

# etz

elektrotechnik & automation

9/2023  
www.etz.de



**KOCH**  
Energizing Productivity

#### TITELSTORY

Mehr als nur höhere  
Energieeffizienz

#### MES D.A.CH VERBAND

Smart Manufacturing  
Insights

#### ANTRIEBSTECHNIK

Gesamtlösung  
für Handlingsysteme



Bild: Gerhard Schubert GmbH

**01** Der Cobot tog.519 leistet bis zu 90 Picks pro Minute bei einem Produktgewicht von bis zu 700 g

# Mehr als nur höhere Energieeffizienz

Auf der Interpack 2023 hat Gerhard Schubert den schlanken Cobot mit dem Namen tog.519 vorgestellt. Mit bis zu 90 Picks pro Minute bei einem Produktgewicht von bis zu 700 g macht der Scara-Roboter auch außerhalb einer Messe Betrachter auf sich aufmerksam. Er greift zielgenau in einen chaotischen Produkthaufen zu und platziert jedes Stück exakt in den vorgesehenen Platz. Das passiert so schnell, dass die technische Leistung beinahe vergessen wird. Denn in dem Cobot steckt viel Technik und Know-how. Wie das aktive Energiemanagementsystem PxtFX von Michael Koch den Cobot in mehrfacher Weise unterstützt, zeigt dieser Beitrag.

**Text:** Michael Koch

Der Cobot sieht elegant aus – eine silber-schwarze Säule, rund zwei Meter hoch auf seinem Sockel in ungefähre Palettengröße mit Aussparungen für einen Hubwagen, oben abgeschlossen von einer Art Dach mit einer integrierten LED-Leiste. Auf zwei Drittel der Höhe ragt der Scara-Arm

heraus, die erste Achse in der Säule. Alles erscheint kompakt und modern. tog.519 heißt der Roboter (**Bild 1**). tog steht für „together“, und 519, bezieht sich auf die fünf Achsen und den ersten Prototyp aus dem Jahr 2019. Für Achraf Ben Salem, den Leiter der Cobot-Entwicklung bei Gerhard Schubert

[1], und sein Team ist der tog.519 das erste offizielle Produkt. „2017 habe ich hier angefangen, hatte viel Freiraum, konnte gute Leute einstellen und unsere Kreativität ausspielen“, sagt A. Ben Salem. „Ich genieße das Vertrauen und die Verantwortung, weshalb ich mich mit Schubert auch voll identifiziere.“ Das Ergebnis spricht für sich.

Jedes Detail des Schubert-Cobots wurde von Grund auf neu durchdacht, Konzepte entwickelt, verworfen, ergänzt, umgeschrieben und erneut durchdacht. So wurde der Cobot zum Beispiel mobil – mit all den notwendigen Konsequenzen. Im Kern seiner Software arbeitet zudem eine KI, die mit Produkten verschiedenster Art, Form und Farbe zurechtkommt. Die Mechanik ist hochbelastbar, Beschleunigungen bis zu 7 g dürfen zyklisch erreicht werden; der Cobot bleibt dabei stabil. Der Bewegungsradius von rund 760 mm wird flott durchfahren, die Geschwindigkeiten der Greifer-Achsen sind denen des Arms angepasst. Die Bildverarbeitung rechnet schnell bei einer hohen Prozessgeschwindigkeit des gesamten Systems. Alles ist optimiert für 90 Picks pro Minute. Gleichzeitig ist die Bedienung einfach, Formatwechsel funktionieren ohne Programmieraufwand in kürzester Zeit.

### Anforderungen an die Antriebstechnik

Bei der Konzeption und Auslegung der Elektroantriebe ging A. Ben Salems Team neue Wege, einfach deshalb, weil die bekannte und vorhandene

Technik aus der Schubert-Schublade den Anforderungen des kompakten und schnellen Cobots nicht gewachsen war. Die beiden Hauptachsen sind mit 400-V-, die drei Nebenachsen mit 48-V-Antrieben bestückt. Vor allem die beiden großen Antriebe sind durch die schnellen Start-Stopp-Zyklen hoch belastet, weshalb auch die Motoren spezielle Sonderausführungen sind. Bei der Suche nach einem passenden Servo-Umrichter musste das Team auf den recht knapp bemessenen Bauraum in der Säule des Cobots Rücksicht nehmen. Zum Einsatz kommt ein kompakter Servo-Umrichter mit einem hocheffizienten Entwärmungskonzept. In der Prototypenphase wurde der Cobot mit Bremswiderständen betrieben, was bei den kurzen Zyklen und hohen Bremsleistungen allerdings zu hohen Verlustleistungen geführt hat. Es musste eine andere Lösung her, denn bei Schubert fühlt man sich unter dem Stichwort „Mission Blue“ der Nachhaltigkeit besonders verpflichtet. Auf der Suche nach Alternativen für die Bremswiderstände schieden die Kondensator-Module des Servo-Umrichters aus Platzmangel aus. Eine Netzurückspeisung verwarfen die Entwickler aus mehreren Gründen. Die Entscheidung fiel auf das aktive Energiemanagementgerät PxtFX (Bild 2) von Koch [2].

