lebbing
Jagenberg Group

Automation.Drives.Future.

Interview



TEIL 2

Quelle: AM Batteries

Pulver statt Beschichtung: Wie AM Batteries gemeinsam mit Lebbing die Elektrodenfertigung neu erfindet

In der vorherigen Ausgabe haben wir beleuchtet, wie sich die Zusammenarbeit zwischen AM Batteries (AMB) und der Lebbing automation & drives GmbH von einem anfänglichen Steuerungsprojekt zu einer strategischen Partnerschaft entwickelt hat. Diesmal werfen wir einen genaueren Blick auf die Technologie hinter dieser Entwicklung und auf die Automatisierungs- und Steuerungssysteme, die nötig sind, um ein disruptives Trockenbeschichtungsverfahren auf industrielle Produktionsgeschwindigkeiten zu skalieren.

Isabell Lebbing und Thomas Lebbing sprechen mit Lie Shi von AM Batteries sowie mit Charles Garris, Vice President of Engineering, der bei AMB die Integration von Automatisierung und Steuerungstechnik verantwortet, über die technischen Herausforderungen, zentrale Ingenieursentscheidungen und gewonnene Erkenntnisse.

Herr Shi, das Verfahren von AMB lässt ganze Schritte der konventionellen Elektrodenfertigung entfallen: Slurry-Mischen, Nassbeschichtung, Trocknung, Lösemittelrückgewinnung. Was bedeutet das für den Aufbau der Anlage selbst?

Lie Shi: Es verschafft Batterieherstellern enorme Flexibilität, denn der benötigte Platz beträgt nur etwa ein Fünftel dessen, was ein Nassverfahren braucht. Eine Nassanlage kann mit ihrem Trockner und dem Rückgewinnungssystem fast die Größe eines Fußballfeldes einnehmen. Unser Beschichtungsprozess passt in die Endzone, etwa zwanzig Meter.

Das klingt fast zu schön, um wahr zu sein, und danach, als müsste es jeder so machen wie AMB. Irgendwo muss es also einen Haken geben. Was ist der eigentliche Engpass?

Lie Shi: Es sind eigentlich drei. Erstens, das Material selbst: Unsere Partikel sind hochgradig entwickelt, und um Form, Größe und Binderanteil richtig hinzubekommen, braucht es tiefes Wissen in Elektrochemie und Physik. Zweitens, der Abscheideschritt: Partikel von einem bis zwanzig Mikrometern so zu steuern, dass sie sich gleichmäßig ablegen. Drittens, die Verdichtung, also die Suche nach den Kalandrierparametern, die all das zu einer gleichmäßigen Elektrode machen. Keiner der drei Punkte ist für sich genommen trivial.



> „Ohne Automatisierung bräuchte man eine kleine Armee, nur um die Linie zu betreiben, und der gesamte Kostenvorteil wäre dahin."
>
> **Lie Shi**

Uns interessieren natürlich Automatisierung und Steuerungstechnik. Wie fügt sich diese Technologie in das Gesamtsystem ein, das von einem anderen Unternehmen der Jagenberg Gruppe geliefert wird, nämlich von der Jagenberg Converting Solutions GmbH?

Lie Shi: Das ist eine große Frage, denn Automatisierung spielt an fast jeder Stelle unseres Prozesses eine Rolle. Unser eigentlicher Wettbewerber ist das Nassverfahren, das mit 50 bis 70 Metern pro Minute läuft. Als ich vor drei Jahren zu AMB kam, hatten wir noch nicht einmal Anlagen. Vor zwei Jahren liefen wir mit einem Meter pro Minute, und die Kunden waren verständlicherweise wenig beeindruckt. Schneller zu werden ist ohne Automatisierung und Steuerungstechnik schlicht nicht möglich, und das ist die erste Rolle, die sie spielt. Die zweite ist der Umgang mit sehr feinen Partikeln. Wir nutzen ein Online-Gleichmäßigkeits-Messgerät, um die Dicke in Echtzeit zu prüfen und diese Information an die Abscheide- und Kalandrierstufen zurückzumelden. Die dritte betrifft die Mechanik: Walzendruck, Kalandrieren, Bahnzug. Ohne Automatisierung bräuchte man eine kleine Armee, nur um die Linie zu betreiben, und der gesamte Kostenvorteil wäre dahin.

