



Positionierlösungen modernisieren – Zeit und Kosten im Lager sparen

WHITE PAPER FÜR INTRALOGISTIK-LEITER

Urmitz, Deutschland, Januar 2017



ÜBERBLICK

Positioniersysteme übernehmen eine zentrale Rolle in modernen Hochregallagern: Sie steuern die Bewegung der Förderzeuge. Das sollen sie möglichst schnell und zuverlässig, denn Ausfälle dieser zentralen Systeme ziehen hohe Kosten nach sich. Ihrem zuverlässigen Betrieb kommt daher eine wichtige Bedeutung zu.

Spätestens wenn sich Defekte häufen, erhöhter Verschleiß an der Anlage zu beobachten ist oder ein veraltetes System ohne Herstellersupport verwendet wird, ist es Zeit, über eine Modernisierung des bestehenden Positioniersystems nachzudenken.

Das vorliegende White Paper diskutiert die derzeit am Markt verfügbaren Lösungsansätze für solche Modernisierungsprojekte. Die Vor- und Nachteile der gängigen Lösungen werden erläutert. Der aktuelle Stand der Technik moderner Positioniersysteme wird anschließend dargestellt. Moderne Systeme vermeiden bekannte Nachteile wie unnötige Schleichfahrten und aufwendige manuelle Einstellung und ermöglichen stattdessen höhere Durchsätze im Lager. In einem eigenen Abschnitt wird auf die Besonderheiten beim Retrofit veralteter Systeme wie der Trimble ICS5000 eingegangen.

Dem Leser werden schließlich Empfehlungen in Form einer Checkliste an die Hand gegeben, worauf bei der erfolgreichen Modernisierung von Positioniersystemen zu achten ist. Er wird so in die Lage versetzt, die für seine individuelle Situation optimale Modernisierungsoption zu identifizieren.



INHALT

Überblick	2
1. Die Folgen von Ausfällen konventioneller Positioniersysteme	4
2. Bisher verfügbare Lösungsansätze	6
3. Neuer Ansatz	12
4. Erfolgsfaktoren für erfolgreiche Modernisierungsprojekte	18
5. Fazit	20
Anhang: Referenzliste	21
Anhang: Impressum	22

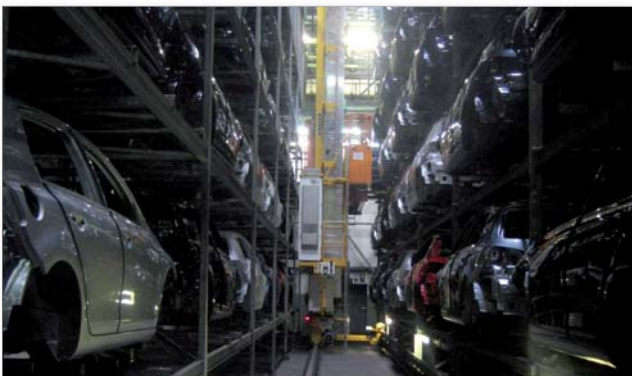
1. DIE FOLGEN VON AUSFÄLLEN KONVENTIONELLER POSITIONIERSYSTEME

In der modernen Intra-Lagerlogistik ist die schnelle und über Jahre hinweg zuverlässige Positionierung von Förderzeugen eine zentrale Aufgabe. Wenn ein Positioniersystem nicht zuverlässig arbeitet, ist ein ordnungsgemäßer Lagerbetrieb nicht möglich. Denn diese Systeme übersetzen die Anforderungen des Lagerverwaltungssystems in konkrete Bewegungsabläufe. Ohne die effiziente und störungsfreie Ansteuerung der Förderzeuge drohen hohe Ausfallkosten.

Die häufigste Motivation zur Überarbeitung von Positioniersystemen sind gehäufte Ausfälle, Störungen und Defekte. Hier kann von reaktivem Handeln gesprochen werden – bereits auftretende Störungen zwingen zu einer Überarbeitung. Im Gegensatz dazu vermindert eine vorbeugende Modernisierung das Risiko solcher Defekte. In diesem Fall wird die Anlage proaktiv auf den neuesten Stand gebracht. Außerdem können zusätzlich die Vorteile moderner Positioniersysteme wie anlagenschonendes Verhalten und schnellere Positionierung genutzt werden.

Förderzeuge sind zum Beispiel:

- >> Regalbediengeräte
- >> Hubwerke
- >> Kransysteme
- >> Verschiebewagen
- >> Lastenaufzüge



Reaktives Handeln – wenn Defekte zu Modernisierungen zwingen

Positioniersysteme sind im täglichen Betrieb hohen Belastungen ausgesetzt und normalerweise jahrelang im Einsatz. Je nach Lagergröße sind mehrere hundert oder tausend Fahrspiele pro Tag keine Seltenheit. Treten Defekte auf, muss die Ursache identifiziert und behoben werden. Dies ist umso wichtiger, wenn die Ausfälle sporadisch und unerwartet passieren. Dann ist kein planvolles Handeln mehr möglich – im Schadensfall ist Improvisationstalent bei allen Beteiligten gefragt. Ungeplante Reparaturen können viel Energie, Geld und auch Nerven kosten. Eine genaue Vorhersage, wann das Lager wieder in Betrieb gehen wird, ist dann ebenfalls schwierig.

Sind im Lager Positionierlösungen verbaut, für die es keinen Herstellersupport mehr gibt, verschärft sich das Problem noch einmal deutlich. Dann fällt es besonders schwer, in kurzer Zeit die passenden Ersatzteile bzw. einen kompetenten Dienstleister für die Reparatur zu finden.

Ein Frühwarnzeichen zu solchen sporadischen Defekten ist **erhöhter Verschleiß** am Fördersystem. Er tritt vor allem aufgrund nicht optimal geregelter Bewegungen auf, so zum Beispiel bei unnötig starkem Beschleunigen und Bremsen des Förderzeugs. Der beste Schutz vor solchem Verschleiß ist eine Anlage, die optimal eingestellt ist und so unnötig hohe Belastungen der verbauten Komponenten vermeidet.

*Abbildung 1:
Unerwartete Ausfälle von Förderzeugen in der Automobilindustrie können innerhalb weniger Stunden Kosten von mehreren hunderttausend Euro verursachen.*

Betriebswirtschaftlich bedeutsamer als die eigentlichen Reparaturkosten sind die **Ausfallkosten** wenn das Lager einmal stillsteht. Diese können in Branchen wie Automobil, Stahl, Flughafenlogistik oder Handel in wenigen Stunden mehrere hunderttausend Euro erreichen. Werden solche Produktionsausfälle in der Öffentlichkeit bemerkt droht außerdem ein Imageverlust. Dauern die Probleme an können schließlich Kunden abwandern. All dies sind wirtschaftliche Risiken, die es zu vermeiden gilt.

