die mehrere Umdrehungen auflösen können (Multi-Turn-Geber).

Bild 19: Drehgeber [5)]

3.3.3 Resolver

Mit dem Resolver wird die absolute Lage der Motorwelle ermittelt. Er besteht aus einer Rotorspule und zwei Statorwicklungen, die um 90° zueinander versetzt sind, und arbeitet nach dem Prinzip des Drehtransformators. Zusätzlich hat der Resolver im Stator und auf dem Rotor je eine Hilfswicklung, um die Versorgungsspannung bürstenlos auf den Rotor zu übertragen. Die beiden Rotorwicklungen sind elektrisch verbunden.

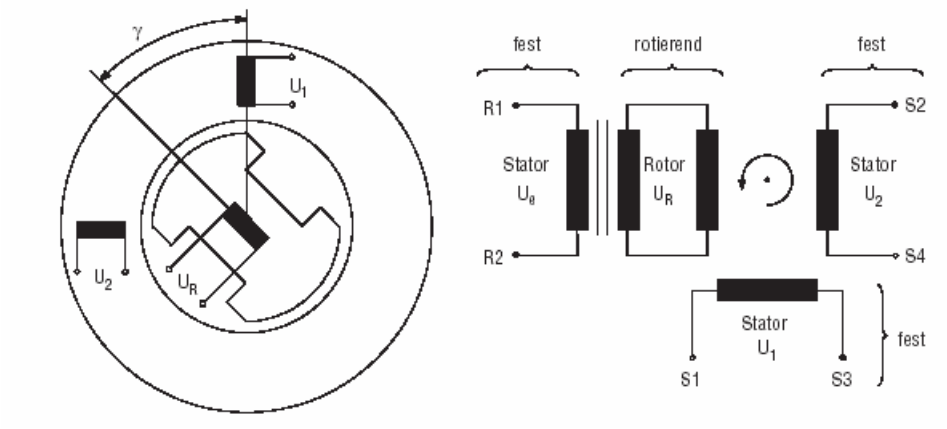

Bild 20: Schematischer Aufbau und Ersatzschaltbild des Resolvers [3)]

3.3.3.1 Beispiel Seillängengeber

Ein hochflexibles Edelstahlseil wird auf eine präzise Messtrommel gewickelt.
Das Messseil wird durch die Rückstellkraft einer Triebfeder straff gehalten. Konstruktive Maßnahmen sorgen für präzises und reproduzierbares Aufwickeln des Messseiles. Die in eine Drehbewegung umgesetzte Linearbewegung wird in ein elektrisches Signal umgeformt. Hierfür werden je nach Messaufgabe und Messlänge sowie geforderter Präzision unterschiedliche Sensorelemente eingesetzt.
Nachgeschaltete Signalumformer wandeln das Sensorsignal in die für Standardschnittstellen geeigneten Spannungen, Ströme oder Impulse um.

Bild 21: Seillängengeber [3)]

3.3.3.2 Beispiel Drehgeber auf Motorwelle

Zur Erfassung der Wegstrecke als auch -richtung kann der Drehgeber direkt auf der Motorwelle montiert werden. Motor und Geber bilden so eine kompakte Einheit.

Bild 22: Drehgeber auf Motorwelle [3)]

3.4 Lineargeber und Laser

3.4.1 Barcode

Im Gegensatz zu bekannten optischen Messverfahren ist das Barcode-Positioniersystem nicht an lineare Bewegungen gebunden. Es kann flexibel auch bei kurvengängigen Systemen eingesetzt werden. Überall dort, wo das strapazierfähige Barcodeband angebracht werden kann, lässt sich die Position millimetergenau bestimmen.
Führungstoleranzen der Anlage spielen keine Rolle, denn der zugelassene Abstandsbereich zwischen Band und Lesekopf erlaubt große Abstandsschwankungen.

