



So funktioniert Antriebstechnik der Zukunft

Schaltschranklos, modular und flexibel – Mit der Antriebstechnik der Zukunft die Produktivität entlang des kompletten Wertstroms steigern.

Maschinen schnell auf neue Produkte umstellen, Fertigungslinien nachträglich erweitern und das alles bei möglichst geringer Aufstellfläche: Mit der Entwicklung schaltschrankloser Antriebstechnik können Endanwender jetzt mehr Maschinen auf gleicher Fläche betreiben und sind flexibler für die Anpassung ihrer vorhandenen Fertigungseinrichtungen an neue Aufgaben.

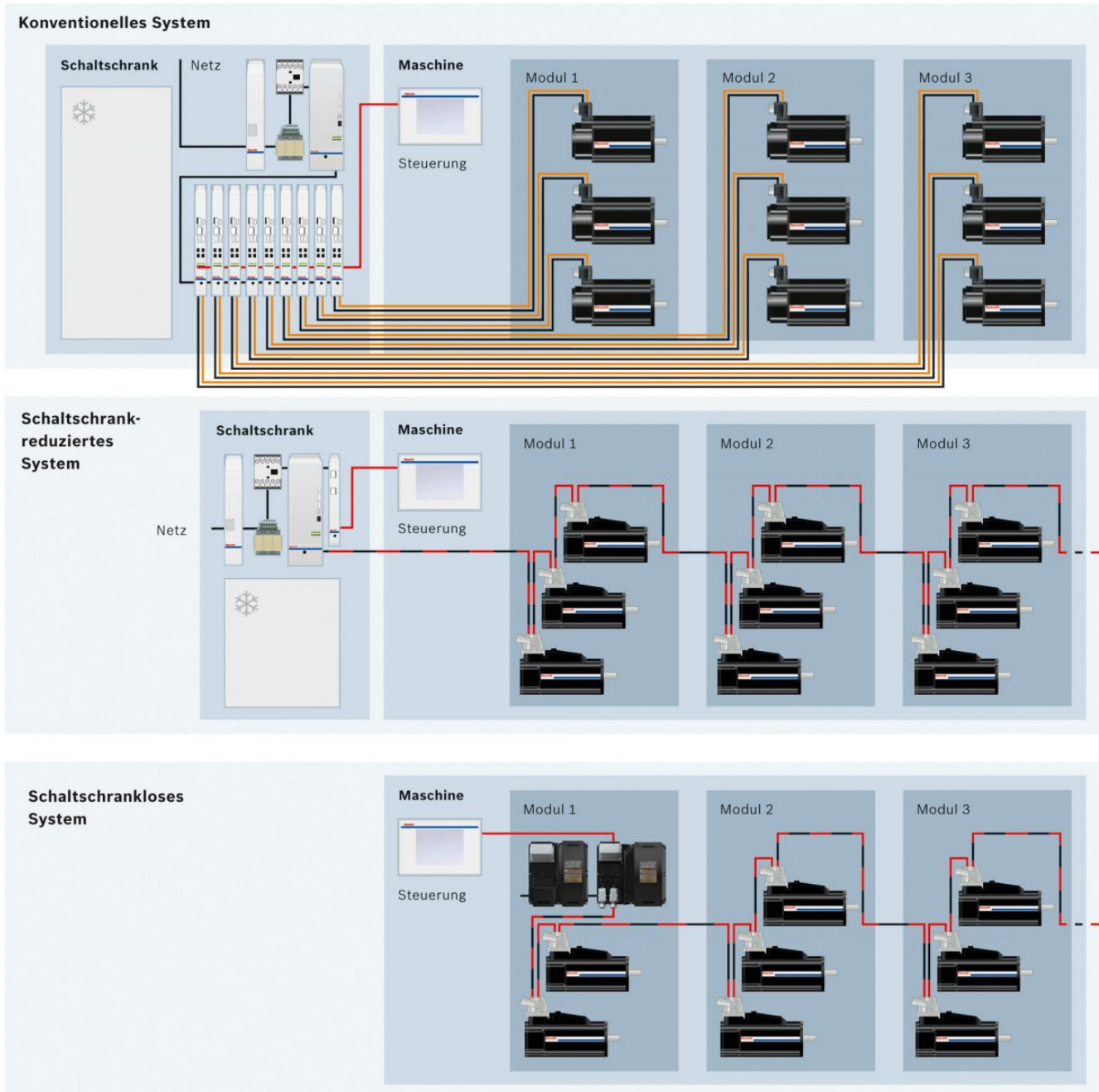
Intelligente Servoantriebe sind aus modernen Maschinen gar nicht weg zu denken. Sie übernehmen per Knopfdruck Formatumstellungen oder Änderungen im Bewegungsprofil. Damit verkürzen sie die Umrüstzeiten von Maschinen entscheidend. Die steigende Zahl der Servoantriebe führte bislang aber zu immer größeren Schaltschränken. Je mehr Platz „unproduktive“ Schaltschränke beanspruchen, desto weniger Fläche steht für die eigentlichen Maschinen und Anlagen zur Verfügung. Zusätzlich stehen Industrieunternehmen vor der Herausforderung, dass sich die Produktlebenszyklen in nahezu allen Branchen immer weiter verkürzen. Die vorhandenen Fertigungslinien werden kontinuierlich an neue Aufgaben angepasst und durch neue Bearbeitungsstationen ergänzt. Diese Erweiterungen können durch eine konsequente Modularisierung