Die häufigsten Gründe für die Modernisierung von Positioniersystemen

- >> Häufige Defekte
- >> Sporadisch auftretende Defekte
- >> Erhöhter Verschleiß der gesamten Anlage
- >> Kein Support mehr für installierte Komponenten
- >> Wunsch nach verbesserter Performance
z. B. durch:
 - >> Schnellere Ein- und Auslagervorgänge
 - >> Energieeinsparung
 - >> Höhere Stabilität und Robustheit
z. B. bei wechselnden Produktvarianten / Lastfällen

Proaktives Handeln – mit moderner Technik Kostenvorteile nutzen

Die zweite Motivation zur Modernisierung ist der Wunsch die Technologievorteile moderner Positioniersysteme zu nutzen. Positioniersysteme sind wie alle Lager-Logistiksysteme langlebige Investitionsgüter. In vielen Lagern sind daher Systeme verbaut, die schon seit vielen Jahren im Einsatz sind.

Wie bei jeder Technologie hat sich die Technik in den letzten Jahren aber deutlich weiterentwickelt. Inzwischen sind geregelte und nicht mehr gesteuerte Positionierlösungen Stand der Technik. Dieser Systemwechsel ist kein Selbstzweck sondern bietet handfeste technische und ökonomische Vorteile. So lassen sich zum Beispiel unnötige Schleifahrten vermeiden. Ein- und Auslagerungsvorgänge werden dadurch in typischen Hochregallagern um bis zu 15 Prozent beschleunigt. Bestehende Lager werden besser ausgelastet. Moderne Systeme arbeiten dazu noch anlagenschonender und energiesparender. Zusätzliche Features wie automatisch eingemessene Maschinenmodelle, detaillierte Fehler- / Störungsprotokollierung oder Fernwartung eröffnen ein ganz neues Level an Zuverlässigkeit und Transparenz, das konventionelle Systeme so nicht bieten können.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat in seiner Hightech-Strategie „Industrie 4.0“ Anforderungen an „smarte“ Produktionsanlagen der Zukunft formuliert. Dazu gehören unter anderem:

- >> Eine schnelle Inbetriebnahme
- >> Reduzierter Energieverbrauch
- >> Modulare Systeme
- >> Dezentrale Systeme (verteilte Intelligenz)

Moderne Positioniersysteme erfüllen bereits heute diese und weitere Anforderungen. Im Kap. 3 werden die Fähigkeiten solcher Systeme näher beschrieben. Sie sind ein wichtiger Grund für die immer stärker steigende Relevanz des Themas „Modernisierung von Positioniersystemen“.

2. BISHER VERFÜGBARE LÖSUNGSANSÄTZE

Um bestehende Positioniersysteme zu modernisieren sind prinzipiell mehrere Lösungsansätze verfügbar. Sie haben jeweils Vor- und Nachteile, die in diesem Kapitel näher erläutert werden.

Szenario 1 :: Modifikation durch Integration der Positionierung in Antriebssysteme

Schnelle und dynamische Systeme werden meist über eine Positionierlösung im Antrieb geregelt. Bei diesen Positionierlösungen, die auf Frequenzumrichtern basieren, erfolgt die Positionierung durch drehzahlgeregelt Antriebe mit Hilfe einer überlagerten Positionierung. Die Drehzahlregelung wird dabei mit Hilfe von Motormodellen im Frequenzumrichter abgebildet. Eine programmierbare Zusatzhardware führt die Positionierung durch.

Die Bewegungseigenschaften der Anlage sind ausschließlich auf das Motormodell optimiert, alle anderen Einflussfaktoren auf das Anlagenverhalten während der Fahrt bleiben unberücksichtigt. Solche Faktoren sind zum Beispiel die Eigenfrequenzen und die Totzeit des mechatronischen Gesamtsystems der Förderanlage. Aber auch ungerade oder gar schiefe Schienenleitsysteme, ungleichmäßiges Gewicht des Ladeguts oder Schwingungen, die durch die Bewegung des Förderzeugs verursacht werden (besonders bei Regalbediengeräten) zählen dazu. Durch diese bei jeder Fahrt unterschiedlichen Größen wirken Kräfte auf das

Förderzeug, die bei diesen passiven Motormodellen nicht nachgeregelt werden.

Um dennoch eine saubere Positionierung zu ermöglichen arbeiten diese Lösungen verstärkt mit der Dämpfung der Anlage. Dies erfolgt in der Regel durch Anpassung der Reglerparameter, der Drehzahlregelung oder durch Dämpfung der Führungsgröße (Sollwerte der Bahnplanung). Die Führungsgröße wird z. B. im Ruck (Dritte Ableitung des Weges nach der Zeit) mit Hilfe von Erfahrungswerten vom Inbetriebnehmer angepasst bzw. verlangsamt.

Auch Schleichfahrten zählen zu möglichen Maßnahmen, die gerne ergriffen werden, um eine möglichst reproduzierbare und zuverlässige Positionierung zu ermöglichen. Darunter versteht man besonders langsame Fahrten am Ende des Positioniervorgangs. Das System wird also gedämpft um Schwingungen und Fehler zu vermeiden. Als Ergebnis wird die Anlage künstlich ausgebremst, sie arbeitet langsamer als eigentlich möglich.

Lösungsansatz: Der Positioniervorgang kann hier ausschließlich manuell optimiert werden.

Vorteil: Kostengünstige Hardware, es ist nur eine Zusatzkarte für den Frequenzumrichter nötig.

Nachteile: Viele der für die Optimierung wichtigen Werte wie Totzeiten und Eigenfrequenzen sind durch einen Menschen nicht oder nur schwer zu ermitteln. Das erschwert die Optimierung der Fahrkurve. Diese kann durch Modifikation der Reglerparameter des PID-Reglers des Drehzahlregelkreises im Antrieb erfolgen. Es können im Drehzahlregelkreis meist nur die Proportional-Verstärkung und die Nachstellzeit des I-Anteils angepasst werden. Zudem kann neben Drehzahl und Beschleunigung der Ruck der Fahrkurve lediglich manuell beeinflusst werden. Hierbei spricht man von einer experimentellen Inbetriebnahme.

Das Ergebnis der Optimierung hängt also von der persönlichen Erfahrung des Inbetriebnehmers ab. Vorhersagen des Optimierungsergebnisses oder ein exakter Vorher- Nachher-Vergleich sind meist nicht möglich. Durch den hohen, manuellen Aufwand hat die Anlage während der Modernisierung folglich relativ lange Stillstandzeiten (mindestens mehrere Tage). Sowohl die Kosten für die Arbeitszeit des Inbetriebnehmers als auch die Produktionsausfallkosten sind hoch.