Der Barcodeleser ermittelt mit einem sichtbaren Rotlicht-Laser seine Position relativ zum Barcodeband. Dies geschieht im wesentlichen in drei Schritten:
1. Lesen eines Codes auf dem Barcodeband
2. Ermitteln der Position des gelesenen Codes im Scanbereich des Laserstrahls
3. Millimetergenaue Berechnung der Position aus Codeinformation und Codeposition

Anschließend wird der Positionswert über eine standardisierte Schnittstelle an das Antriebssystem des zu positionierenden Fahrzeugs übergeben.

Vorteile:

- Einfache Montage und Inbetriebnahme
- Teach-Funktion für den 'Nullpunkt', es ist also nicht notwendig, das Barcodeband millimetergenau aufzubringen.
- Die Funktionsweise des Barcodelesers ermöglicht es, dass das Barcodeband nur an den Stellen angebracht werden muss, an denen es erforderlich ist, eine Position millimetergenau zu berechnen.
- Positionierung auch von nichtlinearen Bewegungen
- Nach Spannungsabfall ist kein Referenzieren notwendig
- Durch die große Abtasttiefe können mechanische Toleranzen ausgeglichen werden.

- Positionieren ist bis auf Entfernungen von 10.000 Metern millimetergenau möglich.

Bild 23: Barcode-Leseeinheit [5)]

3.4.2 Laser

Dieser Abstandsensor senden Licht auf ein Objekt oder einen Reflektor und werten den reflektierten Lichtstrahl aus. Dabei wandelt er die ermittelte Entfernung in ein proportionales elektrisches Signal um.

Bild 24: Laser-Entfernungsmesser [4)]

4 Energie- und Datenübertragungssysteme

Setzt man moderne Antriebstechnik in Verbindung mit modernen Positioniersystemen ein, muss ggf. zusätzlich die Energie- und Datenübertragung modernisiert werden. Sinnvolle und praxisnahe Möglichkeiten zur Energie- und Datenübertragung werden nachfolgend vorgestellt.

4.1 Einflussgrößen

Überall dort, wo Krananlagen bewegt werden, ist es notwendig, deren Antriebseinheiten (Greifer, etc,) mit Energie zu versorgen. Zusätzlich ist die Übertragung von Daten (Positionsdaten, Signale, etc.) erforderlich. Dazu werden verschiedene Systeme eingesetzt.

Die wichtigsten Systeme werden nachfolgend vorgestellt.

Der Einsatz der Systeme unterliegt verschiedenen Randbedingungen, die vor der Modernisierung im Detail zu prüfen sind.

Die wesentlichen Randbedingungen sind:

- Zu transportierende Medien (Strom, Luft, Wasser, Hydraulik)
- Welche Signale sind zu übertragen. Übertragungsrate
- Geschwindigkeit, Beschleunigung der Krananlage
- Platzbedarf für das Energie- und Datenübertragungssystem
- Umgebungseinflüsse

Unterschieden werden in dieser Ausarbeitung

- Stromschienen
- Schleifleitungen
- Leitungswagen
- Leitungstender
- Leitungstrommeln
- Schleifringkörper
- Energieführungsketten
- Berührungslose Energieübertragungssysteme
- Berührungslose Datenübertragungssysteme

4.2 Stromschienen

Die Stromschiene wurde im Jahre 1912 durch Ing. Paul Vahle erfunden. Bei den zu dieser Zeit üblichen Fahrdrähten kam es durch die Flexibilität und die Ausdehnung des Drahtes häufig zu Kontaktschwierigkeiten und erheblicher Funkenbildung, aber auch zu Drahtbrüchen. Paul Vahle zog ein Kupferprofil auf einen T-Stahl und erreichte somit eine größere Festigkeit und einen sicheren Kontakt, so dass der Übergangswiderstand zwischen dem Kupferleiter und der Schleifkohle des Stromabnehmers wesentlich geringer wurde. Hierdurch werden Betriebsausfälle vermieden und eine hohe Lebensdauer der Stromzuführung erreicht.

