

# Zuckerindustrie Sugar Industry

3

## Ein Upgrade für diskontinuierliche Zentrifugen

von Dirk Seebaum und Sven Weidner

Dirk Seebaum, Sven Weidner

# Ein Upgrade für diskontinuierliche Zentrifugen

## An upgrade for batch centrifugals

In der Zuckerindustrie können die Betriebskosten auch ohne hohe Investitionen nachhaltig gesenkt werden. Berechnungen zeigen, dass sich Investitionen in ein Upgrade vorhandener Anlagen bereits in 95 Tagen (DynFAS FS Upgrade) bzw. in 240 Tagen (Antriebsupgrade) amortisieren können. Die BMA Automation aus Braunschweig verfolgt mit ihrem Retrofit-Konzept drei Ansatzpunkte: Eine bessere Nutzung der Zentrifugenkapazität, eine höhere Energieeffizienz und den Einsatz innovativer Betriebsarten. Mit dem Upgrade werden außerdem aktuelle Standards der Anlagensicherheit eingeführt und durch eine neuartige Sensorik eine höhere Produktqualität erreicht.

**Schlagwörter:** Zentrifugen, Upgrade, Retrofit-Konzept, Betriebskosten, Effizienz, Qualität, Sicherheit

In the sugar industry, operating costs can be permanently reduced without making high investments. Calculations have shown that investments in upgrades of existing plants will pay themselves off after only 95 days in case of DynFAS FS upgrades, or 240 days for drive upgrades. With its retrofit concept, BMA Automation located in Braunschweig is aiming at three targets: a better utilisation of the centrifugal capacity, increased energy efficiency, and the use of innovative operating modes. Moreover, current standards with regard to plant safety are implemented by an upgrade, and a higher product quality is achieved thanks to innovative sensor technology.

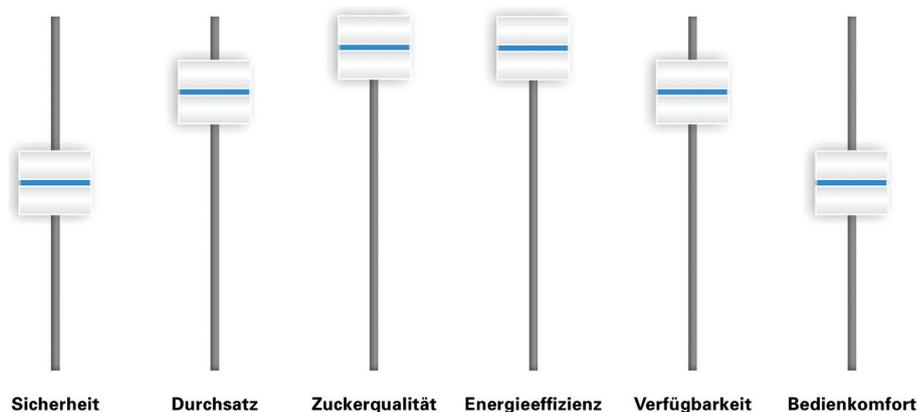
**Key words:** centrifuges, upgrade, retrofit concept, operating costs, efficiency, quality, safety

### 1 Einleitung

Diskontinuierliche Zentrifugen in der Zuckerindustrie sind für einen langlebigen und robusten Betrieb ausgelegt. Durch regelmäßige Wartung können solche Anlagen auch nach einer Betriebszeit von 20 und mehr Jahren mechanisch noch in einem guten und voll funktionsfähigen Zustand sein. Im Vergleich mit modernen Anlagen haben sie allerdings oft gravierende Effizienz-, Qualitäts- und Sicherheitsnachteile: Ältere Zentrifugen verbrauchen mehr Energie und liefern einen geringeren Durchsatz. Außerdem verfügen sie nur über unzureichende Automatisierungsfunktionen. Schließlich entspricht auch die Arbeits- und Betriebssicherheit nicht den aktuellen Anforderungen. Das Upgrade-Konzept von BMA Automation setzt deshalb gezielt am Betrieb alter, mechanisch noch intakter Anlagen an:

– **Optimaler Betrieb:** Durch den Austausch von Schlüsselkomponenten in der Steuerungs-, Regelungs- und Antriebstechnik wird der Betrieb nachhaltig verbessert. Leistungsstärkere Antriebe sorgen für mehr Leistung und Durchsatz in Tonnage an Zucker pro Stunde. In Verbindung mit einer elektronischen Füllschichtmessung wird der Füllstand kontrolliert und der Betrieb der Zentrifugen signifikant optimiert.