In der Regel sind bei solchen Lösungen auch tiefgreifende, systemspezifische Programmierkenntnisse und genaue Kenntnisse über das Systemverhalten bei der Inbetriebnahme notwendig, um die Anlage optimal einzustellen. Dieses Spezialwissen ist nicht immer schnell verfügbar und wenn, dann oft zu hohen Stundensätzen.

Ein weiterer Nachteil ist der relativ hohe Verschleiß der gesamten Anlage. Da das System manuell eingestellt wird, gibt es systembedingt Ungenauigkeiten, denn selbst mit guten Erfahrungswerten kann der Inbetriebnehmer die Anlage letztlich immer nur näherungsweise einstellen. Ein typisches Problem schlecht eingestellter Anlagen ist z. B. der hohe Verschleiß am Getriebe. Durch die ungenügende Berücksichtigung in motorbasierten Modellen werden diese nicht optimal eingesetzt und ihre Lebensdauer so verkürzt. Es entsteht ein vermeidbarer Kostenfaktor, der oft erst nach einigen Jahren sichtbar wird.

Schließlich bringt diese Variante nur selten Einblick in die Ursachen der Störungen wenn bereits sporadische Defekte aufgetreten sind. Die Ausfallgründe müssen aufwendig manuell lokalisiert werden. Auch dies führt zu relativ langen Ausfallzeiten.

**Bewertung:**

Insgesamt weist diese Lösung deutliche Nachteile auf.

Die manuellen Optimierungen sind ungenau und zeitaufwendig. Selbst bei sehr guter Einstellung durch einen erfahrenen Ingenieur ist das System trotzdem nur auf den Motor optimiert, nicht auf die Eigenschaften der gesamten Anlage.

Szenario 2 :: Modifikation der SPS

Eine andere Möglichkeit sind Veränderungen an der Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS). Diese Geräte steuern die Förderzeuge nach einem fest vorgeschriebenen Programm. Lösungen dieser Art werden in der Regel von Anbietern von Automatisierungslösungen unter dem Schlagwort „Motion Control“ angeboten. Sie werden häufig bei relativ großen Anlagen eingesetzt, die zu Mastschwingungen neigen.

Der entscheidende Faktor ist, wie gut die SPS programmiert wurde. Ungünstige Einstellungen können z. B. zum Überschwingen eines Krans oder zu langen Schleichfahrten führen. Dies ist unerwünscht, da es sich negativ auf die Performance des Förderzeugs auswirkt. SPS-basierte Positionierlösungen sind im Vergleich zu modernen Mikrocontroller-basierten Systemen auch relativ langsam. Das Steuerprogramm ist immer eine individuelle Lösung für die aktuelle Applikation und daher unflexibel bei Umbauten oder sonstigen Änderungen der Anlage.



- Lösungsansatz:** Beim Upgrade einer solchen Positionierung wird typischerweise zunächst geprüft ob das Upgrade auf der vorhandenen SPS überhaupt sinnvoll ist. Bei älteren Modellen wie der S5 ist ein reines Softwareupdate in der Regel nicht zu empfehlen. Bei neueren Geräten wie der S7 kann es dagegen sinnvoll sein, die Software auszutauschen. Danach wird das Antriebssystem mittels Hard- und Softwareerneuerung mit der SPS verbunden. Diese generiert neue Sollwertvorgaben für Motoren. Das SPS-Programm muss umgeschrieben werden – dies ist zeitintensiv. Je nach Komplexität des Programms und der notwendigen Tests ist mit einer Dauer von mehreren Tagen bis Wochen zu rechnen.
- Vorteile:** Vorteile ergeben sich nur, wenn der Betreiber Mitarbeiter hat, die sich mit der SPS auskennen und diese warten und reparieren können. In diesem Fall ist schneller InHouse-Support gewährleistet.
- Nachteile:** In der Regel muss Hardware ausgetauscht werden. Dazu kommt die zeitaufwendige Umprogrammierung der SPS. Diese Umprogrammierung birgt neue Risiken. Denn durch den Eingriff in ein getestetes Programm gibt es keine Garantie für eine weiter einwandfreie Arbeitsweise. Außerdem hängt die Einstellung besonders stark vom Kenntnisstand des jeweiligen Mitarbeiters ab. Mitarbeiterfluktuation erschwert die Kontinuität und Wartbarkeit solcher Lösungen. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den Mikrocontroller-basierten Lösungen, wo gleichbleibende und replizierbare Qualität von der Maschine geliefert wird. Diese Ansätze werden in Kap. 3 näher beschrieben. Neben dem Faktor Reproduzierbarkeit bedeutet die manuelle Neuprogrammierung und das anschließende Testen relativ lange Stillstandzeiten im Lager. Prozessausfallkosten steigen dadurch.



Alle Faktoren zusammen treiben die Kosten einer solchen Umrüstung in die Höhe. Gleichzeitig bleibt der systemische Nachteil, dass die Positionierung eine reine Steuerungsmaßnahme mit festen, unveränderlichen Sollwertkurven darstellt,

die keine Störungsbehebungen während der Bewegung zulässt. Zudem werden die physikalischen Eigenschaften der Anlage nicht ermittelt, sondern eine rein experimentelle Einstellung der Fahrkurven vorgenommen.



Bewertung:

Der Zeit- und Kostenaufwand einer solchen Umrüstung ist hoch. Am Ende steht immer noch ein System, welches nicht dynamisch regelt, sondern nur nach einem starren Programm steuert. Die Möglichkeiten moderner Positionierlösungen bleiben ungenutzt, die Leistung des logistischen Gesamtsystems wird nicht gesteigert.

Szenario 3 :: Runderneuerung des gesamten Fördersystems

In diesem Extremszenario würden alle Komponenten auf einmal getauscht.



Lösungsansatz: Ein modernes Fördersystem besteht typischerweise aus Aktoren, Sensoren und Steuerungen. Falls eine Runderneuerung durchgeführt wird, werden in den meisten Fällen die zentralen Elemente der Anlage ersetzt. Dazu gehören die Frequenzumrichter, die Steuerung und die Positionierung. Die meisten Sensoren und die Motoren sind weniger kritische Bauteile. Wobei auch diese ersetzt werden können, wenn man nach der Optimierung Energie einsparen will. Der Ansatz verlangt in jedem Fall eine genaue Planung und genug Umrüstzeit, da alle Komponenten gleichzeitig verändert werden.

Vorteile: Eine Runderneuerung der gesamten Anlage bietet den Vorteil, dass alle Komponenten ohne Altlasten auf den neuesten Stand der Technik gebracht werden. Haltbarkeit und Kompatibilität der verbauten Komponenten sind bei Neuanlagen normalerweise sehr hoch.