Stromschienen sind eine sichere Stromzuführung bei Stromstärken bis zu 3.000 A für viele bewegliche Stromverbraucher bei denen ein rauher Betrieb vorherrschend ist, wie z. B. Laufkrane, Verladebrücken, Container-Umschlaggeräte, Einschienenbahnen, Kokereimaschinen, Elektrozüge, usw.

Bild 25: Stromschiene [2)]

Besonderheiten

- Temperaturunterschiede und daraus resultierende Längenänderungen werden durch Dehnverbinder ausgeglichen.

- Stromschienen können gebogen geliefert werden.
- Für alle Stromschienen sind Beheizungssysteme lieferbar.
- Sonderschienen für bis zu 3000 A Stromstärke.

4.3 Schleifleitungen

Schleifleitungen sind kleinbauende, berührungsgeschützte Stromzuführungen in Gehäusen aus Leichtmetall (Aluminium). Diese Schleifleitungen sind für Innen- und Außenanlagen geeignet und werden als Stromzuführung für Krane, Hängebahnen, Elektrozüge, Elektrowerkzeuge, Werkzeugmaschinen, Regalstapelanlagen und andere Stromverbrauchern, auch bei höheren Temperaturen, eingesetzt. Sie können in mehrpoliger Ausführung geliefert werden und der Nennstrom liegt abhängig von der Polzahl zwischen 60 und 300 A. Das Leichtmetallgehäuse besteht aus zwei miteinander verschraubten Profilen, wobei der kurze und lange Steg des Gehäuses die richtige Zuordnung der Kontakte des Stromabnehmers gewährleisten.

Bild 26: Schleifleitung [2)]

4.4 Leitungswagen

Leitungswagen führen elektrische Energieleitungen und Schläuche für gasförmige und flüssige Medien zu beweglichen Verbrauchern. Die Leitungswagen werden in einem I-Profil der INP- und IPE-Reihe geführt. Sie entsprechen den VDE-Vorschriften und es werden sowohl Flach- als auch Rundleitungen eingesetzt.

Bild 27: Leitungswagen [2)]

Neben der Energiezuführung können Leitungswagen eine Vielzahl von Steuerleitungen und Lichtwellenleitern führen. Zum Herstellerprogramm gehören auch nichtrostende, säurefeste und seewasserbeständige Leitungswagensysteme, sowie Zubehörteile zu den diversen Systemen.
Für Verfahrgeschwindigkeiten oberhalb von 200 m/min werden Systeme mit partiell angetriebenen Leitungswagen eingesetzt.

4.5 Leitungstender

Der Leitungstender ist eine Alternative zur Leitungswagen-Anlage:

- geeignet für hohe Fahrgeschwindigkeiten
- schonende Leitungsführung
- geringer Platzbedarf
- kein Leitungsdurchhang
- es wird nur die Hälfte der Leitungslängen benötigen

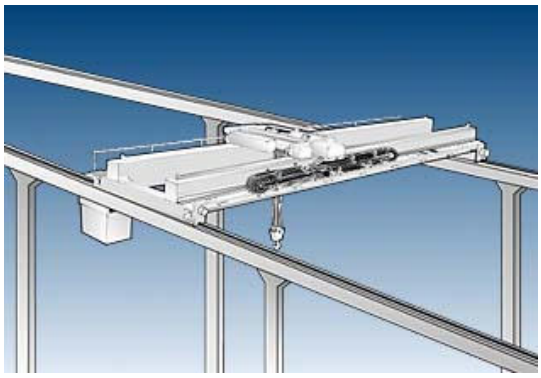

Bild 28: Leitungstender [2)]

Ein Leitungstender wird zur Katzstromzuführung für Hallenlaufkrane, Hüttenwerkskrane, Verladebrücken, Regalstapelgeräte, Containerkrane, usw. eingesetzt. Neben elektrischen Leitungen können auch Schläuche für Wasser, Druckluft, Sauerstoff, Brenngase, u.v.m. aufgelegt werden, so dass über den Leitungstender auch Werkzeugmaschinen, Brennmaschinen, usw. versorgt werden können.

