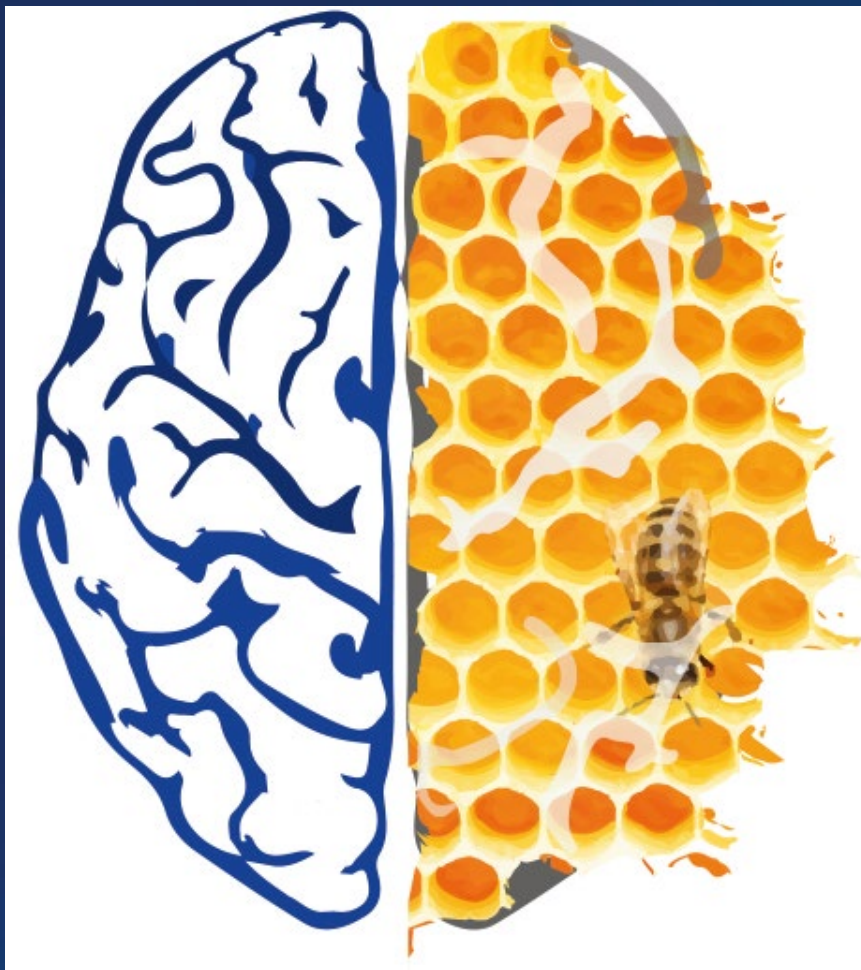


Whitepaper

Schwarmintelligenz in der Antriebstechnik



**Michael Burgert | Product Manager BLDC Motors
Dunkermotoren GmbH**

Der Bienenstock wurde schon oft als Musterbeispiel für Schwarmintelligenz herangezogen: Höchste Produktivität, perfekte Organisation, punktgenaue Kommunikation und jedes Individuum führt eigenverantwortlich und autonom Aufgaben aus, die unverzichtbar für die gesamte Organisation sind. Kommt Ihnen das vertraut vor? Gut möglich, denn dies sind auch wesentliche Elemente einer idealen „Industrie 4.0“ Welt.

Darin kommunizieren Komponenten untereinander, sie organisieren sich selbst und sorgen so für höchste Flexibilität und damit einhergehend höchster Produktivität in Fertigung und Logistik. Wie im Bienenstock überwachen die Komponenten sich und die Umwelt und kompensieren Einflüsse von außen.