Nachteile: Der Ansatz birgt zwei Schwächen. Zum einen wird bei Verwendung der gleichen Gerätearten wie bisher keine signifikant höhere Performance erreicht, solange leistungsäquivalente Baugruppen zum Einsatz kommen. Auch eine runderneuerte Anlage verwendet Sensoren und Motoren, die entweder durch die Motormodelle im Antrieb oder eine statisch programmierte SPS gesteuert werden. Daher gelten die gleichen Nachteile wie in Szenario 1: Totzeiten und Eigenfrequenzen sind weiter nicht bekannt, der Ruck der Fahrkurve ist weiter manuell einzustellen. Eine Leistungssteigerung ist nur mit einer Neuprojektierung der Antriebssysteme möglich. Diese würde dann z. B. leistungsstärkere Motoren und Frequenzumrichter beinhalten. Zudem ist bei einer Leistungssteigerung der kinematischen Eigenschaften auch eine neue Risikobeurteilung notwendig.

Zum anderen bringt dieses Szenario die höchsten Stillstandzeiten und Kosten mit sich. Die in anderen Szenarien gegebene Möglichkeit einer allmählichen Modernisierung der Anlage bleibt ungenutzt.

Die Komplexität eines solchen Projekts ist nicht zu unterschätzen. In einer runderneueten Anlage können ganz neue technische Probleme auftreten, die bisher nicht bekannt waren.



Bewertung: Bietet sich an, wenn die gesamte Anlage radikal neu aufgebaut werden soll. Das aufwendigste und teuerste Szenario. Nur für Unternehmen mit sehr hoher Investitionsbereitschaft zu empfehlen.



**Zwischenfazit:
Nachteile konventioneller Systeme**

Alle beschriebenen Lösungsansätze haben mehr oder weniger große Nachteile. Einige davon sind lösungsspezifisch, wie z. B. der hohe manuelle Aufwand bei den antriebsbasierten Positioniersystemen oder der hohe Programmieraufwand bei den SPS-Modernisierungen. Wenn trotz dieser Einschränkungen in der konkreten Vor-Ort-Situation die Vorteile dieser konventionellen Lösungen überwiegen, können sie auch bedenkenlos realisiert werden.

Ideal wäre aber eine Lösung, welche die aufgezeigten Nachteile vermeidet und zusätzlich die maximale Performance aus der bestehenden Anlage holt. Konkret sollte eine solche wirtschaftlich und technisch sinnvolle Positionierlösung auf folgenden Eckpunkten basieren:

- >> Weitgehende Nutzung der bisherigen Fördersystem-Infrastruktur
- >> Kurze Stillstandzeiten
- >> Nutzung der erweiterten Eigenschaften moderner Positioniersysteme

Durch die Weiterentwicklungen der Positioniertechnik in den letzten Jahren sind solche Lösungen mittlerweile verfügbar. Sie wurden möglich durch eine grundsätzlich neue Architektur der Positioniersysteme: der Konzeption als Regelkreis. Erst dieser grundlegende Systemwechsel hat neue Möglichkeiten eröffnet, welche die beschriebenen Nachteile vermeidet und gleichzeitig mehr Leistung aus der zu modernisierenden Anlage herausholt als die bisher verfügbaren Lösungen. Ein solches System kann zum Beispiel aufgrund der neuen Architektur in Echtzeit auf jede Änderung des Wegprofils reagieren. Solche „smarten“ Positioniersysteme fahren kein starr eingestelltes Programm mehr ab und bieten damit eine Leistung, die spürbar über der bisheriger Architekturen liegt.

Dieser Ansatz kann als Szenario 4 bezeichnet werden. Dieses Szenario wird im nächsten Kapitel näher beschrieben.

3. NEUER ANSATZ

Szenario 4 :: Moderne Mikrocontroller-basierte Positionierlösungen

Ein nachhaltig besserer Lösungsansatz ist erst durch ein „smartes“ Gesamtsystem erreichbar. „Smart“ bedeutet hier in erster Linie ein vernetztes und sich in Echtzeit selbst regelndes System. „Smart“ bedeutet aber auch ein selbstlernendes System, also ein System mit kurzer Inbetriebnahmezeit. Und „Smart“ steht schließlich auch für einen reduzierten Energieverbrauch. All das sind Anforderungen, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Eckpfeiler für die Produktionsumgebungen der Zukunft definiert hat. Im Kap. 1 wurde bereits kurz auf dieses Konzept „Industrie 4.0“ verwiesen.

Moderne Mikrocontroller-basierte Positioniersysteme erfüllen diese Anforderungen bereits heute. Sie sind modular aufgebaut, schnell und selbstregelnd. Die Funktion des Menschen bei solchen Systemen besteht in der Anwendung.

Solche Geräte bieten eine hohe Qualität und senken damit den Wartungsaufwand im Vergleich zu konventionellen Systemen deutlich.

Diese Lösungen ermöglichen eine langfristige Prozesskostensenkung im Lagerbetrieb. Sie vermeiden die Limitierungen konventioneller Systeme.