deutlich schneller und kostengünstiger erfolgen.

Die fünf Anforderungen an eine zukunftssichere Antriebstechnik – und die passenden Umsetzung gleich mit dabei:

1. Null Schaltschrank – volle Flexibilität

Die Aufstellfläche von Maschinen ist ein betriebswirtschaftlicher Faktor, der über die gesamte Lebensdauer anfällt. Schaltschränke nehmen weiteren Maschinen den Platz weg und verringern die zur Verfügung stehende Produktionsfläche.



Bei der konventionellen Antriebstechnik sind Motor und Regelgerät voneinander getrennt. Von jedem Motor führen ein Leistungs- und ein Geberkabel in den Schaltschrank. Maschinenhersteller und Endanwender mussten das bislang in Kauf nehmen, um die Vorteile der Servotechnik zu nutzen. [Schaltschranklose Antriebstechnik von Rexroth](#) erhält die Vorteile der Servoantriebe und verbindet sie mit einem **bis zu 90 Prozent geringeren Verkabelungsaufwand und einem deutlichen Platzgewinn** durch den Entfall von Schaltschränken.

Bereits 2007 stellte Rexroth mit dem [IndraDrive Mi](#) den

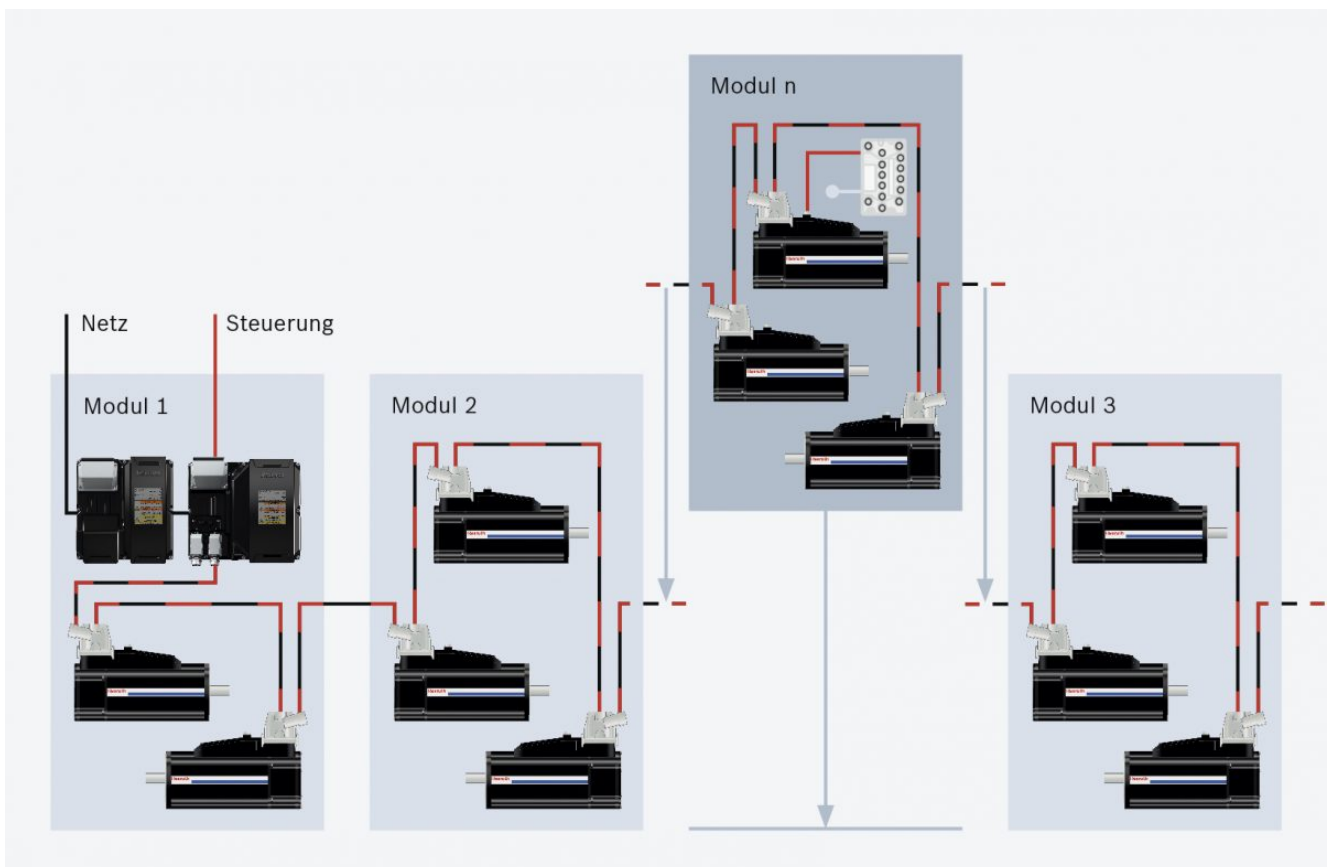
weltweit ersten motorintegrierten Servoantrieb vor. 2014 markierte der Hersteller mit der schaltschranklosen Antriebstechnik einen neuen Meilenstein: Alle bislang im Schaltschrank platzierten Komponenten der Netzanschaltung sind seitdem ebenfalls in [IP65](#) ausgeführt und können direkt in der Maschine installiert werden. Das Netzmodul beinhaltet in einem Gerät den Netzfilter, die Netzdrossel sowie den Netzschütz und wird direkt ans Netz angeschlossen. Das rückspeisefähige Versorgungsmodul mit Ansteuerelektronik, Bremswiderstand und Bremstransistor ersetzt komplett die Versorgung und die Ansteuerelektronik im Schaltschrank. Dadurch kann der Schaltschrank vollständig entfallen. Endanwender gewinnen wertvollen Platz für zusätzliche Maschinen auf ihrer vorhandenen Fläche.