4.6 Leitungstrommeln

Leitungstrommeln (mit Federantrieb) werden als Stromzuführung für ortsveränderliche Verbraucher zur automatischen Aufwicklung von flexiblen Energie- oder Steuerleitungen eingesetzt (auch: Schläuche für Gase und Flüssigkeiten). Die Anwendungsgebiete von Feder-Leitungstrommeln sind Portal- und Drehkrane aller Art, Bordkrane, Mobilkrane, Baukrane, Verladeanlagen, Magnet- und Greiferkrane, E-Züge, Schiebebühnen, Hebebühnen, Stapler, Längsräumer in Kläranlagen, Beschickungsanlagen, Palettieranlagen, usw.

Bild 29: Leitungstrommel [2)]

- Alle Leitungstrommeln entsprechen den VDE- und UVV-Vorschriften.
- Die Schleifringe sind für ca. 500 V Drehstrom und ca. 600 V Gleichstrom ausgelegt (100 % ED).
- Die Gehäuse der Schleifringkörper sind nach Schutzart IP 54 gekapselt. Höhere Schutzarten sind möglich.
- Die Trommeln werden durch Spiralblattfedern angetrieben, die im Durchschnitt 100.000 Federspiele erreichen.
- Endabschalter sind lieferbar.
- max. Fahr- und Hubgeschwindigkeit v= ca. 60 m/min.
- max. Fahr- und Hubbeschleunigung a = ca. 0,2 m/sec².

4.7 Schleifringkörper

Schleifringkörper werden als Stromzuführung für drehende Verbraucher der unterschiedlichsten Art eingesetzt. Sie finden beispielsweise Verwendung in Drehkranen, Rundräumern in Kläranlagen, Karussells, Manipulatoren, Drehtischen, Antennenanlagen, Theaterbühnen, Verpackungsmaschinen sowie Leitungstrommeln.
Das Standardprogramm ermöglicht es, Schleifringkörper für Kraft- und Daten/Signalströme in beliebiger Polzahl zu montieren. Stromstärken bis 1200A und Spannungen bis 24KV sind möglich. Die üblichen Schleifringauswahl reicht von 30 mm bis 360 mm Durchmesser.
Es können bis zu >100 Pole aufgereiht werden. Zusätzliche Drehdurchführungen für flüssige Medien (Wasser, Hydrauliköl, usw.) und Gase (Druckluft, Argon, usw.) sind lieferbar. Schleifringkörper können sowohl als offene Einbauschleifringkörper für kundenseitige Anpassungen, als auch mit Gehäuse (IP65) aus schlagfestem Kunststoff oder aus Blech geliefert werden.

Die Übertragung für Analogsignale von 0 bis 20mA oder 0 bis 10V sowie Digitalsignale bis max. 500kBaud sind Standard und betriebsbewährt (z. B. bei Datenübertragung von Industriebussen, wie Interbus-S und Profibus). Bei Baudrate über 500 kB und Video-Übertragungen werden Sonderschleifringkörper mit hochwertigen Materialien eingesetzt.
Schleifringkörper zeichnen sich durch einfache Montage und Wartung aus.

Bild 30: Schleifringkörper [6)]

4.8 Energieführungsketten

Leicht und sicher, auch bei hohen Geschwindigkeiten schützen Energieführungsketten die innenliegenden Leitungen und Schläuche bei unterschiedlichen Verfahrwegen. Sie werden zum Schutz von bewegten Kabel in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, wie z.B. bei Werkzeugmaschinen, Roboter (bis 360°), Handhabungssystemen, Förder- und Krananlagen und Regalbediengeräten.
In der Regel werden Energieführungsketten aus Stahl oder Kunststoff eingesetzt.

