

MPx – Modultechnologie für Schokoladen-Einformanlagen

Einzelteile trumpfen auf

Ein neuer technischer Ansatz bricht mit Gewohnheiten beim Bau von Einformanlagen von Schokolade: Statt technische Linien direkt für eine Problemlösung maßzuschneidern, werden verschiebbare Einzelstücke angeboten, die für einen weiten Bereich in der Süßwarenindustrie einsetzbar sind: Modulare Produktionsanlagen (MPx) sind die technische Antwort auf die veränderte Situation der Anwender.

Durch den intensiven Informations- und damit auch Werbungsstrom setzen sich Trends schneller in Konsumnachfrage um. Nationale und internationale Handelsketten bestimmen weitgehend die Absatzmöglichkeiten der Produzenten. Marketingstrategien haben daher eine kurze Lebensdauer. Somit wird oft auch die primäre Anwendung maßgeschneiderter Produktionsanlagen schnell in Frage gestellt.

Bei der Planung und Realisierung konventioneller Einformanlagen sind vom Anstoß durch das Marketing bis zum ersten verkauften Produkt oft mehr als 18 Monate vergangen. Dies schreckt ab und verhindert oft sogar die Projektdurchführung.

Dies erfordert einen neuen technischen Ansatz, der mit den Gewohnheiten des tradi-

tionellen Baus von Einformanlagen bricht. Somit ergibt sich für Ausrüstungshersteller die folgende Aufgabe: Die Einformanlage neuer Bauart soll flexibel einsetzbar sein, aus verschiebbaren Einzelstücken bestehen, eine mittlere Ausbringung besitzen und für einen weiten Bereich der Süßwarenherstellung angepasst werden können.

DIE GRUNDLAGEN

Um den genannten Anforderungen zu genügen, müssen kleine und mittlere Einformanlagen eine maximale Flexibilität vorweisen. Diese bezieht sich auf:

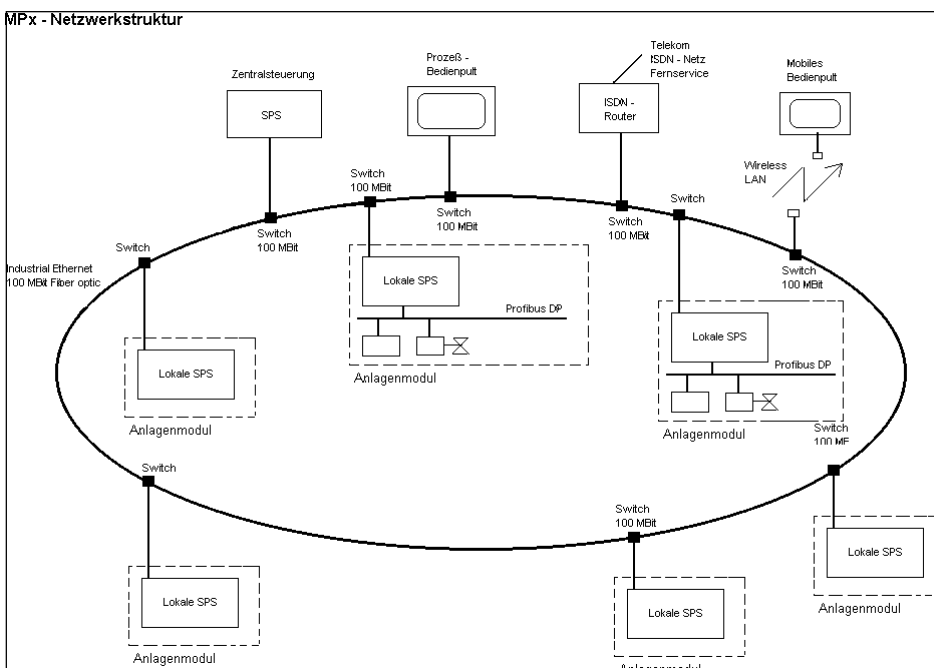
Den flexiblen Einsatz der Einzelmodule: Die Entwicklung wird hier durch einen konsequenten Ersatz mechanischer Verknüpfungen durch elektronisch kontrollierte Funktionen bestimmt.

Die flexible Nutzung der Anlage: Es werden Prozessrechner zur Verwaltung von Aufträgen und Rezepten eingesetzt. Hierdurch wird eine Fahrweise der Anlagen möglich, bei der verschiedene Teilproduktionen in einer optimierten Folge oder sogar gemischt möglich sind. Die Hardwareplattformen hierfür sind die gängigen SPS mit überlagerten Visualisierungsrechnern. Die Software kann sehr effizient mit speziellen Programmierwerkzeugen erstellt werden.