Bis zu 30 Servoantriebe bilden an einem bis zu 200 Meter langen Kabelstrang einen Antriebsverbund. Lediglich der erste Antrieb wird per Kabel mit der Leistungsversorgung und der Steuerung verbunden, von da an werden alle weiteren Antriebe über ein Hybridkabel für Leistung und Kommunikation nur noch in Reihe geschaltet.

Im Vergleich zu einer klassischen Automatisierung reduziert dieser Ansatz die Verkabelung um bis zu 90 Prozent. Bei einer herkömmlichen Schaltschranklösung mit zehn Antrieben müssen typischerweise 110 Meter Leistungs- und Geberkabel verlegt werden. Die schaltschranklose Antriebstechnik verringert diesen Aufwand bei gleichen Motorabständen auf nur noch 10 Meter Hybridkabel. Das reduziert nicht nur die Materialkosten und die Montagezeiten, sondern auch die Fehlerwahrscheinlichkeit bei der Verkabelung. Der Einspareffekt ist aber noch höher, weil Sensoren, E/As und Feldbuskomponenten direkt an den dezentralen Antrieben angeschlossen werden können.

2. Modularität in der Elektronik – einfach kombinieren und erweitern

Fertigungslinien müssen schneller denn je an neue Produkte und Prozesse angepasst werden. Die nachträgliche Erweiterung muss einfacher und schneller als bisher möglich sein.



Die schaltschranklose Antriebstechnik erschließt **neue Möglichkeiten der Modularisierung und vereinfacht auch das nachträgliche Einfügen von Stationen in vorhandene Fertigungslinien**. Bislang führt die Erweiterung einer Fertigungslinie oft zu längeren Stillstandzeiten. Die Monteure müssen jeden Antrieb einzeln in den Schaltschrank einbauen und mit den Motoren verkabeln. Während dieser Zeit kann aus Sicherheitsgründen die Linie nicht fertigen. Danach erfolgt die Inbetriebnahme der Antriebe vor Ort, was wiederum Zeit benötigt.