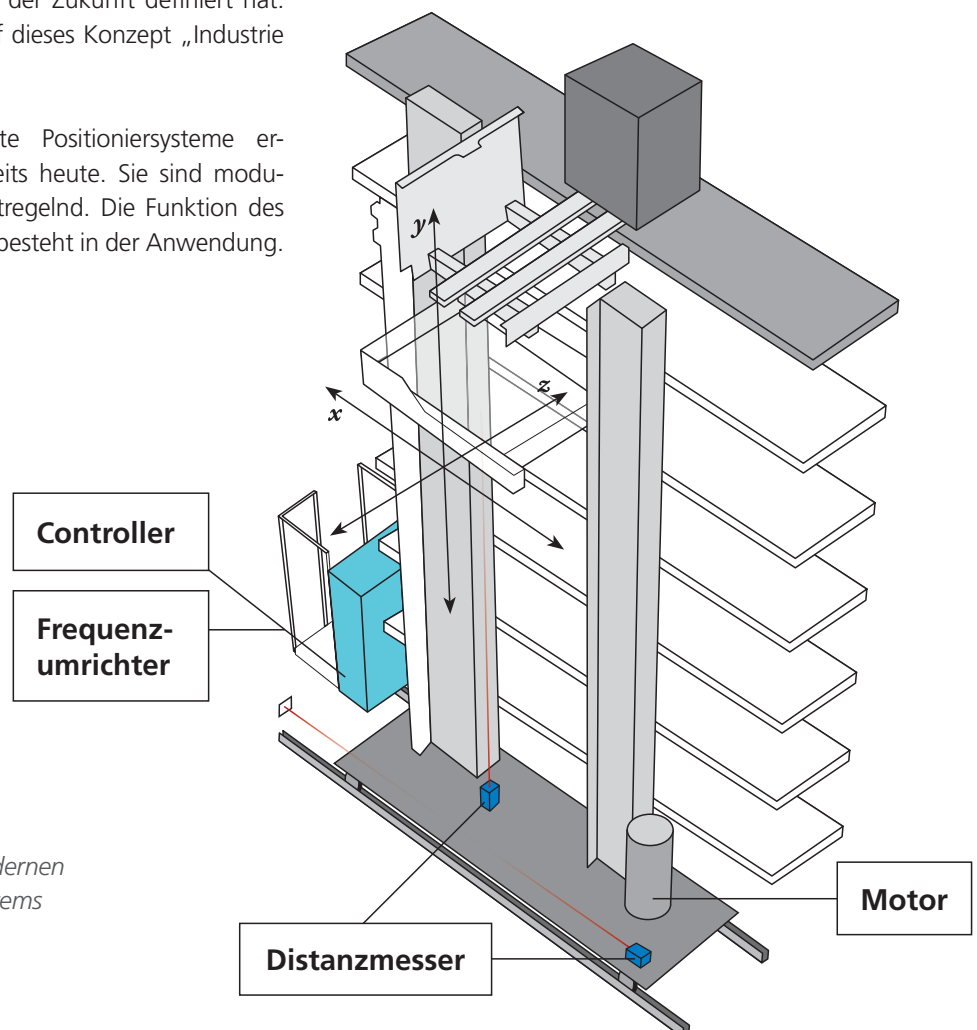


Abbildung 2:
Schematischer Aufbau eines modernen regelkreisbasierten Positioniersystems

Weitgehende Nutzung der bisherigen Infrastruktur

Der komplette Austausch der Infrastruktur für Regalförderzeuge in einem Hochregallager wäre sehr teuer und soll daher in der Regel vermieden werden. Die bisherigen Kommunikationsschnittstellen, Antriebe und Sensoren sollen weiter zu nutzen sein. Auch die vorhandene SPS und die Umrichter sollen weiterverwendbar sein. Unnötige Eingriffe in die bestehende Steuerung sind zu vermeiden.

Moderne Positioniersysteme nutzen bewährte Standardhardware, auf der speziell entwickelte Software läuft. Das ermöglicht individuell abgestimmte Lösungen zu wirtschaftlichen Kosten.

Kommunikationsprotokolle, I/O-Signale und Sollwertvorgaben für den Antrieb sollen ebenfalls weiterverwendet werden. Eine aufwendige Modifikation der Prozesssteuerung sowie anderer angeschlossener Komponenten ist ebenfalls zu vermeiden.

Zwar fallen bei Mikrocontroller-basierten Lösungen auch Kosten für neue Hardware an. In der Regel ist zumindest das Modul selbst (als IPC = Industrie Personal Computer) und ein Laserdistanzsensor anzuschaffen. Ansonsten können diese Lösungen aber in eine bestehende Struktur eingebaut werden. Ein Frequenzumrichter muss nicht gleich mit ersetzt werden. Der Anwender kann entscheiden, diesen später oder gar nicht zu ersetzen. Die Kosten für eine Modernisierung können so verteilt werden.

Kurze Stillstandzeiten

Der Nachteil langer Ausfallzeiten traf für alle diskutierten Szenarien zu. Ausfälle im laufenden Betrieb kann sich aber praktisch kein Lagerbetreiber leisten. Deswegen lautet eine weitere zentrale Anforderung an zeitgemäße Modernisierungslösungen: Ausfallzeiten minimieren. In der Logistikbranche gilt ein Tag Lagerstillstand als maximal tolerierbarer Wert, wünschenswert sind eher Zeiten im Stundenbereich.

Nutzung der erweiterten Eigenschaften moderner Positioniersysteme

Moderne Positioniersysteme fahren keine festen Programme ab, die manuell eingestellt wurden. Nach der Installation der Hardware des neuen Systems absolvieren sie stattdessen als erstes selbständige Lernfahrten. So wird automatisch das ideale Maschinenmodell ermittelt. Im Gegensatz zu Motormodellen und SPS-Lösungen wird parametrisiert, nicht programmiert. Das System ist also auf die Charakteristik der gesamten Maschine eingestellt, nicht nur auf das Verhalten des Motors wie in Szenario 1. Die besten Systeme am Markt sind so flexibel, dass sie nahezu alle Maschinen charakterisieren können.

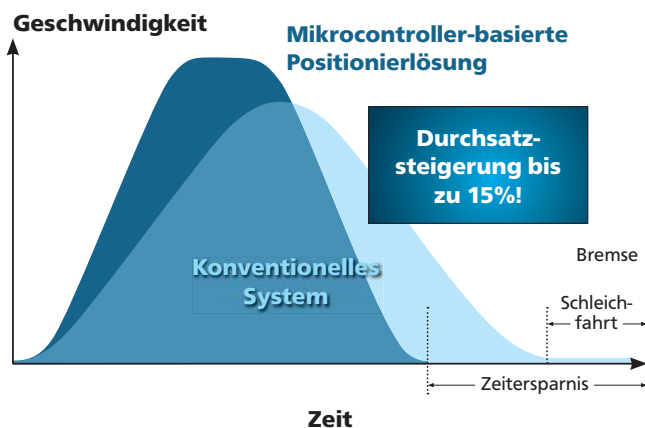
Im Jahr 2010 rüstete der weltgrößte Luftfrachtterminalbetreiber HACTL in Hong Kong bestehende Trimble ICS5000-Controller gegen moderne Mikrocontroller-basierte Positioniersysteme um. Bei über 10.000 Ladevorgängen pro Tag im betroffenen Hochregallager war eine Stillstandzeit von max. einem Tag Ausschreibungsbedingung.

(Quelle: HACTL)

Der Wegfall manueller Einstellungen und starrer Programme hat zwei Vorteile. Zum einen werden unnötige Schleichfahrten vermieden. Die Anlage wird nicht mehr künstlich ausgebremst, sondern erreicht den optimalen Durchsatz, der mit der installierten Hardware möglich ist. Typischerweise sind Steigerungen von etwa 15 Prozent im Vergleich zu konventionellen Systemen möglich (Abbildung 3). Ein- und Auslagerungsvorgänge werden so beschleunigt – das Lager arbeitet wirtschaftlicher.