In seiner kleinsten Ausbaustufe passt das Gerät perfekt zur Anwendung und zur gesamten mechanischen Konfiguration. Direkt an den Gleichstrom-Zwischenkreis des Servo-Umrichters angeschlossen, übernimmt der PxtFX die Bremsenergie aktiv und schnell in seinen Elektrolytkondensator, bei Beschleunigung schießt er die zwischengespeicherte Energie so schnell wieder zu, dass die Zwischenkreisspannung erst dann abfällt, wenn der Speicher leer ist und Energie aus dem Netz gebraucht wird. Pro Pick-and-place-Zyklus, also je zwei Beschleunigungen und Bremsvorgängen, werden weit über 1 kJ kinetische Energie frei, die der PxtFX sammelt und dem System zurückgibt. Bei 90 Zyklen pro Minute wird die Energieeinsparung signifikant, die dann bei der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung und auch bei der Stromrechnung deutlich zu spüren ist.

Außerdem arbeitet das Gerät bei diesem elektronisch geregelten Rein-Raus der elektrischen Energie recht verlustarm, sodass in Kombination mit dem ermöglichten Verzicht auf die Bremswiderstände das Umfeld von der üblichen Wärme-



Bild: Michael Koch GmbH

02 Das im Cobot aktive Energiemanagementgerät PxtFX von Koch ermöglicht die hohe Performance der zwei 400-V-Antriebe

## Energie aktiv gemanagt

Mit einem passenden Energiemanagement lassen sich Antriebe überwachen und gleichzeitig Leistung einsparen, die Qualität der Stromversorgung verbessern sowie die angeschlossenen Geräte schützen. Michael Koch erklärt die Zusammenhänge.

**Für welche Anwendungsbereiche ist Ihr aktives Energiemanagementgerät PxtFX vorgesehen? Welche Einsatzfälle gibt es?**

**M. Koch:** Die Aufgabe ist die Optimierung des Energiehaushalts eines elektrischen Antriebs. Direkt am Gleichstromzwischenkreis eines Frequenz- oder Servoumrichters angeschlossen, übernimmt das Gerät vielfältige Aufgaben: Die Rekuperation von Bremsenergie, mit gefüllten Speichern die Funktion als USV, Reduktion von Netzlastspitzen, Beruhigung der Spannungsschwankungen und damit Schonung der Antriebselektronik. Hinzu kommen die Erhöhung der Antriebsdynamik, Minimierung der Verlustleistung und damit Wärmeentwicklung – um nur die wichtigsten zu nennen. Das funktioniert genauso, wenn unsere Geräte in Gleichstromnetze integriert sind. Auch dort haben sie als Energiepuffer eine wichtige Ausgleichsfunktion.

**In welchen Ausbaustufen wird das Gerät angeboten?**

**M. Koch:** Der PxtFX wurde für kurze, eher energieärmere Zyklen entwickelt. Mit maximal 18 kVA deckt er leistungsmäßig ein riesiges Spektrum an Antrieben ab. In Bezug auf die Energie bieten wir den PxtFX mit Elektrolytkondensatoren als Speicher in Abstufungen von jeweils 2 kJ an, theoretisch unendlich viele. Grundsätzlich sind bei uns alle Produkte Teil eines Baukastensystems, das heißt, dass sich höhere Leistungen durch Parallelschaltungen erreichen lassen. Geht es um deutlich höhere Leistung und mehr Energie, dann bieten wir mit dem PxtRX in Verbindung mit Doppelschichtkondensatormodulen deutlich größere Lösungen an, auch anschlussfertig montiert in Schaltschränken.

**Aktives Energiemanagement heißt, Sie nutzen Energiespeicher. Bitte erklären Sie das kurz.**

entwicklung weitgehend verschont wird. Dies ist ein großer Trumpf des Cobot unter anderem in der Lebensmittel-, Pharma- und Kosmetikindustrie. Der PxtFX ist im Cobot verbaut. Über die geringe Wärmeentwicklung hinaus gibt es keine heißen Luftströme oder Oberflächen, also auch keine Verbrennungsgefahr.