Bei schaltschrankloser Antriebstechnik dagegen montieren Maschinenhersteller die entsprechenden Module in ihrem Werk komplett vor und nehmen die Antriebe bereits dort in Betrieb. Diese Module werden je nach Anforderung des Endkunden kombiniert. Für die Integration in die vorhandenen Linien reicht es dann, die Stromversorgung und die Verbindung mit der übergeordneten Steuerung herzustellen. Der Inbetriebnahmeaufwand ist erheblich geringer, da die Antriebe bereits parametrisiert sind. Damit reduzieren sich die Maschinenstillstandzeiten für den Umbau der Linie auf ein Minimum.

Erste Maschinenhersteller haben diesen Ansatz einer schaltschranklosen Maschine bereits umgesetzt. Auf Basis des Antriebssystems IndraDrive Mi präsentierte der Verpackungsmaschinenhersteller [Gerhard Schubert GmbH](#) aus Crailsheim die weltweit erste schaltschranklose Verpackungsmaschine auf der interpack 2014. Sie besteht aus mehreren Roboter-Modulen, einer Bedienerführung, einer integrierten Bildverarbeitung und dem flexiblen Transportsystem Transmodul. Damit kann das Unternehmen flexible und modulare Maschinen aufbauen, die alle Verpackungsaufgaben wie Zuführen, Füllen, Schließen, Etikettieren und Palettieren ausführen.

„Mit den Antrieben von Rexroth können wir komplett auf konventionelle Schaltschränke verzichten“, betont der geschäftsführende Gesellschafter Ralf Schubert. „Die Kunden waren von der Maschine so begeistert, dass wir ab 2016 alle unsere Maschinen schaltschranklos ausführen.“

Ein besonderer Vorteil vom IndraDrive Mi: Die [Multi-Ethernet-Schnittstelle](#) unterstützt alle gängigen Ethernet-Protokolle wie Sercos, [PROFINET](#), [EtherNet/IP](#), EtherCAT oder POWERLINK. Via Gateway ist eine Verbindung mit [Profibus](#) möglich. Damit fügen sich die Module ohne Zusatzaufwand in die Automationslandschaft des Endanwenders ein. Ein weiterer Vorteil: Die Multi-Ethernet-Schnittstelle minimiert die

Varietenvielfalt und reduziert somit die Lagerhaltung in der Instandhaltung.

3. Sicherheit jederzeit gewährleistet

Normgerechte Maschinensicherheit ist eine Grundvoraussetzung. Ein schneller Wiederanlauf nach manuellen Eingriffen steigert die Verfügbarkeit von Maschinen und Fertigungslinien.

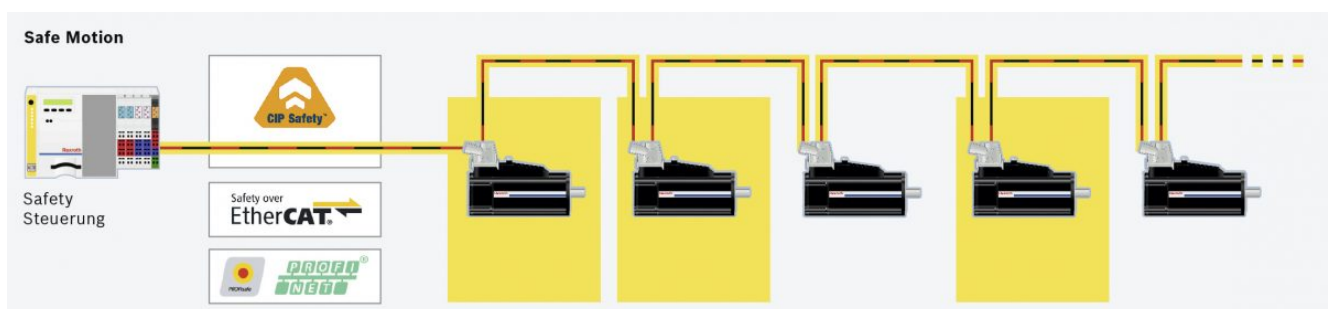
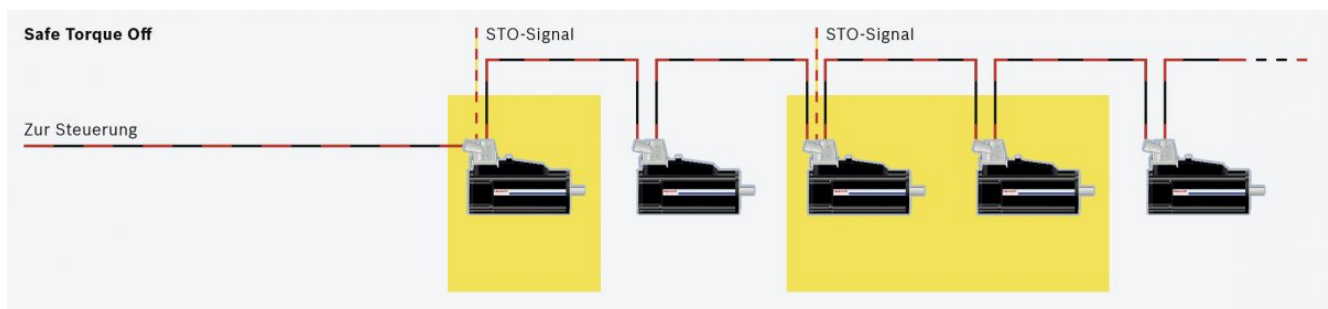
Eine wesentliche Rahmenbedingung für schaltschranklose Antriebstechnik ist die Maschinensicherheit. Endanwender erwarten die gleichen integrierten Sicherheitsfunktionen wie bei Antrieben, deren Regelgeräte im Schaltschrank untergebracht sind. Dabei geht es zum einen darum, die Vorgaben für funktionale Sicherheit normgerecht umzusetzen. Zum anderen erwarten sie aber auch höchste Maschinenverfügbarkeit, also dass die Maschine nach einem manuellen Eingriff möglichst schnell wieder produktiv arbeitet.

Die dezentralen Konzepte vereinfachen das Umsetzen der Maschinenrichtlinie durch die Modularisierung. Rexroth bietet auch bei den schaltschranklosen IndraDrive Mi zertifizierte Sicherheitsfunktionen. Das Hybridkabel überträgt alle Sicherheitssignale. Damit ist keine separate Verdrahtung mehr erforderlich. Das verringert den Verkabelungsaufwand und reduziert Fehlermöglichkeiten bei der Verdrahtung.

Besonders interessant ist **die einfache Umsetzung von Sicherheitszonen mit mehreren Antrieben an einem Antriebsstrang**. Für Safe Torque Off wird der erste Antrieb einer Sicherheitszone so verdrahtet, dass er die Sicherheitssignale verarbeitet. Um weitere Antriebe zu einer Sicherheitszone hinzuzufügen, reicht es, dort einen Safety-Teilnehmer-Stecker einzusetzen. Das ist in der Inbetriebnahme extrem einfach und im Betrieb transparent.

In einem Antriebsstrang sind mehrere Sicherheitszonen möglich. Diese Lösung verkürzt die Zeit für den Wiederanlauf nach einem manuellen Eingriff und erhöht damit die Verfügbarkeit der Maschine. Darüber hinaus stehen mit **SafeMotion** umfangreiche Sicherheitsfunktionen– vom sicheren Halt bis zu sicheren Bewegungen zur Verfügung. Funktionen, die keinen Geber benötigen, z. B. SS1, SS1-ES- und ST0, sind zertifiziert mit Kat. 4 PL e gemäß EN ISO 13849-1 und SIL 3 in Übereinstimmung mit EN 62061. Funktionen, die eine Geberrückführung erfordern, z. B. SS2, SOS, SLS, SMS, SMD, SLI und SDI, sind zertifiziert mit Kat. 3 PL d in Übereinstimmung mit EN ISO 13849-1, und mit SIL 2 in Übereinstimmung mit EN 62061.

Als Protokoll verwendet IndraDrive Mi die Sicherheitsstandards CIP Safety on Sercos (CSoS) und Safety over EtherCAT (FSoE) sowie PROFI-safe on PROFINET. Die Signale werden einfach mit den Standarddaten übertragen. Die Integration von Antrieb, Peripherie und Sicherheitsbussen sowie Standard-Ethernet-Kommunikation in einem Netzwerk vereinfacht die Handhabung und senkt Hardware- und Installationskosten.