Stahlketten
Die ersten Energieführungsketten, die im Jahr 1954 gebaut wurden, sind Stahlketten. Sie haben bis heute ihren festen Platz im Lieferprogramm. Diese "Arbeitspferde" werden immer dann eingesetzt, wenn große freitragende Längen mit hohen mechanischen Beanspruchungen gefordert sind, oder die Leitungen ein hohes Gewicht aufweisen. Darüber hinaus sind sie bei hohen Umgebungstemperaturen oder extremen Umgebungseinflüssen das Mittel der Wahl. Diese Ketten werden grundsätzlich aus verzinktem Stahl oder - bei erhöhten Anforderungen - aus rostfreiem Edelstahl gefertigt.

Kunststoffketten
Der zweite, große Produktbereich sind Energieführungsketten aus Kunststoff.
Das geringe Gewicht aller Kunststoff-Energieführungsketten prädestiniert sie für Einsatzbereiche, in denen hohe Beschleunigungen oder hohe Verfahrgeschwindigkeiten verlangt werden. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Geräuschentwicklung.

Bild 31: EFK, Kunststoff [6)]

Bild 32: EFK-Stahl [6)]

4.9 Berührungslose Energieübertragungssysteme

Wenn Wartungsintervalle, hohe Anlagenverfügbarkeiten und schwierige Umgebungsbedingungen für den Einsatz von Energieversorgungssystemen eine besondere Rolle spielen, setzen Anlagenbetreiber immer seltener herkömmliche Systeme, die auf dem Kontaktprinzip basieren, wie z. B. Schleppketten oder Stromschienen, ein. Eine kontaktlose Energieübertragung bietet in solchen Fällen deutlich mehr Vorteile.

4.9.1 Contactless Power System

Das berührungslose Energieübertragungssystem CPS (Contactless Power System) stellt eine zukunftsweisende Entwicklung für die Energieübertragung zu mobilen Verbrauchern wie Krananlagen, Aufzügen, Verkehrssystemen, Bodentransportsystemen, Elektrohängebahnen usw. dar.
Das CPS-System liefert elektrische Energie nach dem Induktionsprinzip, ähnlich dem der Primär-/ Sekundär-Übertragung eines Transformators. Bei einem Transformator befindet sich die Primär- und die Sekundärwicklung auf einem gemeinsamen, geschlossenen ferromagnetischen Kern. Dies bewirkt einen hohen Kopplungsgrad, läßt jedoch keine Relativbewegung der beiden Wicklungen untereinander zu.

Gegenüber der herkömmlichen Methode, Energie zu mobilen Verbrauchern zu übertragen, (über Stromschienen, Schleifleitungen und Leitungsführungssysteme) bietet die CPS-Technik folgende Vorteile:

- Wartungsfreiheit und damit eine hohe Anlagenverfügbarkeit bei entsprechend geringen Instandhaltungskosten.
- Keine Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit und Beschleunigung des mobilen Verbrauchers.
- Keine Lärmentwicklung und kein Kohleabrieb, da die Energieübertragung völlig berührungslos erfolgt.
- Hohe Fahrwegtoleranz durch eine entsprechende Auslegung des Luftspalts zwischen Pick-up-Spule und Primärwicklung.
- Uneingeschränkter Einsatz auch unter harten Umgebungsbedingungen wie Staub, Wasser, Eis, Wind usw.
- Hoher Wirkungsgrad durch optimale Komponentenauswahl und Einsatz m dernster Leistungselektronik.

In Kombination mit dem SMG-Datenübertragungssystem (siehe hinten) eröffnet sich ein breites Einsatzspektrum.