Thomas Lebbing: Sehr richtig, denn bei Bahnzug, Kalandrieren und Verdichtung dürfen Genauigkeit und Gleichmäßigkeit über die gesamte Bahnbreite nie ein nachgelagertes Thema sein. Genau das nehmen wir als Ihr Partner sehr ernst: sicherzustellen, dass diese Präzision jedes einzelne Mal gehalten wird.

Können Sie genauer erklären, welche konkreten Funktionen die Automatisierung an der Kalanderlinie selbst übernimmt?

Charles Garris: Für uns ist eine geschlossene Regelung (Closed Loop) unverzichtbar, insbesondere in der Produktion. Die Toleranzen in der Batteriefertigung sind extrem eng, und Kunden erwarten möglichst wenig menschliche Eingriffe an der Linie. Einen Fehler zu erkennen ist eine Sache, aber wenn man ihn erkannt hat, hat man oft schon viel Ausschuss produziert. Die Fähigkeit, sofort zu erkennen und zu korrigieren, ist daher entscheidend. Die Spaltregelung ist ein gutes Beispiel: Die Gleichmäßigkeit nach dem Sprühprozess sollte vom Dickenmessgerät automatisch an die Sprühdüsen selbst zurückgemeldet werden. Diese geschlossenen Regelkreise sind wichtig, denn so qualifiziert Ihre Mitarbeitenden auch sind: Bei Produktionsgeschwindigkeit können Sie sich nicht allein auf manuelle Korrekturen verlassen.

Welche Leistungskennzahlen werden dann am stärksten von der Automatisierung beeinflusst?

Charles Garris: Es gibt viele, aber einige stechen heraus. Es gibt ein Gleichgewicht zwischen der Materialzufuhr in die Maschine, unserem elektrostatischen Pulverabscheideprozess und den verschiedenen Bahnführungsregelungen. Der Bahnzug ist wesentlich, besonders bei folienbasierten Elektrodenprozessen, und das Verhältnis zwischen Bahngeschwindigkeit und Beschichtungssystem muss sehr eng geregelt werden. Die Spaltregelung ist ebenfalls wesentlich, und die Sicherstellung der korrekten Gleichmäßigkeit der finalen Beladung ist ein weiterer Teil desselben Gesamtbildes.

Sprechen wir dann über Prozessstabilität und Qualität. Welche Inline-Messverfahren sind für die Qualitätskontrolle am wichtigsten, und welche sind unverzichtbar, um Ausschuss zu vermeiden?

Charles Garris: Die Grundlagen sind branchenweit Standard: sicherstellen, dass das Material nicht verunreinigt ist und dass es in den richtigen Mengen in den Prozess hinein- und wieder herausgelangt. Dickenmessgeräte sind gängige Praxis, und wir setzen sie ebenfalls ein, zu Vergleichszwecken. Es gibt einige Messungen, die für unseren Prozess eher einzigartig sind und auf die wir nicht im Detail eingehen können. Grundsätzlich validieren und steuern wir die Maschinen aber mit Messtechnik, die der üblichen Elektrodenfertigung entspricht, darunter Dickenmessgeräte und Durchflussmesser.

Und wie empfindlich ist Ihr Prozess gegenüber Materialschwankungen, Partikelgröße oder -verteilung, wenn es um diese Mess- und Qualitätssysteme geht?