Die langfristige Flexibilität im Anlagenaufbau: Eine Produktionslinie kann nur dann schnell an veränderte Bedingungen angepasst werden, wenn auch das Layout der Forderung nach hoher Flexibilität genügt. Teile der Anlage sollten ergänzt werden, andere herausgenommen oder in der Reihenfolge vertauscht werden können. Diese bisher eher bei Verpackungsmaschinen anzutreffende Eigenschaft kann auf Einformanlagen übertragen werden. Die einzelnen Teile der Anlage müssen elektrisch und mechanisch von Nachelementen unabhängig sein. Daher werden sie mechanisch über standardisierte Schnittstellen verbunden sowie elektrisch über einen schnellen Datenbus. Voraussetzung ist eine sehr hohe Übertragungsgeschwindigkeit des verbindenden Busses sowie ausreichende Leistungsfähigkeit der zentralen Hard- und Software.

SCHNELLE REALISIERUNG EINER ANLAGE

Traditionell wird die Anschaffung einer Anlage über die herzustellenden Produkte und den zu erwartenden Markt gerechnet. Die Entscheidung über die Investition in eine neue Anlage gründet sich zwangsläufig auf die zu erwartende Profitabilität. Drücken jedoch vorhandene Überkapazitäten und sind die Lieferzeiten der Anlage zu lang, kommt das Projekt nicht zustande.



Die Folge: Gute neue Ideen bleiben ungenutzt.

Ein offenes Anlagensystem, wie das hier vorgeschlagene, lässt hingegen eine Realisierung innovativer Projekte durch seine hohe Flexibilität in kurzer Zeit zu, nicht zuletzt auch deshalb, weil Modifizierungen durch verfügbare und nicht aktuell genutzte Elemente möglich sind.

Jedes Anlagenmodul trägt eine Identifikation für Funktion und Synchronisierung. Folglich kann die Produktionskette beliebig zusammengestellt werden, ohne dass eine Neuprogrammierung auf einer der Recherebenen notwendig wird. Durch die Selbstidentifikation der Elemente werden in der Zentralsteuerung entsprechende Programmsequenzen aufgerufen. Dies ermöglicht eine Modifizierung in sehr kurzer Zeit.

TECHNISCHE AUSFÜHRUNG

Das MPx-Konzept ist neu, basiert jedoch auf Erfahrungen mit herkömmlichen Produktionslinien.

MPx-Anlagen werden nach folgenden Konstruktionsprinzipien entworfen:

- Hoher Standard in der Betriebshygiene und schnelle Reinigung durch "leichten" und lebensmittelgerechten Maschinenbau.
- Auswahl nichtkorrodierender und nicht beschichteter Werkstoffe (Edelstahl, Aluminium, hochwertige Kunststoffe).
- Einfache und wirkungsvolle Instandhaltung durch Integration elektronischer Diagnoseroutinen und Fernwartung.
- Verwendung von langfristig verfügbaren Bauteilen.
- Hoher Sicherheitsstandard für das Bedienpersonal.

Im Folgenden werden einige wesentliche Charakteristiken des Konzepts dargelegt.

DAS TRANSPORTSYSTEM

Der Transport der Formen geschieht durch Nasenketten oder Gurte. Antriebsmotor und Spannung bilden eine Einheit.

Neben der internen Motorsynchronisierung wird ein weiteres externes Signal eines Absolutwertgebers benutzt, um die Maschine auch nach einem Stromausfall sofort wieder aufzusynchronisieren zu können.

Die Instandhaltung der Antriebseinheit ist einfach, der Austausch des Motors durch entsprechende Software sowie die Ausführung der Anschlüsse durch Verbindungsstecker einfach und ohne Herstellerpersonal möglich.

Als Antriebsmotoren werden regulär Servomotoren eingesetzt, andere Antriebsarten lassen sich jedoch auch problemlos integrieren,

sowie sie die Schnittstellenbedingungen des Systems MPx erfüllen.

KETTEN UND FORMENPOSITIONIERUNG

Bei Formtransporten mit Nasenketten stellt die Kettenlängung und damit eine undefinierte Position der Formen auch hier ein wichtiges Problemfeld dar. Die MPx-Technik reagiert darauf durch eine doppelte Kontrolle der Kette:

1. Auswertung des elektronischen Gebers an der getriebenen Welle.
2. Messung des ausgespannten Punktes durch ein einfaches Binärsignal.

Die Information über die Kettenlängung ist somit auf dem Anlagenrechner vorhanden. Eine Abweichung vom Normwert wird dem Wartungspersonal automatisch mitgeteilt.

RICHTUNGSÄNDERUNGEN

Die Ausführung von Transporten kann entweder linear mit Kette oder Gurt oder aber rund mit Dreharm oder Gurt konzipiert werden. Vorzugsweise werden für die Anlage-Ecken Drehtransporte anstelle der konventionellen Quertransporte eingesetzt. Dies hat den Vorteil, dass die Form in allen Transportrichtungen bearbeitet werden kann. