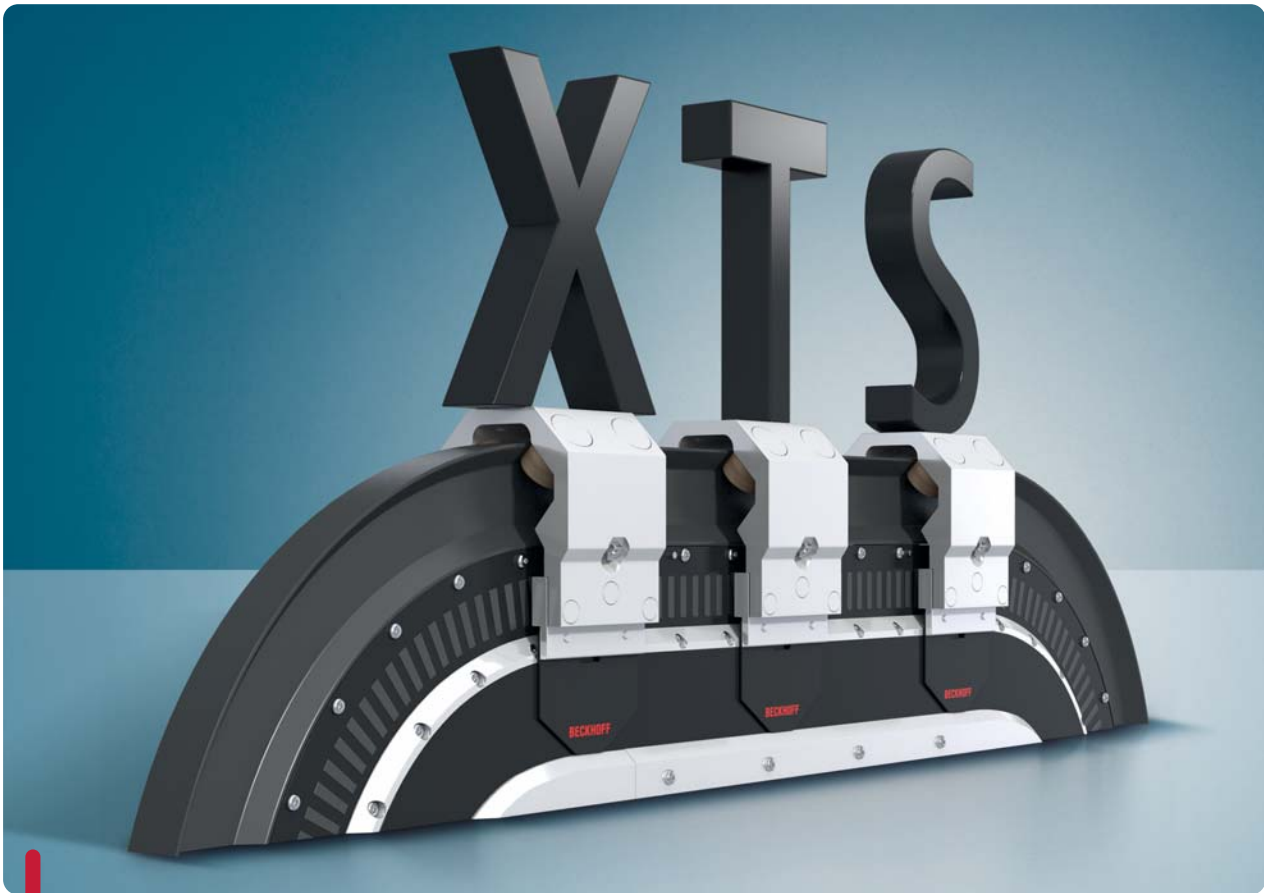


# Der Linearmotor, der im Kreis fährt



**Bild 1:** Das lineare Transport System XTS ermöglicht individuellen Produkttransport mit kontinuierlichem Materialfluss. Durch das geringe Bauvolumen kann die Effizienz gesteigert und die Größe einer Maschine deutlich reduziert werden.

Das Antriebssystem XTS (eXtended Transport System) von Beckhoff bietet dem Maschinenbau völlig neue Freiheiten. Es kombiniert die Vorteile bewährter Rotations- und Linearantriebssysteme und stellt im Ergebnis ein Antriebssystem dar, welches das bisherige Linearmotorprinzip erweitert: XTS ist der Linearmotor, der im Kreis fährt. Der Motor ist zusammen mit Leistungselektronik und Wegerfassung vollständig in eine Baugruppe integriert. Ein oder mehrere kabellose 'Mover' können auf einer nahezu beliebigen, flexiblen Streckenkonfiguration hochdynamisch bis zu 4m/s bewegt werden. In kompakter Bauform, revolutioniert XTS die Antriebstechnik und ermöglicht völlig neue, platzsparende Maschinenkonzepte.

**X**TS ist ein mechatronisches System mit nur wenigen unterschiedlichen Komponenten, das alle für den Betrieb notwendigen Funktionen enthält:

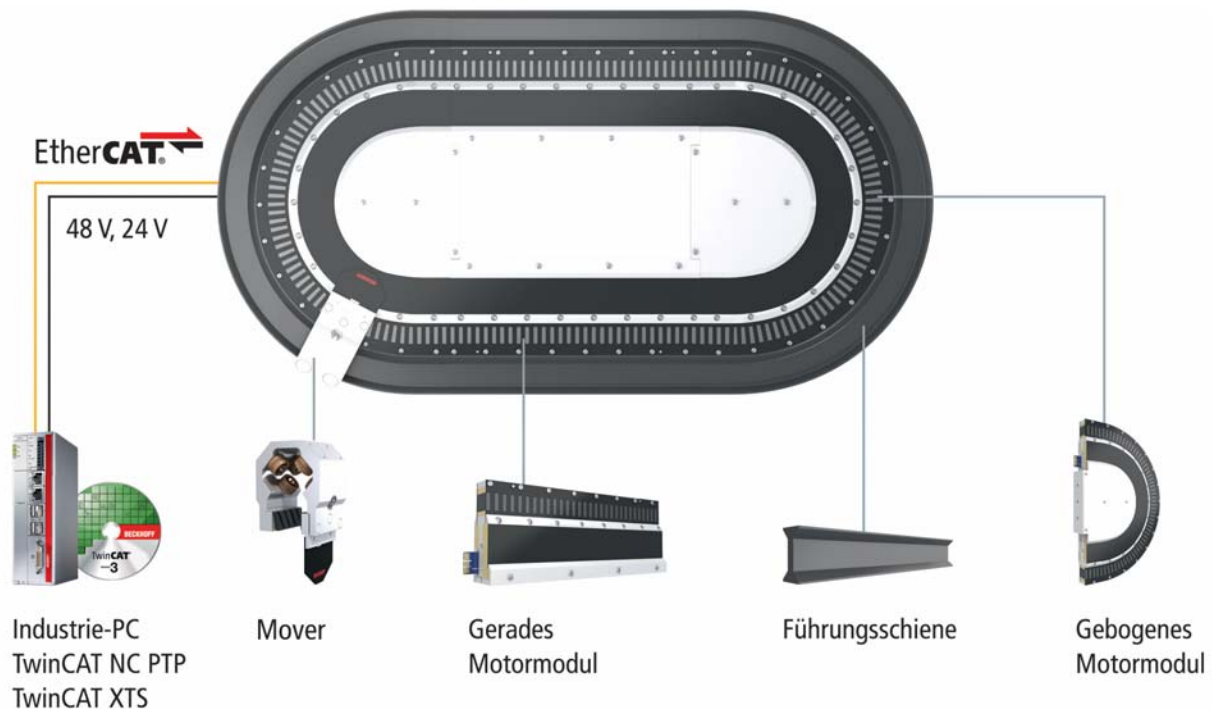
- einen modularen, vollintegrierten Linearmotor mit Leistungselektronik und Wegerfassung in einem Gerät
- einen oder mehrere Mover als bewegte Teile
- ein mechanisches Führungsschienensystem
- einen Industrie-PC mit der Steuerungssoftware Twincat

Die gewünschten Geometrien, Längen und Radien des Antriebssystems werden durch die Anzahl und Auswahl der Komponenten gebildet. Eine aufwändige Verkabelung sowie Schleppketten können entfallen. Zusätzlich ist das Wegmesssystem bereits integriert. Das Maschinenvolumen wird mit XTS maximal ausgenutzt, da bei der Kreisfahrt Hin- und Rückweg

sowie die Kurven für den aktiven Materialtransport genutzt werden. Auf diese Weise wird nicht nur Hardware, sondern auch teure Produktionsfläche eingespart. Bei Geschwindigkeiten von bis zu 4m/s wird höchste Positioniergenauigkeit erreicht. Alle XTS-Komponenten werden von Beckhoff in Deutschland entwickelt und produziert. In Kombination mit der Automatisierungssoftware Twincat und PC-basierter Steuerungstechnik bietet Beckhoff damit eine vollständige Antriebslösung.