- **Höhere Energieeffizienz:** Der Ersatz älterer Motoren durch moderne stufenlose Antriebe mit rückspeisefähigen Frequenzumrichtern spart bis zu 60 % der Energie ein und verbessert die Netzqualität deutlich.
- **Bessere Qualität:** Durch ein Online-Farbmesssystem wird die Zuckerfarbe genau kontrolliert und geregelt. Dabei wird das Waschwasser individuell für jede Zentrifuge auf ein Minimum reduziert.
- **Mehr Sicherheit:** Nach dem Upgrade der Anlage durch eine Sicherheitssteuerung mit der dazugehörigen sicheren Signalverarbeitung wird dem Betreiber anhand der BMA-Sicherheitsmatrix schriftlich bestätigt, dass seine Anlage den einschlägigen Sicherheitsanforderungen voll entspricht.



**Abb 1:** Komponenten Retrofit

Das Retrofit-Paket umfasst mehrere Komponenten, die sich individuell zusammenstellen lassen (Abbildung: BMA Automation)

## 2 Verbesserungen durch das Upgrade-Konzept

### 2.1 60% geringerer Energieverbrauch

Der Energieverbrauch, der Anlagendurchsatz und die Steuerung der Füllmengen sind bei alten Anlagen nicht optimal und verursachen unnötig hohe Kosten. Bei der Modernisierung der Antriebs- und Steuertechnik liegt deshalb das größte Verbesserungspotenzial.

Zentrifugen werden periodisch beschleunigt und verbrauchen dabei viel Energie. Bei den anschließenden Verzögerungen geht bei den alten Antrieben wieder viel Energie verloren. Gleichstromantriebe oder polumschaltbare Motoren mit großen Drehzahlprüngen sind für diese Aufgaben wenig effektiv. Moderne leistungsstärkere Antriebe wie die speziell auf den Umrichterbetrieb abgestimmte Drehstromasynchronmaschine erreichen einen höheren Wirkungsgrad. Außerdem verfügen sie über Frequenzumrichter zur Energierückgewinnung. Solche Antriebe speisen beim Bremsvorgang die freiwerdende Energie wieder in das Fabriknetz zurück. Der Energieaufwand wird dadurch um bis zu 60 % verringert.

Bei einem Betrieb von mehr als fünf Zentrifugen ist der Einsatz von Sammelschienenfrequenzumrichtern eine weitere Option. Dabei werden die Motormodule über eine gemeinsame Sammelschiene mit der DC-Zwischenkreisspannung versorgt. Durch den Verzicht auf einzelne Frequenzumrichter sinken die Investitionskosten und durch den direkten Energieaustausch über die Sammelschiene wird die Verlustleistung im System minimiert. Es entfallen mehrere Wechselrichtungen. Außerdem können Leistung und Baugröße der Einspeisungen deutlich kleiner werden.

### 2.2 Optimaler Füllstand und konstante Zuckerqualität

Ein bestmöglicher Zentrifugenbetrieb hängt auch von einem optimalen Füllgrad ab. Das DynFAS-FS-Sensor-System ist hierfür das am besten geeignete Messverfahren.

Ein elektronischer Sensor erfasst kontinuierlich die Schichtdicke in der Zentrifugentrommel und stellt die Messwerte einer übergeordneten Automatisierung sofort online zur Verfügung. Mit Hilfe des Messsignals wird dann der optimale Schalterpunkt der Füllklappe ermittelt. Zusammen mit einem Füllstandssensor in der vorgelagerten Maische wird der Füllvorgang optimiert und die Wassermenge automatisch an die tatsächliche Füllmenge angepasst. Die Bediener können den Prozess jetzt anhand exakter Messwerte präzise und reproduzierbar regeln.