Abbildung 3:
Ein modernes Positioniersystem vermeidet Schleichfahrten und beschleunigt damit Ein- und Auslagerungsvorgänge

Zeitersparnis einer Mikrocontroller-basierten Positionierlösung gegenüber einem konventionellen Positioniersystem bei kurzen Bewegungen



Zum anderen entfallen die hohen Kosten für die Arbeitszeit der Ingenieure bei der Inbetriebnahme sowie die langen Stillstandzeiten des Lagers. Selbständige Lernfahrten leisten in etwa 30 Minuten das, was ein Ingenieur bei konventionellen Lösungen in mehreren Tagen leisten kann.

Ein weiteres Merkmal moderner Positioniersysteme ist die Störungsbehandlung. Durch die Architektur als Regelkreis erhält das System Rückmeldungen aus dem laufenden Betrieb in Echtzeit. Die individuellen Parameter jeder einzelnen Fahrt werden berücksichtigt. Dazu wird die Lösung der Positionieraufgabe durch permanente Rückkopplungen mit der Sensorik (typischerweise Laserdistanzmesser) überwacht. Tritt eine Störung wie eine Strahlunterbrechung beim Laserdistanzmesser auf, arbeitet das System trotzdem zuverlässig weiter. Es setzt die Fahrt dann aufgrund der erlernten Modelle einfach fort. Somit ist ein sicheres Führen des Förderzeugs in jeder Situation gewährleistet. Auch Störungen im Fahrweg der Anlage, wie z. B. Schienenstöße, werden ausgeregelt.

Diese permanente Überwachung und Optimierung ist auch der Schlüssel für einen weiteren Vorteil regelkreisbasierter Positioniersysteme: sie arbeiten **anlagenschonend**. Schwingungen werden vermieden, bevor sie überhaupt auftreten. Unnötig starkes Bremsen und Beschleunigen entfällt. Die Anlage wird jederzeit an ihrem Optimum gefahren, ohne zu stark zu verschleiben. Dieser Aspekt kann bei den führenden Anlagen noch durch spezielle Softwaremodule verbessert werden, die für verbesserte Energieeffizienz sorgen. Ein- und Auslagerungsvorgänge werden dann nicht mehr so schnell wie möglich sondern so schnell wie nötig durchgeführt.

Die Auslegung moderner Positioniersysteme als leistungsstarkes Eingebettetes-System (Embedded-System) ermöglicht auch eine viel **genauere und schnellere Fehleranalyse** als bei konventionellen Systemen. Langfristige Diagnose-speicher und differenzierte Störungsmeldungen sind heute Standard. Üblich sind auch Funktionen zur Fernanalyse und -wartung der Systeme. Weniger Technikereinsätze bedeuten geringere Wartungskosten.

Ein letzter Vorteil zeitgemäßer Positionierlösungen ist schließlich eine **einfache Bedienung**. Ein neues System nützt nichts, wenn nach der Installation lange Schulungen nötig sind oder Änderungen gar nur von einem Dienstleister vorgenommen werden können. Eine einfache Bedienung und Parametrierung (nicht Programmierung) sind heute Standard. Marktüblich sind Systeme, die sich browserbasiert bedienen lassen.

**Sonderfall:
Modernisierung nicht mehr unterstützter
Systeme (z. B. Trimble ICS5000L)**

Ein besonders häufiger Grund für die Modernisierung von Positioniersystemen (Retrofit) ist installierte alte Hardware, für die es keinen offiziellen Herstellersupport mehr gibt (Legacy-Systeme). Dies betrifft zum Beispiel die verbreiteten Positioniersysteme ICS5000L, TCS und ASC des Herstellers Trimble. Seit 2005 werden diese Module nicht mehr verkauft, 2009 lief der Herstellersupport aus.

Ideal sind hier Lösungen, die sich möglichst nahtlos in ein bestehendes Gesamtsystem einfügen lassen. Besonders wichtig dafür ist eine **1:1 Kompatibilität der Schnittstellen**. Moderne Lösungen können alle Schnittstellen bedienen, die auch die Trimble-Geräte ansteuern konnten (also z. B. Modbus RTU, Profibus oder DF1). Durch diese Kompatibilität sind **keine Änderungen an der SPS nötig**.

Moderne Replacement-Lösungen sind außerdem modular und dezentral aufgebaut. Das sorgt für eine schnelle Umrüstung mit geringen Stillstandzeiten. Der Lagerbetreiber kann so auch selbst entscheiden, ob und wann welche Komponenten sonst noch zu erneuern sind. So können zum Beispiel die Antriebe oder die SPS separat zu einem späteren Zeitpunkt erneuert werden. Dieses Vorgehen macht Modernisierungsprojekte wirtschaftlicher, da die Kosten verteilt werden (auch über mehrere Jahre).

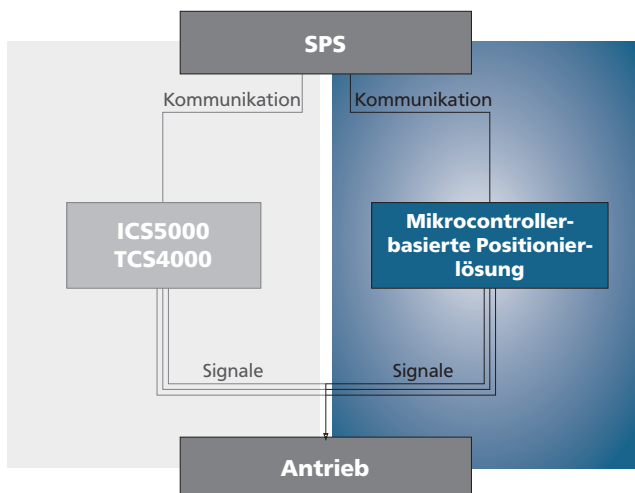


Abbildung 4:
Moderne modulare Retrofit-Lösungen für Trimble ICS5000 nutzen bereits vorhandene Kommunikationsprotokolle, Antriebe und die SPS nahtlos weiter.

Kostenstruktur

Modernisierungsprojekte mit modernen, regelkreisbasierten Positionierlösungen sind zu geringeren Kosten möglich als die in Kap. 2 beschriebenen Lösungsansätze. Es existieren zwar auch Hardwarekosten (üblicherweise für das Modul selbst und einen Laserdistanzsensor). Die Lösungen können aber ansonsten die bestehende Struktur weiter verwenden. Der Anwender hat die Wahl, beispielweise Frequenzumrichter später oder gar nicht zu ersetzen. Hardwarekosten können so flexibler gehandhabt werden.

Die Lohnkosten während der Installation fallen deutlich geringer aus (Abbildung 5). Durch den technischen Vorteil wie die selbständigen Lernfahrten können Mikrocontroller-basierte Systeme deutlich schneller in Betrieb genommen werden. Diese beschleunigte Inbetriebnahme zahlt sich doppelt aus, denn sie verringert gleichzeitig die Ausfallkosten des Lagers während der Modernisierung.