## Das neue Linearmotorprinzip

Die Einsatzmöglichkeiten für XTS kennen wenige Einschränkungen: Die Mover können beschleunigen, bremsen, positionieren und sich synchronisieren; sie können absolute und relative Positionen



**Bild 2:** Das System XTS mit seinen Elementen im Überblick

zueinander einnehmen; sie können sich gruppieren und aufstauen; sie können in der Bewegung Klemmkräfte erzeugen; sie können Kurven genauso schnell durchfahren wie die Geraden; sie können Energie durch Nutzbremmung zurückgewinnen und die Rück- ebenso wie die Hinwege zu Transportzwecken nutzen. Und all das präzise lagegeregelt, ohne Schwingungen, ohne Spiel, ohne Materialermüdung, fast ohne Verschleiß – und ohne kostenintensive Wartung. Mit diesem neuen Linearmotorprinzip ergeben sich völlig neue Möglichkeiten in der Antriebstechnik:

- Linearmotoreigenschaften auf einer endlosen Strecke
- beliebig viele Mover auf einem gemeinsamen Fahrweg
- modularer Aufbau, einfache Anpassung an die Anwendung
- geringer Platz- und Energiebedarf
- einfache Umsetzung anspruchsvoller Transportaufgaben
- geringer Projektierungs- und Montageaufwand

## Die XTS-Systemkomponenten

Das XTS-System ist einfach und modular konfigurierbar: Die Motormodule bilden eine Einheit mit den Movern und Füh-

rungsschienen. Sie enthalten die elektromagnetischen Spulen und alle weiteren aktiven Funktionalitäten, die für den Betrieb des Systems notwendig sind.

## Das XTS-Motormodul

Der vollintegrierte Linearmotor mit Leistungselektronik und Wegerfassung stellt eine mechatronische Einheit dar. Sie umfasst die elektromagnetischen Spulen und alle weiteren aktiven Funktionalitäten, die für den Betrieb des Systems notwendig sind. Lediglich die Spannungsversorgung und eine Ethercat-Verbindung werden zusätzlich benötigt. Ein Schaltschrank kann entfallen. Das Mo-

tormodul enthält keine bewegten Teile und unterliegt daher keinem Verschleiß. Die Spulenanordnung und der mechanische Aufbau sind gebrauchsfertig für den Einsatz. Die Leistungselektronik ist auf die Anforderung optimiert. Eine Parametrierung des Systems ist nicht erforderlich. Durch die Integration der Wegerfassung erübrigen sich eine zusätzliche Montage sowie das Einmessen; Toleranzen werden automatisch kompensiert. XTS verwendet einen Doppelluftspalt-Linearmotor. Die Anordnung von Magneten über einem Spulenpaket wird auf zwei gegenüberliegenden Seiten zugleich verwendet. Die hohen Anzugskräfte der Magnete heben sich gegen-



**Bild 3:** Freie Beweglichkeit von einem oder mehreren Movern

## Die XTS-Grundfunktionen

Das XTS-System umfasst eine neue Klasse von Funktionen, durch die sich ganz neue, besonders flexible Transport- und Positionieraufgaben mit geringem wirtschaftlichen Aufwand lösen lassen.

### Freie Beweglichkeit eines Movers

Der Mover kann auf der gesamten Strecke frei bewegt werden, d.h. er kann bremsen, beschleunigen, positionieren sowie konstante Kraft im Stillstand und in der Bewegung ausüben. Wie jeder Linearmotor, kann sich der Mover auf andere Bewegungen aufsynchronisieren, allerdings ohne Kabel am bewegten Schlitten, wodurch sich größtmögliche Flexibilität ergibt. Bei Anordnung in einem Kreis können die Mover endlos fahren und dem Produktstrom folgen. Es muss nicht gegen den Strom zurückgefahren werden.

### Freie Beweglichkeit mehrerer Mover

Alle Mover können unabhängig voneinander bewegt und auf absolute Positionen entlang des gesamten Fahrweges positioniert werden. Zusätzlich können sie relativ zueinander verfahren werden und vermeiden jede Kollision mit ihrem Nachbarn. Die Mover können sich automatisch aufstauen und stellen damit einen bewegten Puffer dar, aus dem heraus ein bewegtes Ziel mit sehr hoher Dynamik angefahren werden kann.

### Synchrones Verfahren einer Gruppe

In der laufenden Bewegung können Gruppen gebildet werden, die gemeinsam stoppen oder mit einem vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil an Bearbeitungsstationen entlang fahren. Diese Formation wird beliebig oft auf der Strecke unterstützt. Die Gruppengröße (Anzahl und Abstand) kann dynamisch angepasst werden.

### Konstante Kraft

Ein Mover folgt einem anderen mit definierter Kraft. Er kann eine 'Klemmkraft' aufbringen und zugleich einer Bewegung folgen, zum Beispiel, um ein Produkt zu halten. Für andere Anwendungsfälle lässt sich die Kraft begrenzen, um ein Produkt unter allen Bedingungen nicht unnötig zu belasten. Auch die Beschleunigungs- und Fliehkräfte lassen sich begrenzen, etwa um den Transport von Flüssigkeiten in offenen Behältern zu ermöglichen.

### Uneingeschränkte Kurvenfunktion

Der gesamte Fahrweg wird zur Nutzstrecke. Hin- und Rückweg und auch die Bogenstücke stehen zum Materialtransport und zur Bearbeitung zur Verfügung. Dadurch entstehen sehr kompakte Anwendungslösungen, die völlig neue Maschinenkonzepte ermöglichen.

### Beliebige Moveranzahl

Für die Moveranzahl gibt es keine Systemgrenzen; sie kann passend zur Anwendung optimiert werden. In der Praxis wird die Anzahl nur durch die verfügbare Rechenleistung des PCs begrenzt.

### Beliebige Systemlänge

Für die gesamte Strecke gelten keine Längenbegrenzungen. 10m und weit mehr sind technisch möglich.

seitig auf. Damit wirken auf die mechanische Lagerung nur noch geringe resultierende Kräfte.

## Die XTS-Führungsschiene

Das Schienensystem ist beliebig erweiterbar durch gerade Strecken und Bogenstücke. Die gewünschten Geometrien, Längen und Radien werden durch die Anzahl und Auswahl der Komponenten gebildet. In Kombination mit der Lauffläche der Moverrollen ergeben sich gute Laufeigenschaften und ein geringer Verschleiß. Eine Schmierung des Systems ist nicht notwendig. Das Führungsschienensystem ist optimiert zur Sofortmontage am Motormodul. Minimale Fertigungstoleranzen und vorgespannte Rollen sorgen für völlige Spielfreiheit. Die Führungsschienen sind stoßkantenfrei und in Längen bis zu 6m verfügbar. Passungen sorgen für eine hochgenaue Montage.

## Der XTS-Mover

Der Mover enthält Magnetplatten, die zusammen mit den Spulen des Motormoduls die geregelte Vortriebskraft erzeugen. Der Mover nimmt die Anzugskräfte der Magnete beider Seiten auf und kompensiert sie weitestgehend gegenüber der Führungsmechanik. So können die Rollen des Movers verschleißarm mit hoher Geschwindigkeit in der Führungsschiene laufen. Die Rollen sind mit einer besonders widerstandsfähigen Kunststofflauffläche ausgerüstet, sodass die Reibungsverluste gering sind. Die Vorspannung der Rollen verhindert ein Spiel und ist zugleich auf geringe Abnutzung ausgelegt. Die Lebensdauer der Rollen ist von der Nutzlast abhängig. Eine mechanisch robuste Geberfahne übermittelt das Positionssignal an das Motormodul. Der Mover ist rein passiv; es bestehen keine Schleifkontakte oder Kabel zum bewegten Teil. Mit einem

Gewicht <350g ist der Mover besonders leicht. Seine geringe Länge ermöglicht einen Produktabstand von bis zu 50mm. Die Geometrie der Führungsschienen erlaubt auch Kurvenfahrten mit voller Dynamik. Es findet keine Wärmeentwicklung am und im Mover statt.