Doch wie sieht es mit den fleißigen Arbeitsbienenchen, also den Komponenten in einer heutigen Fertigung aus? Sind diese jetzt schon bereit für autonomes Arbeiten? Als Beispiel ziehen wir einen leise summenden elektrischen Antrieb mit integrierter Elektronik heran, der dem Stand der Technik entspricht, und untersuchen ihn nach den Kriterien: „Erkennt und kompensiert Umwelteinflüsse“, „arbeitet autonom“, „kommuniziert“ und „überwacht sich selbst“.

Kriterium „erkennt und kompensiert Umwelteinflüsse“:

Umwelteinflüsse werden durch Sensoren erkannt und diese geben die Einflüsse in Form von elektrischen Signalen an die Motor-Elektronik weiter. Es ist heutzutage ein Kinderspiel für Antriebe mit integrierter Elektronik, digitale oder analoge Signale einzulesen und diese so in den Ablauf einfließen zu lassen. Positionssensoren nehmen die Ist-Position auf und regeln die Position bei Bedarf nach. Neigungssensoren erkennen in Solarapplikationen Auslenkungen durch Wind und thermische Ausdehnungseffekte und regeln die Position nach, über Drucksensoren regeln die Antriebselektroniken einen konstanten Hydraulik-Druck. Diese Umweltinformationen werden dem Antrieb von außen geliefert. Dabei stecken in einem zeitgemäßen Antrieb noch viel mehr Sensoren bzw. Informationsquellen: Die Stromsensoren im Motor messen den Motorstrom, welcher ein Maß für die abgegebene mechanische Leistung ist. Steigt dieser bei eigentlich gleicher zu bewegender Last über die Zeit an, so kann er ein Hinweis auf den Verschleiß der angetriebenen mechanischen Komponenten sein. Durch Auslesen und Interpretieren des Motorstromes können so verschlissene mechanische Bauteile vor dem eigentlichen Ausfall ersetzt und somit Produktionsausfälle vermieden werden. Da der Motorstrom ein sehr gutes Maß für die abgegebene mechanische Leistung ist, kann er auch z. B. als Komponente eines Pick-and Place Systems falsch eingelegte oder eingeklemmte Teile bzw. zu leichte oder zu schwere Teile erkennen und entsprechend Einfluss auf den Ablauf nehmen.

Beim Kriterium „Erkennt und kompensiert Umwelteinflüsse“ schneiden elektrische Antriebe mit integrierter Elektronik also schon gut ab. Wie sieht es aber mit selbstständigem, also autonomem Arbeiten aus?

Kriterium „arbeitet autonom“:

Motoren mit integrierten Antrieben können heutzutage schon autonom kleine Anlagen steuern. Beispielsweise gibt in einer Verpackungsmaschine ein Antrieb dem anderen den Befehl, ein Verpackungsband mit einer bestimmten Kraft zu straffen, nachdem der Erste durch Erkennen der Position mit integriertem Geber und dem Ansteigen des Motorstromes erkannt hat, dass das Band die Station „Band straffen“ erreicht hat. So spielen sich die einzelnen Komponenten Befehle zu, je nachdem, welcher Prozess-Zustand gerade erkannt wurde. Dies funktioniert heute schon reibungslos in der Praxis. Bei komplexeren Aufgaben werden im Allgemeinen nach wie vor zentrale Steuerungen verwendet. Da Prozessoren für integrierte Antriebe bei gleichem Preis immer leistungsfähiger werden, können auch immer komplexere Aufgaben autonom ausgeführt werden und immer häufiger kann komplett auf zentrale Steuerungen verzichtet werden.