Bild 33: Einsatz CPS [2)]

4.9.2 MOVITRANS

Das kontaktlose Energieversorgungssystem MOVITRANS funktioniert nach dem Prinzip der induktiven Energieübertragung. Dabei wird die elektrische Energie von einem fest verlegten Leiter auf einen oder mehrere mobile Verbraucher kontaktlos übertragen. Die elektromagnetische Kopplung erfolgt über einen Luftspalt und ist wartungs- und verschleißfrei. Ein weiteres großes Plus: diese Art der Energieversorgung verursacht selbst keine Verschmutzung und ist zudem unempfindlich gegen Fremdverschmutzung.

Die wesentlichen Vorteile der kontaktlosen MOVITRANS-Technologie gegenüber klassisch versorgten mobilen Verbrauchern sind:

- Verschleißfreie Energieübertragung
- Keine Wartung oder Abnutzung der Komponenten.
- Isolierte Leitungen
- Keine Beeinträchtigung durch Verschmutzungen, Feuchte oder Temperatur.
- Große mechanische Toleranzen
- Freiere Konstruktion mit Bögen und Weichen.
- Höhere Geschwindigkeiten durch Berührungsfreiheit.
- Einfache Segmentierung der Fahrstrecken.

Das System MOVITRANS wird in folgende stationäre und mobile Komponenten unterteilt:

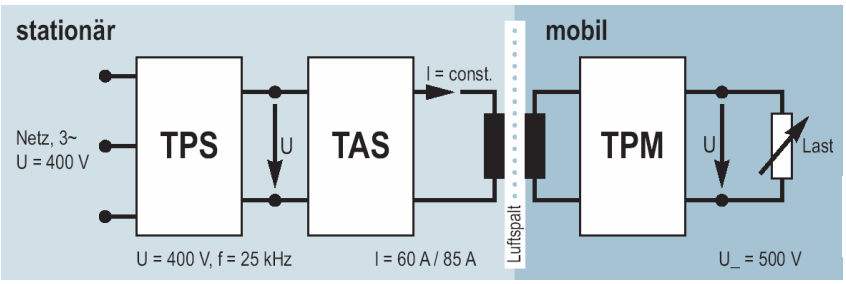

Bild 34: Funktionsprinzip MOVITRANS [3)]

4.10 Berührungslose Datenübertragungssysteme

4.10.1 Infrarot

Das Infrarot-Datenübertragungssystem ermöglicht die drahtlose Übertragung von Daten auf dem Lichtweg bei z. B. schienengebundenen Fahrzeugen und Kranen. Dieses System stellt so eine verschleißfreie Alternative zu beispielsweise Schleppkabeln dar. Es besteht aus einem Gerätepaar, mit optischem Datensender und -empfänger. Beide Einheiten können über größere Entfernungen bidirektional kommunizieren. Die Punkt-zu-Punkt-Lichtstrecke wird während der Übertragung überwacht und eine Lichtwegunterbrechung sowohl optisch am Gerät angezeigt als auch über eine spezielle Funktionsschnittstelle ausgegeben.

Bild 35: Infrarot-Datenübertragung [5)]

4.10.2 Slotted Microwave Guide

Das SMG (Slotted Microwave Guide)-Datenübertratungs-System eignet sich in der Automatisierungstechnik für die berührungslose und störsichere Übertragung hoher Datenraten bis zu 10 Mbit/s zu allen spurgeführten Fahrzeugen und eröffnet durch sein variables Konzept eine Vielzahl von Einsatzgebieten und wurde ursprünglich von MBB (heute DASA) für die Magnetschwebebahn "Transrapid" entwickelt.
Eine Anpassung an nahezu alle gängigen Rechner- bzw. SPS-Schnittstellen ist möglich. Die robuste Bauweise macht SMG auch im harten Betrieb und unter schwierigen Umweltbedingungen einsatzfähig. So arbeiten z. B. eine Vielzahl der Anlagen störungsfrei in der Stahlwerks- und Hüttentechnik, in Kokereien und Häfen.
Der wirtschaftliche Einsatz des Systems beginnt bereits bei einkanaliger Übertragung und niedriger Datenrate. Der problemlose, modulare Aufbau erlaubt auch die kostengünstige Übertragung mittlerer und hoher Datenraten sowie mehrkanalige Ausführungen. In Kombination mit Stromzuführungssystemen für die Energieversorgung, stellt SMG-Datenübertragungstechnik (siehe vorne) ein störsicheres und leistungsfähiges Gesamtpaket für viele Anwendungen in der Automatisierungstechnik dar.

Bild 36: SMG-System [2)]

Bild 37: Einsatz von SMG [2)]

Das SMG-System ist für die Übertragung digitaler, serieller Daten, wie allgemein in Datenkommunikationsnetzen üblich, sowie darüber hinaus auch für die Videosignalübertragung konzipiert. Spezielle Transceiver (Sende- / Empfangsgeräte) mit Schnittstellenmodulen für alle gängigen Bussysteme bereiten die digital-seriellen Signale mittels Frequenzmodulation übertragungsgerecht auf.
Für eine Vollduplexübertragung der Nutzsignale stehen zwei Trägerfrequenzen im Bereich um 2.4 GHz zur Verfügung. Als Übertragungsmedium dient ein speziell ausgeformtes Aluminiumstrangpressprofil (Schlitzhohlleiter) zwischen den Transceivern.

Durch den transparenten Aufbau, sowie der Unterstützung zahlreicher Datenprotokolle, lässt sich das SMG-System ohne Probleme in vorhandene Bussysteme integrieren.
Folgende besonderen Merkmale zeichnen die SMG-Übertragungstechnik aus:

- Störsicherheit durch Abgeschlossenheit des SMG-Profils zur Umgebung.
- Wartungsfreiheit durch berührungslose Übertragungstechnik.
- Gemeinsame Montage des SMG-Profils mit sämtlichen Stromschienen, Schleifleitungen und dem CPS-System.
- Fehlerfreie Übertragung hoher Datenraten bis zu 10 Mbit/s.
- Gleichzeitige Übertragung von bis zu sechs Datenkanälen vollduplex.
- Übertragungsstrecken von bis zu 1.000 m ohne Zwischenverstärkung durch hohe Dynamik der Transceiver.
- Leichte Anpassung an die bauseitige Rechnerperipherie sowie gute Erweiterungsmöglichkeiten durch modularen Geräteaufbau.
- NOT-AUS Übertragung nach Stoppkategorie 1, Sicherheitsstufe 3.
- Ankopplung mehrerer mobiler Teilnehmer auf einem SMG-Profil.
- Übertragung unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit des mobilen Teilnehmers.
- Keine Beeinträchtigung der Übertragungsqualität durch äußere Umgebungseinflüsse wie z.B. Temperatur, Feuchte, Nebel, Staub, usw.
- Geeignet auch für Fahrstrecken mit Bögen, Unterbrechungen und Weichen.
- Die SMG-Datenübertragung bietet eine Vielzahl von Schnittstellen für die gängigsten Bussysteme sowie Sonderschnittstellen für Video-, Audio-, Steuersignal- und Not-Aus-Übertragung.

5 Fazit

Erfolgreiche Maßnahmen zur Modernisierung von Krananlagen sind nur unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen möglich.
Die Projektierung von Kranbrücken (Antrieb, Positionierung, Energie- und Datenübertragung) kann daher nicht in eine allgemeingültige Matrix oder ein Flussdiagramm dargestellt werden, mit dem selbst der unerfahrene Anwender blind zu dem für ihn optimalen Auslegung kommt. Es ist jeweils im Einzelfall genau zu prüfen, welche Modernisierungsmaßnahmen und -varianten, auch unter Berücksichtigung der resultierenden Investitionssumme, durchgeführt werden.

6 Quellen

1) ASM Automation Sensorik Messtechnik GmbH
2) Paul Vahle GmbH & Co. KG
3) SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG
4) SICK AG
5) TR-Electronic GmbH
6) Wampfler AG