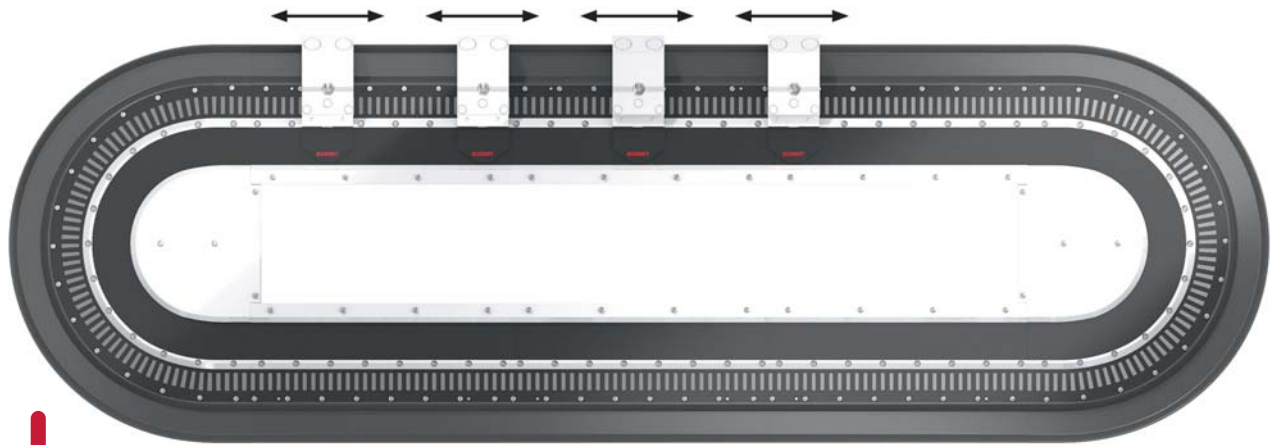
## Der Nutzenaspekt

### Absolut passgenaue Konfiguration

XTS passt sich den gestellten Anforderungen präzise an: Die beliebige Anzahl der Mover, die modulare Streckenführung, die individuelle Ansteuerbarkeit jedes einzelnen Movers und die einfache Integrierbarkeit in existierende Maschinen und Anlagen gewährleisten eine passgenaue Lösung, mit der die Produktionseffizienz der Maschine optimiert wird.

### Höhere Produktionsgeschwindigkeit

Bis zu 4m/s können mit XTS erreicht wer-



**Bild 4:** Synchrones Verfahren einer Gruppe

den – ohne Ruckeln und bei höchster Positioniergenauigkeit. Aufsynchronisieren, Stoppen und Starten können an beliebigen Stationen auf der gesamten Strecke durchgeführt werden. Dazu kommt noch eine sensible Ansprache: Ruckfreie Beschleunigungsprofile erlauben sogar den Transport offener Flüssigkeiten. Selbst wenn an Bearbeitungsstationen ein Stoppen und erneutes Starten notwendig ist, bleibt der Produktstrom erhalten.

### Reduziertes Bauvolumen

Mit XTS kann man das Maschinenvolumen maximal ausnutzen, da Hin- und Rückweg sowie die Kurven für den aktiven Materialtransport genutzt werden können. Auf diese Weise wird nicht nur Hardware eingespart, sondern auch teure Produktionsfläche. Leistungselektronik, Wegerfassung, Motorprimärteil und die Befestigungsflächen sind in einem Bauteil integriert. Damit sind alle Voraussetzungen zur Realisierung eines kompakten und kostengünstigen Maschinenbaus erfüllt.

### Weniger Verschleiß, weniger Instandhaltung

Der Einsatz von XTS führt zu einem geringeren mechanischen Verschleiß, da nur der Mover mechanisch gelagert werden muss. Getriebe, Riemen, Bänder, Umlenrollen und Klemmungen sind nicht mehr

notwendig. Aufgrund der hohen Positioniergüte erübrigt sich der Ausgleich von Ungenauigkeiten üblicher Transportlösungen: Die Kettendehnung bei Belastung und Verschleiß, das Nachspannen von Zahnriemen oder das mechanische Spiel bei Lastwechseln können somit entfallen. Neben der Nutzlast wird nur die geringe Masse des Movers (<350g) bewegt.