Charles Garris: Ich würde es mit einem Pareto-Diagramm vergleichen. Eine Handvoll Parameter ist sehr empfindlich, vielleicht machen zwanzig Prozent von ihnen achtzig Prozent der Gesamtempfindlichkeit aus, und der Rest spielt eine deutlich geringere Rolle. Es gibt also eine lange Liste von Parametern, die man im Auge behalten muss, aber das System und seine Regelungen sind weitgehend robust. Die Parameter, die wirklich Aufmerksamkeit verlangen, liegen im Bereich der Partikelentwicklung im Prozess, der, wie Lie erwähnte, selbst ein hochentwickeltes System ist.

Diese Robustheit entsteht natürlich nicht von selbst. Sie muss beim Hochskalieren einer Linie bewusst eingebaut werden, und genau hier rechtfertigt standardisierte Automatisierung ihre Existenz. Welche Rolle spielt standardisierte Automatisierung in der Hochlaufphase, wenn Sie von Pilotlinien zu einer stabilen Massenproduktion übergehen?

Charles Garris: Eine sehr wichtige. Man muss den Prozess zuerst verstehen und erfinden, und alles wirklich Neue beginnt in der Regel so manuell wie möglich. Automatisierung ist die Treppe von diesem manuellen Anfang bis zu einer voll industrialisierten Technologie. Sie ist ein Wegbereiter für Geschwindigkeit, Gleichmäßigkeit und Qualität, aber beides geht Hand in Hand: Um die Anlage gut zu programmieren, muss man auch den Prozess gut verstehen. Es ist ein gemeinsamer Entwicklungsweg von Verfahrensingenieuren und Automatisierungsingenieuren.

Bleiben wir noch einen Moment auf dem Hallenboden. Sie verkleinern den Platzbedarf auf etwa ein Fünftel und eliminieren Infrastruktur, wie die Lösemittelrückgewinnung, vollständig. Tritt etwas Neues an deren Stelle? Zum Beispiel Staubmanagement, da Sie nun Pulver statt Flüssigkeit handhaben?

Charles Garris: Theoretisch: ja. Ein Teil des Prozesses handhabt nun Pulver statt flüssigem Slurry. Aber die Anlage ist von Anfang an darauf ausgelegt, sodass wir in der Serienproduktion nicht viele spezielle neue Anforderungen erwarten. Eher haben wir mehr Infrastruktur eingespart, die NMP-Lösemittelhandhabung und -rückgewinnung ist dafür das beste Beispiel. Der einzige echte Unterschied ist, dass ein Teil des Prozesses nun Pulver handhabt, und wir wollen durch unser Design direkten menschlichen Kontakt damit nahezu vollständig verhindern. Heute im Labor ist ein gewisser Zugang noch hilfreich, stets unter Einhaltung der richtigen Sicherheitsmaßnahmen.



„Automatisierung ist die Treppe von diesem manuellen Anfang bis zu einer voll industrialisierten Technologie. Sie ist ein Wegbereiter für Geschwindigkeit, Gleichmäßigkeit und Qualität, aber beides geht Hand in Hand: Um die Anlage gut zu programmieren, muss man auch den Prozess gut verstehen."

Charles Garris

Das ist ein beruhigendes Bild für alle, die dies in eine bestehende Anlage integrieren wollen. Mit Blick in die Zukunft: Wo sehen Sie derzeit die größten Lücken bei bestehenden Automatisierungslösungen? Und sehen Sie künftig eine Rolle für KI in einem solchen Prozess?

Charles Garris: Ich glaube, dass KI schon lange bevor sie in der Praxis weit verbreitet sein wird, in Laboren und in der Entwicklung Einzug halten wird. Der Hauptgrund ist regulatorisch. Die Harmonisierung von Maschinensicherheitsnormen zwischen den USA und Europa ist seit Jahren ein langsamer Prozess, und das Haftungs- und Prozessumfeld in den USA schafft natürliche Hürden für eine schnelle Einführung in der Produktion. In einer kontrollierten, hochtechnischen Laborumgebung ist es bereits möglich, KI zur Abstimmung und Optimierung eines Prozesses einzusetzen, und zwar so, dass sich das später in herkömmlicher SPS- und Steuerungslogik nachbilden lässt.