4. Energie effizient nutzen

Eine höhere Energieeffizienz wirkt sich unmittelbar auf die Betriebskosten aus. Moderne Antriebslösungen reduzieren den Stromverbrauch und verringern die Spitzenlasten.

Eine höhere Energieeffizienz ihrer Maschinen und Anlagen steht bei zahlreichen Endanwendern ganz vorn im Lastenheft. Zum einen tragen sie damit zum Klimaschutz bei, zum anderen bestimmt der Energieverbrauch einen großen Teil der Lebenszykluskosten von Maschinen.

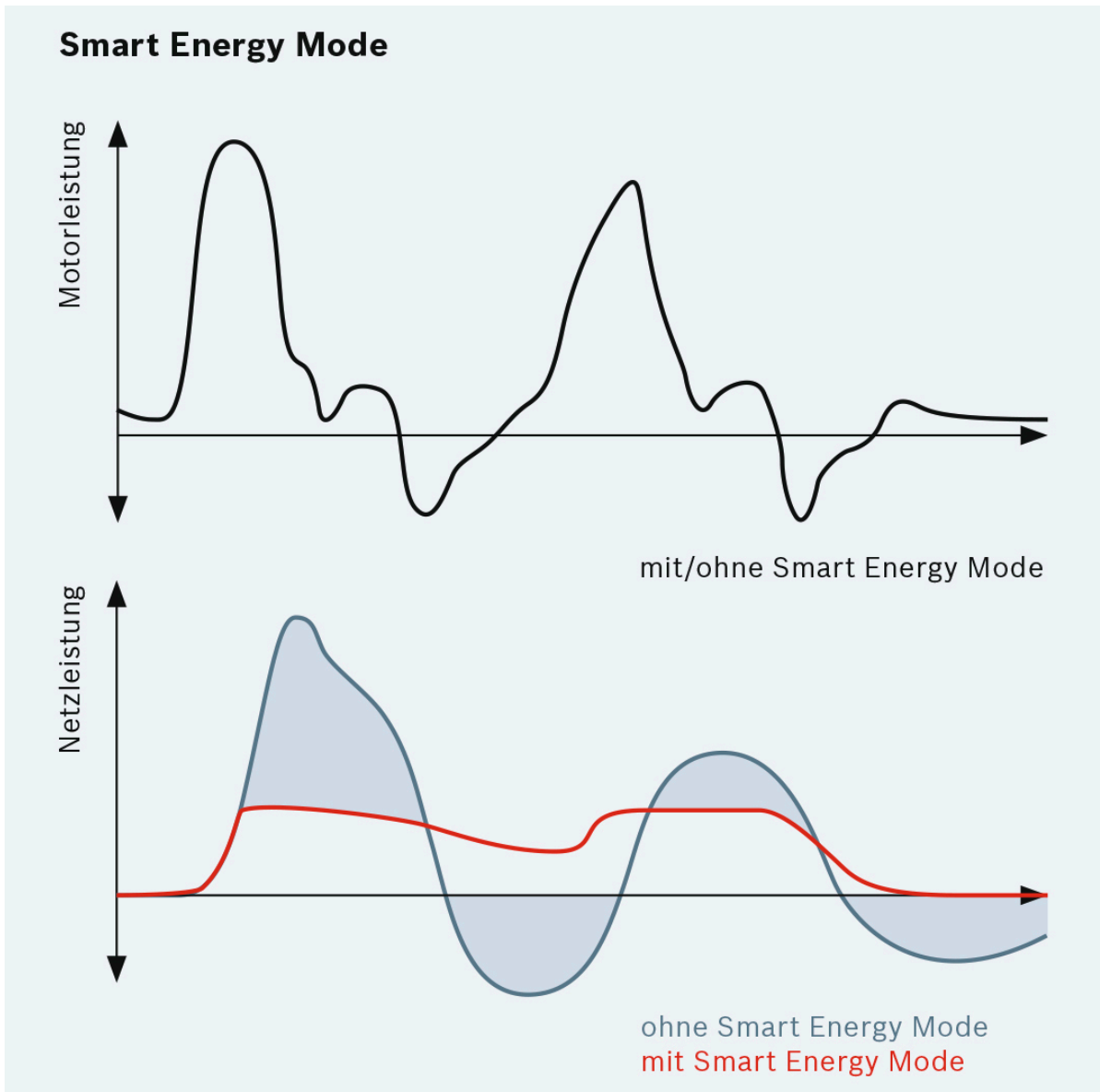
Hier bieten schaltschranklose Antriebe einen wirksamen Hebel. Durch die systembedingte energetische Kopplung über das gemeinsame Hybridkabel kann Energie zwischen den Antrieben ausgetauscht werden. Wenn z.B. ein Antrieb bremst, kann die entstehende Bremsenergie gleichzeitig einem beschleunigenden Antrieb in der Maschine zur Verfügung gestellt werden. Die Energie wird somit im System gehalten oder wenn zu viel Energie erzeugt wird, ins Netz zurück gespeist. Das ermöglicht **Energieeinsparungen von bis zu 50 Prozent.**