Langfristig bringen die Systeme weitere Kostenvorteile. Denn zum einen sind die Wartungskosten deutlich geringer. Die hohe Qualität und die fortschrittliche Systemarchitektur als digitales Computersystem sorgen für weniger anfällige Hardware. Treten doch einmal Probleme auf, können diese in der Regel durch Fernwartung schnell behoben werden. Teure Anfahrten von Wartungsingenieuren entfallen.

Zum anderen sind die Systeme so zuverlässig und langlebig, dass die Prozessausfallkosten aufgrund fehlerhafter Positioniersysteme langfristig nahezu auf Null gesenkt werden. Diese verlässlichen Systeme ertüchtigen das Lager für die dauerhafte Bewältigung hoher Lasten und Durchsätze. Das Automatiklager als wichtiger Teil der Logistikkette und damit der gesamte Produktionsprozess gewinnt so deutlich an Sicherheit. Insgesamt weist die Modernisierung auf ein aktuelles Mikrocontroller-basiertes Positioniersystem eine attraktive Kostenstruktur auf.



Abbildung 5:
Kostenstruktur konventioneller und moderner Positioniersysteme im Vergleich

Konventionelle und innovative Ansätze zur Modernisierung von Positioniersystemen im Vergleich

	Szenario 1 Integration in Antriebssysteme	Szenario 2 Modifikation SPS	Szenario 3 Runderneuerung	Szenario 4 Modernes regelkreis- basiertes Positioniersystem
Kompatibilität mit bisherigen Anschlüssen	nein	ja	entfällt	ja
Aufwand für mechanische Umbauten	neue FU-Zusatzkarte	Evtl. neue SPS, neue Hardware für Sollwertvorgabe, evtl. neue Frequenzumrichter	enorm	Ein neuer Controller und Laserentfernungsmesser müssen integriert werden
Stillstandzeiten	Mehrere Tage	Mehrere Tage bis Wochen	Wochen bis Monate	1 bis 2 Tage
Installationsdauer hängt ab von...	Erfahrung des Ingenieurs	Komplexität der SPS-Software	Größe der Anlage	Vorbereitung des Umbaus
Kosten	Hohe Personalkosten, dazu Stillstandkosten der Anlage	Personalkosten und Kosten für neue Hardware, dazu Stillstandkosten	Sehr hohe Hardwarekosten	Systemkosten, darüber hinaus nur geringe Personal-, Wartungs- und Stillstandkosten
Dokumentation der Verbesserungen	Möglich, aber oft ungenau	Möglich, aber oft ungenau	möglich	Ja, im Millisekunden- bereich und mit grafischen Fahrtkurven
Schleichfahrten nötig	ja	ja	Je nach verbauter Anlage: nein	Nein
Vorteile	Praktisch keine neue Hardware nötig	InHouse-Wartung möglich, wenn SPS-Spezialisten im Unternehmen	Die Altlasten sind in Abhängigkeit des Umfangs der Erneuerung zu bewerten.	>> Automatisch optimiertes Anlagenmodell >> Höherer Anlagendurchsatz >> Störungsdetektion >> Schonung der Anlage >> Fernwartung/genauere Fehleranalyse >> Einfache Bedienung
Nachteile	>> Manuelle Einstellung >> Schleichfahrten	>> In der Regel neue Hardware nötig >> Hohe Kosten durch neue Hard- und Software sowie lange Stillstandkosten	>> Sehr hohe Investitionen nötig >> hohe Kosten durch lange Stillstandzeiten	keine
Anwendungsszenarien	Anlagenspezifisch	Anlagenspezifisch	Nur bei Runderneuerungen zu empfehlen	Jedes Automatiklager, bei dem Defekte des Positioniersystems hohe Ausfallkosten zur Folge hätten oder das mit bestmöglicher Performance arbeiten soll

4. ERFOLGSFAKTOREN FÜR ERFOLGREICHE MODERNISIERUNGSPROJEKTE

Bei erfolgreichen Modernisierungsprojekten haben sich neben der ausgewählten Technologie einige Erfolgsfaktoren herausgebildet. Je mehr von ihnen erfüllt werden desto wahrscheinlicher ist ein erfolgreicher und reibungsloser Ablauf einer Modernisierung.

Die Erfolgsfaktoren:

1. Zeitgemäße technische Lösung auswählen
2. Lösung mit Gewährleistung und Support auswählen
3. Lösung mit kurzen Stillstandzeiten auswählen
4. Dienstleister mit nachgewiesener Erfahrung auswählen
5. Vorher- / Nachher-Vergleich der Anlagenperformance dokumentieren lassen

Abbildung 6:

Best Practice: Modernisierung und Optimierung des Hochregallagers bei SKF Logistics Services Belgium.



1. Zeitgemäße technische Lösung auswählen

In Kap. 3 wurden die Vorteile moderner regelkreisbasierter Positioniersysteme vorgestellt. Eine Modernisierung auf ein solches System bietet die meisten Vorteile. In diesem Fall hat der Intralogistikeiter die Sicherheit, moderne Technik auf dem neuesten Stand verbaut zu haben.

2. Lösung mit Gewährleistung und Support auswählen

Führende Anbieter geben Gewährleistung auf die installierte Hardware und bieten fest definierte Reaktionszeiten im Störfall. Beides zusammen gibt die Sicherheit, die bei der Verwendung alter, nicht mehr unterstützter Anlagen fehlt.

3. Lösung mit kurzen Stillstandzeiten auswählen

Kurze Stillstandzeiten sind nur durch eine optimale Vorbereitung des Austauschs möglich. Führende Anbieter von Modernisierungslösungen führen immer eine vorherige Analyse der Gegebenheiten vor Ort durch (On-Site-Audit). Darauf basierend wird ein genauer Projektplan erstellt. Auch die Performance der alten Anlage wird noch einmal gemessen, um nach der Modernisierung konkrete Vergleichswerte zu haben.

4. Dienstleister mit nachgewiesener Erfahrung auswählen

Professionelle Dienstleister für Modernisierungen verfügen über nachweisbare Erfahrung mit ähnlichen Projekten. Sie veröffentlichen ihre Referenzliste. In Fallstudien geben sie Einblick in das Vorgehen bei anderen Kunden.

5. Vorher- / Nachher-Vergleich der Anlagenperformance dokumentieren lassen

Um den Erfolg des Modernisierungsprojekts auch wirklich einschätzen zu können, ist ein individueller Benchmark nötig. Er sollte auf Millisekunden genau die alte und neue Performance der Anlage dokumentieren. Typisch sind auch visuelle Kurven zum Fahrverhalten der Anlage.