Soweit noch nicht vorhanden, umfassen die Upgrademöglichkeiten auch die Installation bzw. Integration einer Online-Farbmessung. Wo der Farbwert des Fertigguckers bisher manuell über die Wassermenge reguliert werden musste, stehen jetzt genaue Messwerte

der Onlinefarbmessung zur Verfügung. Über die Werte des Farbmessgeräts berechnet die Anlagensteuerung je nach Füllgrad automatisch die richtige Menge des Waschwassers. Der Bediener im Leitstand erhält in Echtzeit ein Bild des Zuckers mit allen erforderlichen Informationen für eine effiziente Steuerung der Zuckerqualität.

### 2.3 Moderne Automatisierungstechnik

Mit dem Upgrade der Zentrifugen werden auch die Automationskomponenten modernisiert. Das umfasst die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), die Erfassung sämtlicher Prozess- und Anlagendaten und die Anbindung an ein übergeordnetes Prozessleitsystem. Zu der modernisierten Ausstattung gehört auch das Modul für eine benutzerfreundliche Steuerung der Anlage per Touchscreen.

### 2.4 Chargen- oder energetisch optimierte Betriebsart mittels intelligenter Sequenzierung

Durch das Upgrade in eine Sequenzierung kommt eine Steuerungssoftware zum Einsatz, die von der BMA Automation speziell für die Zentrifugen in der Zuckerindustrie entwickelt wurde. Diese Lösung enthält auch ein innovatives Energiemanagementsystem und ermöglicht je nach Betriebsbedarf die Auswahl einer chargen- oder energetisch optimierten Betriebsart. Bei der Betriebsart „chargenoptimiert“ liegt der Fokus auf einer möglichst hohen Chargenleistung pro Stunde. In der Betriebsart „energetisch optimiert“ wird mittels einer intelligenten Steuerung der Motormodule die Priorität auf eine netzschonende Fahrweise gelegt. Dadurch werden Lastspitzen reduziert und das Werksnetz wird weniger strapaziert. Die Zentrifugen fungieren je nach Betriebsart quasi als Energiespeicher. Des Weiteren wird die Belastung der Mechanik reduziert. Weitere Merkmale sind:



**Abb. 2:** Zentrifugen-Upgrade

Zentrifugen sind per Upgrade wieder State of the Art: intelligent sequenziert, Füllgrad-optimiert und mit moderner Antriebstechnik (Abbildung: BMA Automation)

- Individuell parametrierbare und geführte Sequenzen der Zentrifugen mit Aufsynchrosier-Funktion;
- Individuelle Anpassung der Takte und Abstände an den vorhandenen Zuckertransport;
- Intelligentes Pausenmanagement bei Wartung oder Störung einer Zentrifuge;
- Datensammler als Schnittstelle der Zentrifugen an ein übergeordnetes Leitsystem;
- Optionale zentrale Leistungsvorgabe der gesamten Zentrifugenleistung. Die Sequenzierung steuert individuell die benötigten Chargen/h je Zentrifuge;
- Anfahr- und oder Ausräumverriegelung der Zentrifuge im Verbund.

## 2.5 Weniger Unterbrechungen, höherer Betriebs- und Personenschutz

Mit dem Retrofit-Konzept wird die Sicherheit der Zentrifugen völlig neu organisiert und an die Anforderungen der CE/Maschinenrichtlinie der Europäischen Norm EN 12547 sowie den weitergehenden Bestimmungen der deutschen Berufsgenossenschaft (Arbeitsgruppe BG RCI) angepasst. Nach diesem Konzept wurden durch die BMA Automation allein in Deutschland bereits mehr als 50 Zentrifugen modernisiert. Das Sicherheitskonzept ist auf den verbesserten Betriebs- und Personenschutz ausgerichtet und sorgt durch die Einrichtung eines fehlersicheren Betriebs auch für eine höhere Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Zentrifugen.

Das innovative Sicherheitspaket basiert auf einer speziellen fehlersicheren Steuerungssoftware und fehlersicheren Hardware-Komponenten. Sowohl die Steuerung als auch die Sensorik und Aktorik sind redundant ausgelegt. Bei der Inbetriebnahme wird der Softwarecode zunächst durch zwei Prüfsummen auf seine Integrität überprüft. Die Software ist redundant aufgebaut und das „zweite Programm“ ist als Kontrollinstanz ständig im Parallelbetrieb im Einsatz. Der fehlersichere Betrieb wird u.a. durch eine Feedbackfunktion sichergestellt, die alle Steuerungsbefehle auf die korrekte Umsetzung überwacht. Im Fehlerfall führt z.B. ein Not-Halt zu einem automatischen, fehler- und betriebssicheren Abschaltprozess. Redundante Pendelungs- und Vibrations-Sensoren überwachen den Füll- und Beschleunigungsprozess der Zentrifugen auf auffällige Abweichungen beispielsweise bei einer abnormalen Füllmasse. Alle Steuerungs- und Messsignale werden doppelt übertragen und auch die Ansteuerung des Antriebes ist redundant aufgebaut.