Zusätzlich entfällt die Verlustleistung im Schaltschrank. Sie erzeugt bei konventionellen Antriebslösungen teilweise hohe Temperaturen im Schaltschrank, die eine Kühlung notwendig macht. Bei schaltschrankloser Antriebstechnik kann in den meisten Fällen der Hardware-Aufwand für die Schaltschrankkühlung entfallen. Damit entfällt auch der Energiebedarf für die Kühlung und die Energieeffizienz steigt weiter.

Darüber hinaus ist das Versorgungsmodul für einen Weitspannungsbereich ausgelegt und somit für Netzspannungen von 380 V bis 500 V weltweit einsetzbar. Es erzeugt für die einzelnen Antriebe eine geregelte Zwischenkreisspannung. Damit ist sichergestellt, dass eine Maschine an allen Netzspannungen immer gleich performant ist. Auch gegen Netzspannungsschwankungen ist das Gerät, dank seiner Regelung,

robust.

Die aktive Regelung des Versorgungsmoduls bringt aber noch weitere Vorteile: Die Netzurückwirkungen werden auf ein Minimum reduziert, wodurch zusätzliche Maßnahmen überflüssig werden. Eine integrierte Blindstromregelung kompensiert nicht nur den eigenen Blindstrombedarf, auch andere induktive oder kapazitive Verbraucher können zusätzlich mit kompensiert werden. Die durch den Blindstrom anfallenden Verluste werden dadurch völlig eliminiert. Der Smart Energy Mode sorgt mit seiner intelligenten Regelung dafür, dass die prinzipbedingt vorhandenen Energiespeicher im Zwischenkreis optimal ausgenutzt werden. Er limitiert nicht nur die Leistungsspitzen, auch der mittlere Energieverbrauch wird reduziert. **In der Praxis ergeben sich damit Reduzierungen der Leistungsspitzen um bis zu 60 Prozent und eine Absenkung der mittleren Leistung um bis zu 30 Prozent.** Da alle Netzversorgungs-komponenten auf die mittlere Leistung ausgelegt werden, können diese Komponenten unter Umständen kleiner dimensioniert werden.