**Das Geheimnis der Geschwindigkeit**

Die hohen Geschwindigkeiten und die vielen Zyklen sind letztlich nur wegen des PxtFX dauerhaft erreichbar. Würde die Energie bei jedem Zyklus aus dem Netz kommen und die Bremsenergie per Bremswiderstand abgeführt, dann wären die Spannungshübe im Zwischenkreis des Servo-Umrichters derart heftig, dass die Lebensdauer der Zwischenkreiskapazität schon nach kurzer Zeit gefährdet wäre. Wahr-

**M. Koch:** Unter einem Energiemanagementsystem wird landläufig ein Softwaresystem mit Sensorik verstanden, insbesondere um den Energieverbrauch eines Unternehmens oder Teilen davon zu überwachen. Unsere Geräte aber managen echte Energie, schaufeln also Joules aktiv hin und her – vom Antrieb in Speicher sowie umgekehrt und sorgen dadurch gleichzeitig für die Einhaltung vorgegebener Richtwerte.

**Was passiert bei einem Stromausfall?**

**M. Koch:** Die Spannung im Gleichstromzwischenkreis des Umrichters bricht ein. Bis zu einem voreingestellten Wert, denn dann schießt unser Gerät genau so viel Energie in den DC-Bus hinein, wie gebraucht wird, um diesen Spannungswert zu halten. Eine Hysterese ist dabei übrigens kaum zu erkennen, und zwar unabhängig davon, welche Aufgaben der Antrieb in diesem Moment zu leisten hat. Beim Beschleunigen schießt der Pxt viel Energie ein, bremst der Antrieb, nimmt das Gerät auch im Fall des Netzausfalls die Energie auf.

**Welchen Einfluss hat das Gerät auf die Umrichter?**

**M. Koch:** Nur Guten. Im S3-Betrieb verlängern sie deren Lebensdauer merklich. Technisch gesprochen erweitern sie die Zwischenkreiskapazität per elektronischer Trennung. Unsere Geräte funktionieren ohne Kommunikation ausschließlich auf der Grundlage des Spannungsverlaufs im DC-Bus. Dabei haben sie beruhigende Wirkung; die Spannungsschwankungen im Start-Stopp-Betrieb sind weitaus geringer als ohne unsere Geräte. Natürlich können Pxts mit den Umrichtern oder Steuerungen auch kommunizieren, wenn man komplexe Aufgaben lösen will. Für die Grundfunktionalitäten ist dies aber nicht notwendig.

scheinlich wäre zudem insgesamt die thermische Belastung des Umrichters zu hoch, sodass als Konsequenz die Geschwindigkeit und damit die Zyklenanzahl von vornherein deutlich niedriger anzusetzen wäre. Das aktive Energiemanagement beruhigt den Spannungsverlauf im Servo-Umrichter stark, und diese Reserven sorgen dafür, dass nicht die Antriebselektronik, sondern die Motoren oder sogar die Mechanik des Roboters die begrenzenden Faktoren im System Cobot werden.

Der PxtFX baut in diesem Einsatzfall auch deshalb sehr kompakt, weil er als Speicher nur einen einzigen großen Elektrolytkondensator benötigt. Im Gegensatz zu Kondensatoren, die einen Ripple ausgleichen müssen, lässt sich die Speicherfähigkeit des Kondensators im Gerät fast komplett nutzen. Möglich ist ein Bereich von 30 V bis 450 V. Rund



100 Mio. Zyklen werden als Zielgröße genannt, was ein guter Wert für Maschinenbauanwendungen ist. Dafür wurde der Kondensator in enger Zusammenarbeit zwischen Koch und dem Hersteller speziell auf diese Anforderung hin entwickelt. Das „Aktive“ beim PxtFX bedeutet eine elektronische Trennung zwischen der Zwischenkreis- und der Kondensatorspannung. Die Elektronik des Geräts sorgt für den reibungslosen Übergang zwischen den beiden Spannungsleveln in Antrieb und Speicher, die auf die Anforderungen der Cobot-Anwendung jeweils konfigurierbar sind. Für die hohen Leistungsanforderungen des Cobots reichten 30 V nicht aus, denn schließlich gilt die Formel Spannung mal Strom für die Leistung auf beiden Seiten der PxtFX-Elektronik.