Thomas Lebbing: Ich finde das berechtigt, und es entspricht dem, was wir auch sehen. Ich möchte aber ergänzen, dass Unternehmen wie wir hier den Weg mit bereiten müssen. Normen ändern sich nicht von allein. Sie verschieben sich, sobald genügend Unternehmen zeigen können, dass die Risiken tatsächlich beherrscht werden, und wir arbeiten intern bereits mit einem Team genau daran: selbstlernende Systeme, die anhand von Sensordaten die Qualität im Laufe der Zeit verbessern. In regulierten Branchen wie Energie oder Pharma geht es langsamer voran, aber es kommt.

Was ist noch nicht industrialisiert, obwohl es in Ihrem Labor bereits funktioniert?

Lie Shi: Die Tandem-Beschichtung, also doppelseitig, mit Pulver, ist das deutlichste Beispiel, vor allem eine Frage von Kosten und Reihenfolge, nicht der Machbarkeit. Als Start-up kann man nicht am ersten Tag in allem gut sein. Deshalb ist es entscheidend, selektiv zu sein und manchmal sogar zu Dingen Nein zu sagen, von denen man weiß, dass man sie irgendwann angehen wird.



„[Normen] verschieben sich, sobald genügend Unternehmen zeigen können, dass die Risiken tatsächlich beherrscht werden, und wir arbeiten intern bereits mit einem Team genau daran: selbstlernende Systeme, die anhand von Sensordaten die Qualität im Laufe der Zeit verbessern."

Thomas Lebbing

Darüber hinaus haben wir im Labor erfolgreich mehrere verschiedene Chemien gefahren, Festkörper, Hochnickel, LFP, aber noch nicht alle auf die Pilotlinie gebracht. Das liegt schlicht daran, dass wir uns auf das konzentrieren müssen, was der Markt und unsere Kunden gerade am dringendsten brauchen.

Und umgekehrt: Was unterschätzen traditionelle Zellhersteller an Ihrem Ansatz häufig?

Lie Shi: Die meisten von ihnen betrachten unseren elektrostatischen Abscheideprozess, rechnen selbst nach und kommen zu dem Schluss, dass wir die Gleichmäßigkeit des Nassverfahrens nie erreichen werden. Genau das wollen wir weiterhin widerlegen. In den letzten achtzehn Monaten haben wir festgestellt, dass unsere Geschwindigkeitsherausforderung linear und nicht exponentiell ist: Mehr Reihen oder Düsen, und die Geschwindigkeit steigt entsprechend. Die Frage nach der Einheitlichkeit ist schwieriger, und dort unterschätzen die Leute die Innovation, die von außen nicht sichtbar ist.

Herr Shi, wo sehen Sie AM Batteries in drei Jahren, was Fertigungsprozess und Automatisierungsreife betrifft?

Lie Shi: Wir wollen der dominierende Akteur im Bereich der Trockenbatterie sein, mit mindestens 25 Prozent Marktanteil in der westlichen Welt, China ist eine Geschichte für sich. Konkret bedeutet das: Lizenzvereinbarungen mit großen Playern, Elektrodenverkäufe im Gigawatt-Maßstab und unsere erste kommerzielle Anlage, die mehr als fünf Gigawattstunden Elektrodenkapazität pro Jahr produzieren kann. Nichts davon geschieht ohne das Automatisierungs- und Steuerungsfundament, das wir gemeinsam mit Partnern wie dem Unternehmen Lebbing aufbauen.

Herr Shi, Herr Garris, vielen Dank nochmals für dieses ausführliche und technische Gespräch und die vielen faszinierenden Einblicke in Ihre Pilotlinien – danke für die Gastfreundschaft.