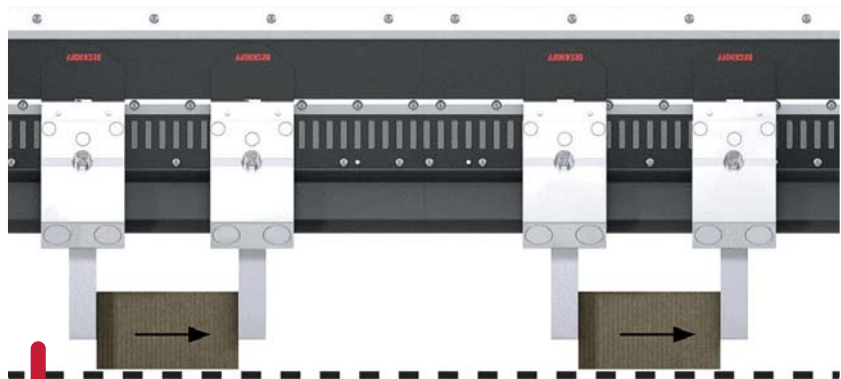
### Schnelle, flexible Formatanpassung

Insbesondere in der Verpackungsindustrie stellt eine flexible Formatanpassung einen großen Vorteil dar: Bei einem Produktwechsel oder beispielsweise einer Füllmengenänderung ist eine Formatverstellung ohne Produktionsstopp durchführbar. Modifikationen werden durch die

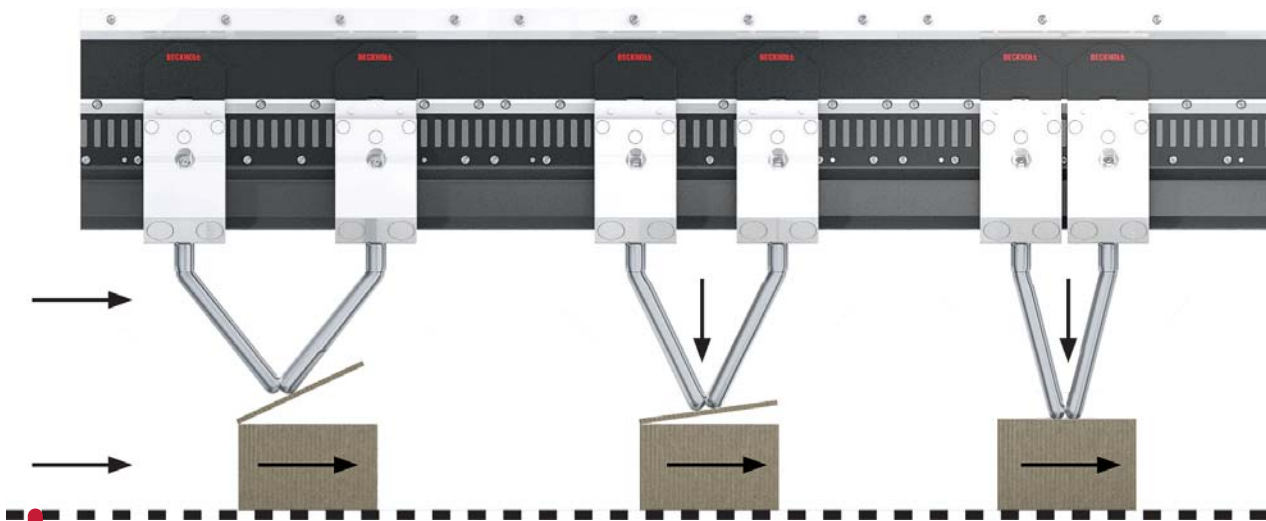
Änderung der Softwareparameter realisiert. Erfahrungswerte lassen sich als Parametersatz speichern und sind jederzeit wieder abrufbar. Die Parameter sind zwischen gleichartigen Anwendungen austauschbar. In vielen Fällen kann eine mechanische Justierung bei der Inbetriebnahme entfallen.