### Unkompliziert und zuverlässig

„Es ist wirklich so einfach wie versprochen“, sagt A. Ben Salem und meint damit den Einsatz des PxtFX. „Wir haben die Leistungsdaten unseres Cobots an Koch geschickt, und das gelieferte Gerät hält alle Versprechen: Reinschrauben, anklemmen – und es funktioniert.“ So wirklich daran geglaubt haben die Mitglieder des Entwicklungsteams nicht, denn schließlich mussten sie im Gegensatz dazu mit fast allen anderen Elementen Extrarunden drehen. Die bisherigen Erfahrungen im ausgiebigen Testbetrieb sind ebenfalls vielversprechend. Bislang wird deshalb auf die mögliche Auswertung der internen Kapazitätsüberwachung des PxtFX verzichtet. Die Pxt-Produktfamilie bietet diese Funktion, die im laufenden Betrieb Änderungen der Speicherkapazität ermittelt und im Sinne vorbeugender Wartung bei Erreichen voreingestellter Werte Warnmeldungen ausgibt. Die bisherige Erfahrung im Cobot zeigt trotz der hohen Belastungen keinerlei Alterungserscheinungen des Speichers. Die vorgegebenen Betriebsstunden werden in der praktischen Anwendung sicher übertroffen. Das entspricht den Ergebnissen der Simulationsrechnungen, die Koch mithilfe von selbst entwickelten Tools auf den Grundlagen der Entwicklungserkenntnisse und von weit über zehn Jahren Felderfahrung applikationsspezifisch durchführt. Dabei fließen die Einflüsse der Belastungen und Umweltbedingungen nicht nur auf den Speicher, sondern auf die gesamte Elektronik in die Simulationsrechnung mit ein.

„Zuverlässigkeit ist ein ganz entscheidendes Kriterium für unseren tog.519“, sagt A. Ben Salem und bezieht die Aussage auf das Komplettsystem. „Der Anwender muss sich auf alle Hard- und Softwarekomponenten gleichermaßen verlassen können.“ Qualität und Langlebigkeit sind also für ihn sehr wichtige Entscheidungskriterien bei der Komponentenauswahl. „Da ist es auch sehr hilfreich, wenn das eine Bauteil ein anderes unterstützt“, ergänzt er. Wie in diesem Fall der PxtFX den Servo-Umrichter durch die Beruhigung des



Bild: Michael Koch GmbH

**03** Bereit für Rekuperation von Bremsenergie, Einsatz als Kurzzeit-USV, zur geregelten Lastspitzenreduzierung und Feldbuskommunikation: Aktive Energiemanagementgeräte der Pxt-Familie für elektrische Antriebe

Zwischenkreises entlastet. Was er übrigens auch bei Spannungsschwankungen oder kurzen Unterbrechungen des Netzes in unmerklicher Weise erledigt, solange noch genügend Energie in seinem Speicher ist. Im Cobot von Schubert ist diese USV-Funktion des Geräts zwar nicht das primäre Einsatzziel, doch sie hilft ganz nebenbei über die ein oder andere kleine Störung hinweg.

### UL- und CSA-Normen als i-Tüpfelchen

Das aktive Energiemanagementsystem PxtFX bietet noch weitere Möglichkeiten, die aber aktuell für den Einsatz im Cobot noch nicht relevant sind (Bild 3). So könnte das Gerät auch direkt per Feldbus nach außen kommunizieren, um etwa einer übergeordneten Steuerung mit seinen Daten Hinweise für außergewöhnliche Veränderungen im Antriebssystem zu geben. Bislang kommen die Daten ausschließlich vom Servo-Umrichter. Auch Lastspitzen aus dem Netz ließen sich durch zusätzliche Speicher weiter abfedern. Dafür fehlt allerdings der Platz, doch die Lastspitzen werden bereits gut gedämpft. Durchaus positiv bewertet das Schubert-Team die Zulassung nach UL und CSA-Normen. So bestätigt das technisch problemlos einzusetzende Gerät PxtFX für die Beteiligten auch in der Exportabwicklung und Normprüfung ein weiteres Mal seine „Einfachheit“. (am)

### Literatur

- [1] Gerhard Schubert GmbH, Crailsheim: [www.schubert.group](http://www.schubert.group)
- [2] Michael Koch GmbH, Ubstadt-Weiher: [www.bremsenergie.de](http://www.bremsenergie.de)

### Autor

**Michael Koch** ist Geschäftsführer der Michael Koch GmbH in Ubstadt-Weiher.  
[mail@bremsenergie.de](mailto:mail@bremsenergie.de)

# Als zuverlässiger Partner bieten wir:

- Geprüfte Produktqualität
- Zertifizierte Prozesse
- Individuelles Applikationsengineering
- Maschinenspezifische Ausführung
- Hohe Reaktionsgeschwindigkeit
- Kurze Lieferzeiten
- Absolute Liefertreue
- Langjährige Geschäftsbeziehungen
- Direkte Kundenbeziehungen

Nutzen Sie unsere Kommunikationskanäle:



# Ihr Spezialist für:

- Aktive Energiemanagementgeräte und -systeme
- Sichere Bremswiderstände

für die elektrische Antriebstechnik

Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!



Michael Koch GmbH  
Zum Grenzgraben 28, 76698 Ubstadt-Weiher, Tel. +49 7251 96 26-200  
www.bremsenergie.de, mail@bremsenergie.de



UMWELTPREIS  
FÜR UNTERNEHMEN  
BADEN-WÜRTTEMBERG  
2022

Preisträger