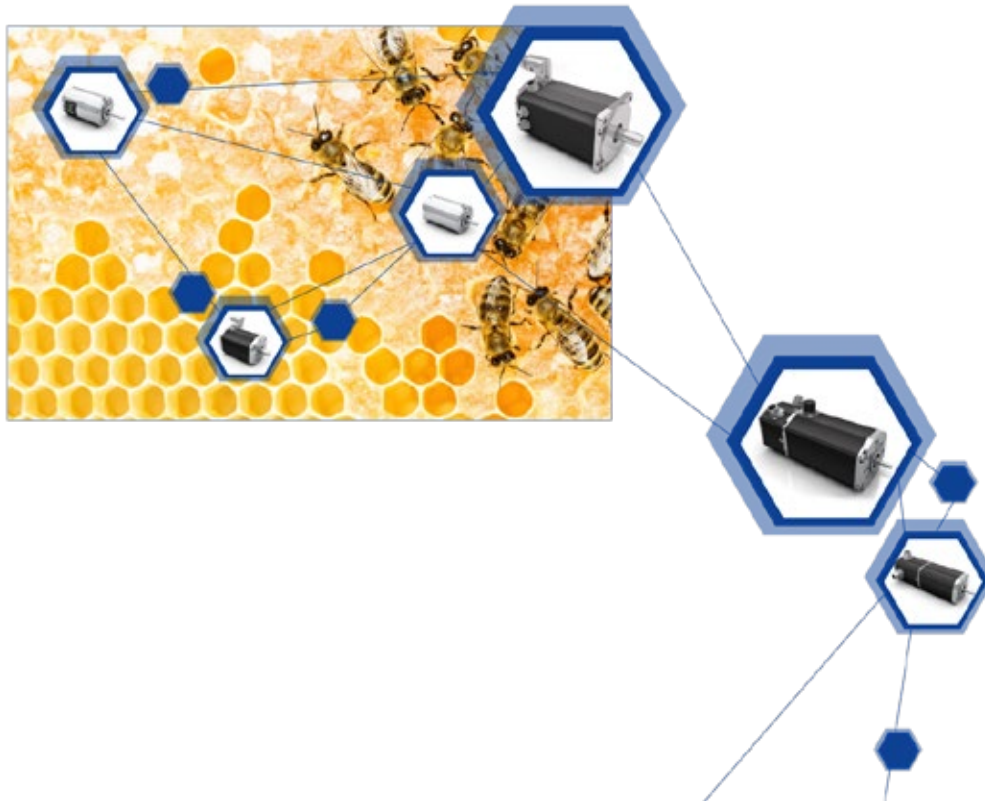
Autonom arbeiten demnach integrierte Antriebe auch heute schon, wobei hier noch ein sehr großes Potenzial für noch komplexere autonome Aufgaben vorhanden ist. Wie beschrieben, ist die höhere Prozessorleistung ein Faktor dafür. Multipliziert wird dieser Faktor mit neuen Software-Algorithmen, welche die gestiegene Prozessorleistung erst nutzbar machen. Bei Software kann künftig noch ein enormes Potenzial ausgeschöpft werden. Um im Fachjargon einer Biene zu bleiben: „Hier ist noch Luft nach oben“.

Besonders wer sich noch an die Filme aus der Schulzeit erinnert, in denen Bienen mithilfe eines Tanzes Informationen zu Nahrungsquellen übermitteln, weiß, wie elementar wichtig das **Kriterium „kommunizieren“** ist. Ohne Kommunikation sind Antriebe auf einzelne, definierte Aufgaben begrenzt. Erst die Kommunikation untereinander kann Bewegungen koordinieren, macht Abläufe flexibel und ermöglicht, dass ein integrierter Antrieb Informationen an sein Umfeld mitteilen kann. Das Umfeld ist im einfachsten Fall eine zentrale Steuerung; zukünftig sind es aber auch alle Knoten eines Netzes, die Informationen zum Zustand des Antriebes benötigen, z. B. kann die Instandhaltungsabteilung den errechneten Zustand des Antriebes bezüglich zu erwartender Lebensdauer abrufen, das ERP kann aus den Motordaten tatsächliche Materialverbräuche ermitteln oder die Qualitätsabteilung kann Ausschussraten ableiten. Völlig unerlässlich ist dabei, dass der Antrieb die Sprache der anderen Knotenpunkte spricht. Aktuell wird dies durch ein fast schon babylonisches Sprachengewirr in der digitalen Kommunikation erschwert. Eine Vielzahl von unterschiedlichen Feldbus-Sprachen wird gegenwärtig durch eine steigende Anzahl von Industrial Ethernet-Ausprägungen ergänzt. Integrierte Antriebe kommunizieren zwar heute schon durch integrierte „Übersetzer“ in allen üblichen digitalen Sprachen, diese Übersetzer sind aber ineffizient und verursachen Zusatzkosten. Eine für alle Netzknoten verständliche, universelle digitale Sprache könnte Kosten sparen und vernetzte Systeme noch effizienter machen.