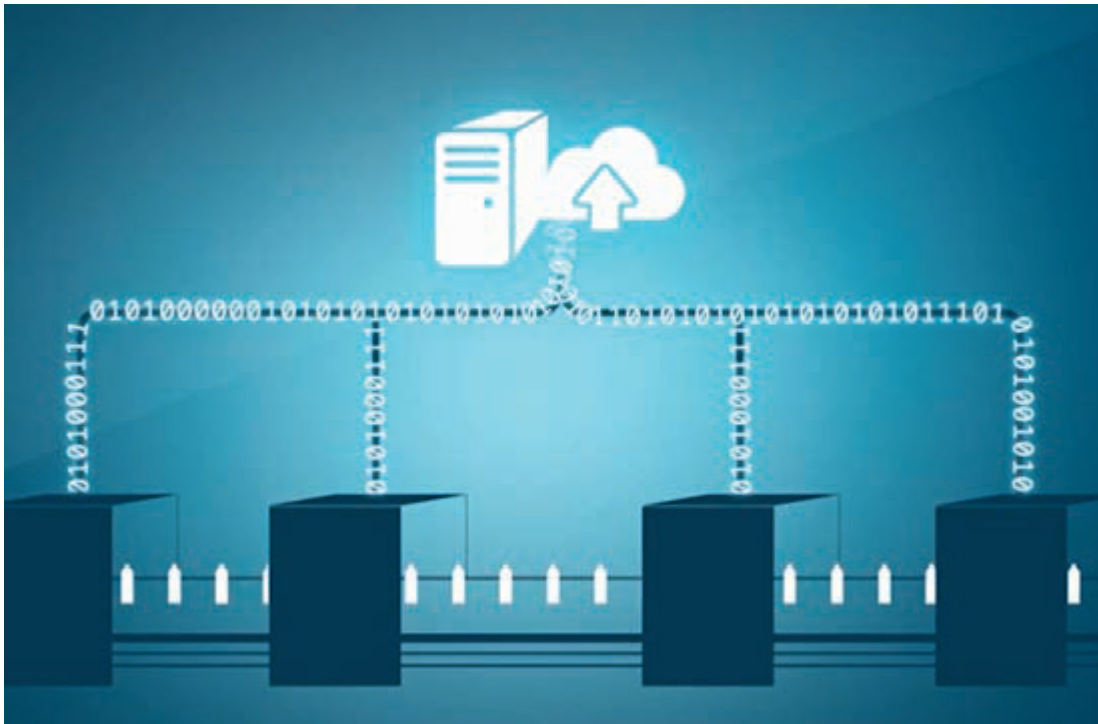
5. Die Vernetzung hat begonnen

Alle Konzepte zu [Industrie 4.0](#) erfordern eine dezentrale Intelligenz und eine hohe Konnektivität der Automationskomponenten. Zukunftssichere Lösungen des Connected Automation Portfolios unterstützen alle gängigen Ethernet-basierten Echtzeitprotokolle und sind offen für eine Kommunikation mit übergeordneten IT-Ebenen.

Eine in Zukunft immer wichtigere Anforderung ist die Fähigkeit zur vertikalen Vernetzung mit der Unternehmens-IT, um Industrie 4.0 Ansätze zu realisieren. Das Ziel ist der direkte

Zugriff von IT-Funktionen auf die Antriebe. Servoantriebe sind dezentral intelligent und führen ihre Aufgaben autonom nach den Vorgaben der übergeordneten Ebenen aus. Genauso wichtig: Durch ihre Multi-Ethernet-Schnittstelle sind sie bereits heute horizontal und vertikal vernetzbar und bereit für einen umfassenden Datenaustausch.

Über alle Möglichkeiten der SPS-basierten Automatisierung nach IEC 61131-3 und PLCopen sowie der OPC UA-Technologie hinaus, hat Rexroth als erster Antriebs- und Steuerungshersteller mit seinem **Connected Automation Portfolio** die Brücke von der Antriebstechnik zur IT-Welt geschlagen. Die in **Open Core Engineering** integrierten Schnittstellentechnologie **Open Core Interface for Drives** ermöglicht den direkten Zugriff auf alle Antriebsparameter über Hochsprachen-basierte Anwendungen auf externen Geräten wie PCs. An Stelle von eigens zu erstellenden SPS-Programmierungen reichen beispielsweise Makros der gängigen Tabellenkalkulationsprogramme, um Antriebsdaten wie den Energieverbrauch direkt abzurufen und auszuwerten. Mit selbst programmierten Apps für handelsübliche Smartphones und Tablet-PCs vereinfachen Maschinenhersteller bereits jetzt die Inbetriebnahme, Parametrierung und Diagnose der intelligenten dezentralen Antriebe von Rexroth.



Fazit: Schaltschranklose Antriebstechnik ist zukunftssicher

Die schaltschranklose Antriebstechnik erfüllt zahlreiche Anforderungen von Maschinenherstellern und Endanwendern, bei denen sie bisher Kompromisse eingehen mussten. Jetzt können sie mehr Servoantriebe einsetzen, ohne ihre produktive Fläche durch immer größere Schaltschränke zu verkleinern. Die Möglichkeiten der vollständigen Modularisierung verringern den Aufwand und die Kosten für nachträgliche Erweiterungen der vorhandenen Produktionslinien. Normgerechte Sicherheit auf Antriebsebene mit einer pfiffigen Lösung für das einfache Schalten von Sicherheitszonen erhöht die Maschinenverfügbarkeit. Der einfache Energieaustausch innerhalb des Antriebsverbunds verringert den mittleren Stromverbrauch und kappt Leistungsspitzen. Mit der Multi-Ethernet-Schnittstelle und eigener Intelligenz fügt sich die schaltschranklose Antriebstechnik von Rexroth zukunftssicher auch in zukünftige Industrie 4.0 Umgebungen ein.

[-> Download Whitepaper IndraDrive Mi](#)