Eine weitere Sicherheitskomponente ist die sichere Drehzahlüberwachung. Von einem Drehzahlwächter werden voreingestellte Schwellwerte überwacht und bei Überschreiten des Max-Wertes wird die Anlage automatisch abgeschaltet („sicher stillgesetzt“). Dafür stehen unabhängig voneinander mit Frequenzumrichter und Scheibenbremse zwei Bremsensysteme bereit. Eine weitere Überwachung betrifft die sichere Ausräumdrehzahl und die Freigabe für weitere Prozessschritte bei einer sicheren und ausreichend niedrigen Drehzahl.

Nach der Inbetriebnahme der modernisierten Anlagen erfolgt die Sicherheitsabnahme. Alle relevanten Komponenten

werden in einem Testbetrieb anhand der BMA-Sicherheitsmatrix kontrolliert. Dabei werden die Sicherheitsfunktionen im Betrieb simuliert und die richtigen Reaktionen überprüft. Nach der Sicherheitsabnahme wird dem Betreiber schriftlich bestätigt, dass die neuen Komponenten sicher funktionieren.

## 2.6 Mit Haken und Ösen: Die fachgerechte Inbetriebnahme der Frequenzumrichter

Eine der größten Herausforderungen beim Upgrade der Zentrifugen ist die fachgerechte Inbetriebnahme des Frequenzumrichters für den Zentrifugenantrieb. Dabei muss durch die richtige Parametrierung eine möglichst hohe Leistung in Chargen pro Stunde sowie eine lange Lebensdauer sichergestellt werden. Problematisch sind die sich ständig ändernden Füllmengen und die schwer kalkulierbaren mechanischen Belastungen der Zentrifugen. Eine falsche Parametrierung würde die Frequenzumrichter entweder zu stark beanspruchen und die Lebensdauer verkürzen oder die Leistung unnötig reduzieren.

BMA Automation nutzt für die Inbetriebnahme der Umrichter ein selbst entwickeltes Berechnungsprogramm. Das Auslegungstool sorgt für die optimale Anpassung der Umrichter und Antriebe an die unterschiedlichen Betriebsphasen der Zentrifuge unter Betrachtung von Kosten, Nutzen und langer Lebensdauer. So wurden durch die BMA AG in den letzten 10 Jahren mehrere Hundert Zentrifugen ausgeliefert und erfolgreich installiert.

Zusätzlich bietet BMA Automation per Aftersales-Service eine Optimierung der Anlagen an. Dabei werden beispielsweise nach einem Praxisbetrieb von sechs Monaten die Prozess- und Anlagedaten ausgewertet, die Einstellungen nachjustiert und die Bediener für einen verbesserten Betrieb beraten.

Anschrift der Verfasser: Dirk Seebaum und Sven Weidner, BMA Automation GmbH Am Alten Bahnhof 5, 38122 Braunschweig, Deutschland; e-mail: sales@bma-automation.com

### Return-on-Investment -Berechnung

Return-on-Investment -Berechnungen zeigen, in welchem Zeitraum sich Investition in ein Zentrifugen-Upgrade amortisieren.

*Beispiel 1: DynFAS FS-Upgrade an einer BMA G1750*

- Mittlerer Füllgrad ohne DynFAS FS bei 75%
- Mittlerer Füllgrad mit DynFAS FS bei 95%
- Investition incl. Steuerungsupgrade: ca. 35 000 €
- ROI: nach 95 Tagen

*Beispiel 2: Antriebsupgrade an einer BMA G1750 bewertet*

- Leistung altes Antriebspaket: 18 Ch/h
- Leistung neues Antriebspaket: 22 Ch/h
- Investition: ca. 60 000 €
- ROI: nach 240 Tagen

(Die ROI-Berechnungen können bei BMA Automation angefordert werden).