### Spitzenkräfte und hohe Beschleunigung

Die schnelle Signalverarbeitung und die große Bandbreite von Ethercat, dem schnellen Echtzeit-Ethernet-Bus, ermöglichen sehr gute dynamische Eigenschaften. Zusammen mit großen Spitzenkräften steht der Anwendung eine hohe Beschleunigung zur Verfügung. Eine



**Bild 5:** Produkt klemmen und bewegen



**Bild 6:** Kinematik in der Linearbewegung, um ein Produkt zu manipulieren: Ausheben, Verschleifen.

Schleppabstandsüberwachung vermeidet Beschädigungen am Produkt im Falle von mechanischen Störungen. Zudem erlauben Kraftbegrenzung und Ruckreduzierung, das Produkt an unterschiedlichen Stellen der Fertigung immer optimal zu handhaben. Die Parameter können z.B. während der Fahrt, in Abhängigkeit zum Füllstand, angepasst werden.

**Geringere Masse, erhöhter Sicherheitsaspekt**

Kleine Massen führen zu geringerem Gefahrenpotential. Im Gegensatz zum XTS-System muss eine Förderkette von einem Zentralantrieb in Bewegung gehalten werden. Die Summenkraft ist folglich so groß wie alle notwendigen Einzelkräfte auf der gesamten Länge. Daraus folgt, dass die

Gesamtkraft auf einer Stelle wirken kann, wenn ein Fehler oder eine mechanische Störung eintritt oder von Hand in den Prozess eingegriffen wird. Mit XTS wird dieses Risiko deutlich minimiert und die Sicherheit erhöht, da in den meisten Fällen nur die parametrisierte Kraft eines Movers wirkt. So wird bei einer Kollision mit einem Hindernis nur die Masse eines Movers mit seiner Nutzlast wirksam.

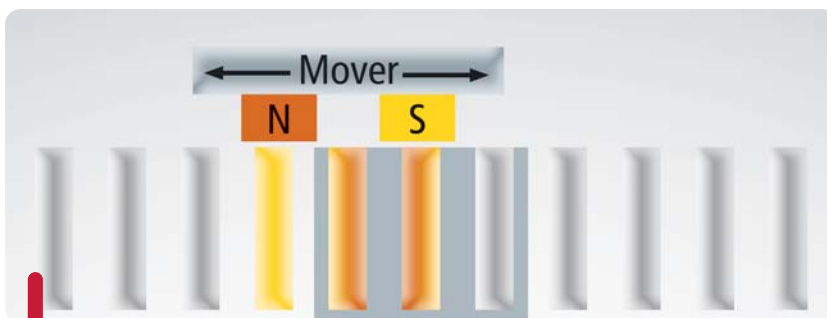
**Die XTS-Anwendungsgebiete**

XTS ist vielseitig in den verschiedensten Branchen einsetzbar. Es ist prädestiniert für den Highspeed-Materialtransport:

- Produkt schieben, Produktabstand anpassen, Produktgeschwindigkeit verringern oder vergrößern
- Produkt klemmen und bewegen

- Produkt transportieren und ausschleusen
- Produkt manipulieren: Ausheben, Verschleifen, Drehen, Verschluss zuschrauben

Ein unregelmäßiger Produktstrom wird vereinzelt und mit konstantem Abstand und konstanter Geschwindigkeit an die nächste Bearbeitungsstation abgegeben. Produkte werden aufgenommen und von einer Bearbeitungsstation zur nächsten transportiert. Sind die Strecken zwischen den Stationen frei, werden sie mit hoher Geschwindigkeit durchfahren; alternativ bewegen sich die Produkte in einem fahrenden Puffer auf das Ziel zu. An langsamen Bearbeitungsstationen können die Produkte in Gruppen parallel bearbeitet werden; schnelle Stationen bearbeiten nur jeweils ein Produkt. Der Rückweg kann immer aktiv genutzt werden.



**Bild 7:** Durch das individuelle Bestromen von Spulen wird ein Wanderfeld erzeugt. Dieses magnetische Wanderfeld nimmt die Dauermagnete des Movers mit. Die geregelte Stromstärke durch die Spulen passt sich dem Kraftbedarf des Movers an.

[www.beckhoff.de/XTS](http://www.beckhoff.de/XTS)



Autor: Uwe Prüßmeier, Produktmanager Feldbus- und Antriebstechnik, Beckhoff Automation