Checkliste für erfolgreiche Modernisierungsprojekte bei Positioniersystemen

- | | |
|--|--------------------------|
| Zeitgemäße technische Lösung auswählen | <input type="checkbox"/> |
| >> Kompatibilität mit bisherigen Anschlüssen | <input type="checkbox"/> |
| >> Unterstützung des eigenen Kommunikationsprotokolls | <input type="checkbox"/> |
| >> Geringer oder modularer Aufwand für mechanische Umbauten | <input type="checkbox"/> |
| >> Keine Schleichfahrten | <input type="checkbox"/> |
| >> Automatische Lernfahrten zur Anlagencharakterisierung | <input type="checkbox"/> |
| >> Bessere Anlagenperformance prognostiziert | <input type="checkbox"/> |
| >> Störungsdetektion / -reaktion | <input type="checkbox"/> |
| >> Anlagenschonendes Positioniersystem | <input type="checkbox"/> |
| >> Fernwartung / genaue Fehleranalyse möglich | <input type="checkbox"/> |
| >> Einfache Bedienung | <input type="checkbox"/> |
| Service / Gewährleistung | <input type="checkbox"/> |
| Kurze Stillstandzeiten | <input type="checkbox"/> |
| Nachgewiesene Referenzinstallationen / Erfahrung des Dienstleisters | <input type="checkbox"/> |
| Vorher- / Nachher-Vergleich der Anlagenperformance | <input type="checkbox"/> |
-



5. FAZIT

Ausgehend von den verschiedenen Gründen für die Modernisierung vorhandener Positioniersysteme hat das vorliegende White Paper zunächst gezeigt, welche konventionellen Lösungsansätze bestehen. Diese wurden mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen beschrieben. Es wurde deutlich, dass die bisher verfügbaren Lösungsansätze Mängel haben.

Als neuer Lösungsansatz wurden moderne regelkreisbasierte Positioniersysteme vorgestellt. Mit ihrer zeitgemäßen Grundarchitektur (in Echtzeit regeln statt nur starre Programme abfahren) lösen sie eine Vielzahl der Probleme konventioneller Lösungen. Darüber hinaus bieten sie durch eine Reihe von Features Technologieführerschaft. Dazu gehören automatisch eingemessene Anlagenmodelle, Störungsdetektion in Echtzeit und die Möglichkeit zur Fernwartung.

Als Spezialfall wurde auf die besonderen Anforderungen von Retrofitprojekten für Legacy-Hardware (z. B. Trimble ICS5000) eingegangen. Als besonders wichtige Anforderung wurde die Kompatibilität mit vorhandenen Anschlüssen und der geringe bzw. modulare Aufwand für neue Hardware aufgezeigt.

Schließlich wurden Erfolgsfaktoren für Modernisierungsprojekte aufgelistet, die über die reine Hardwareseite hinausgehen. Auch die Erfahrung des Dienstleisters und eine genaue Dokumentation der Verbesserungen an der Anlage spielen hier eine wichtige Rolle.

Moderne Logistiktechnologie ist kein Selbstzweck. Aus den genannten technologischen Vorteilen moderner Positioniersysteme resultieren handfeste wirtschaftliche Vorteile. Plötzliche Anlagenausfälle aufgrund defekter Positioniersysteme werden vermieden. Prozessausfallkosten aufgrund stillstehender Lager werden minimiert. Durch den Wegfall von Schleichfahrten hat eine modernisierte Anlage zusätzlich einen um bis zu 15 Prozent höheren Durchsatz bei Ein- und Auslagerungsvorgängen. Die Anlage nutzt ihr volles Potenzial, teure Lagerneubauten können oft vermieden werden. Die optimierte Fahrweise dieser Systeme schont außerdem die Hardware der gesamten Anlage. So werden auch Kosten für Wartung und Instandhaltung reduziert.

Ein modernes Positioniersystem bietet also sowohl technische als auch wirtschaftliche Vorteile. Mit der richtigen Technologie und dem richtigen Dienstleister ist eine reibungslose Modernisierung garantiert. Das Ergebnis ist ein zuverlässiger Betrieb der Intralogistik, der für zufriedene Kunden und Mitarbeiter sorgt.

ANHANG: REFERENZLISTE

Diese Kunden verwenden bereits effiziente, Mikrocontroller-basierte Positionierlösungen:

- | | |
|--|----------------------------|
| >> ABL Technic | >> Nexans |
| >> AK Steel | >> Nordlandpapier |
| >> Aleris | >> Mannsteadt |
| >> Aluminium Norf | >> Ovako |
| >> Amazonen Werke | >> Pfeiderer |
| >> Boeing | >> Protec |
| >> Corus | >> Ramatex |
| >> Daimler | >> Rhodius |
| >> Edelstahlwerke Südwestfalen | >> Robert Bosch |
| >> Erbslöh Aluminium | >> Salzgitter Stahlhandel |
| >> Grainger | >> Sandvik |
| >> Griwe | >> Schüco International |
| >> Groz-Beckert | >> Shanghai General Motors |
| >> HACTL Hong Kong Air Cargo Terminals | >> SIBELCO Deutschland |
| >> Hanson Pipe & Precast | >> SKF |
| >> Herlitz | >> Solvay Chemicals |
| >> Hydro Alluminio | >> Stahlton Bauteile |
| >> Iveco | >> Stollwerck |
| >> Konecranes | >> Travis Air Force Base |
| >> Korean Air | >> TRW Automotive |
| >> Novelis | >> Volkswagen |



Um eine kostenlose Fallstudie für erfolgreich durchgeführte Modernisierungsprojekte in Ihrer Branche zu erhalten, schicken Sie einfach eine kurze E-Mail an **info@psi-technics.com**

Bitte geben Sie darin kurz Ihre Branche und Mitarbeiterzahl an.

ANHANG: IMPRESSUM

Über PSI Technics

Das Unternehmen PSI Technics mit Sitz in Urmitz bei Koblenz wurde 2005 von Karl-Heinz Förderer gegründet und ist heute weltweit mit Schwerpunkt in Deutschland, Europa und Amerika tätig.

Im Fokus der Aktivitäten stehen die Geschäftsfelder Anlagenmodernisierung, Industriepositioniersysteme, Thermoschutzgehäuse für den Einsatz sensibler Sensoren in Industrie und Gewerbe sowie industrielle Bildverarbeitung. Darüber hinaus bietet das Unternehmen neben EMV-Analysen zur Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit von Maschinen, Anlagen und Produkten auch individuelle Leistungen rund um die Temperatur- und Feuchtigkeitsüberwachung und -analyse durch Einsatz von Datenerfassungssystemen im Miniaturformat an.



PSI Technics GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 21a
56220 Urmitz | Deutschland
Tel.: 02630 91590-0
Fax: 02630 91590-99
info@psi-technics.com
www.psi-technics.com