So kann das Kriterium „kommuniziert“ für integrierte Antriebe zwar als erfüllt gelten, allerdings gibt es hier auch noch Verbesserungspotenzial, da jeder Antrieb um zu kommunizieren momentan sprichwörtlich noch ein Wörterbuch mit sich führen und darin ständig nachschlagen muss.

Das letzte Kriterium, welches betrachtet wird, ist **„überwacht sich selbst“**. Eine im Antrieb integrierte Elektronik ist genau auf diesen Antrieb abgestimmt. Nachdem der Antrieb gebaut wurde, werden sogar noch durch Bauteile- und Fertigungstoleranzen bedingte Streuungen der Antriebsparameter ermittelt und softwareseitig kompensiert. Dynamische Antriebe berechnen aus Motorstrom und Winkelgeschwindigkeit im Voraus die zu erwartende Erwärmung der Motorwicklung und bauen im Voraus Magnetfelder auf, die für ein bestimmtes Drehmoment benötigt wird, welches ein paar Mikrosekunden später abgerufen wird. Durch diese kontinuierliche und hochfrequente Kontrolle sämtlicher Motorparameter können auch geringste Abweichungen vom gewünschten Verhalten eines Antriebes erkannt und falls physikalisch möglich, kompensiert werden. Drehzahl- oder Positionsabweichungen, Übertemperatur, Spannungsschwankungen oder Überlast erkennt der integrierte Antrieb unmittelbar, gleicht diese in definierten Grenzen aus und erzeugt eine Fehlermeldung, für den Fall, dass eine Kompensation nicht mehr möglich ist.

Bei der Selbstüberwachung kann der integrierte Antrieb also seine volle Stärke ausspielen. Durch die umfangreichen Messalgorithmen überwacht sich der Antrieb kontinuierlich selbst und vermeidet damit frühzeitigen Ausfall. Sogar sein Umfeld kann der Antrieb überwachen, indem er unerwartet hohe Ströme meldet, die auf Verschleiß einer angebauten Komponente hindeuten. Des Weiteren kann der Antrieb über seine digitalen und analogen Schnittstellen lokale Sensoren auslesen und die Werte an andere Knoten im Netzwerk weitergeben.



Nach den betrachteten Kriterien ergeben sich schon deutliche Parallelen zwischen einem Netzwerk integrierter Antriebe und einem Bienenschwarm und damit zur Schwarmintelligenz. Höhere Prozessorleistungen werden das autonome Arbeiten zukünftig noch deutlich intensivieren und hinsichtlich Kommunikation gibt es vielversprechende Ansätze für einen einheitlichen Standard. Beide Verbesserungspotenziale machen zukünftige Automatisierungssysteme für Fertigung und Logistik noch effizienter. Wie in einem Bienenschwarm können damit auch immer komplexere Aufgaben bewältigt werden, ohne dass die gesamte Information von einem zentralen Knoten verwaltet werden muss. Schwarmintelligenz beflügelt damit nicht nur die Honig- sondern auch die industrielle Produktion!

Ihr Kontakt für Public Relations:

Janina Dietsche | janina.dietsche@ametek.com

Tel.: +49 (0)7703/930-546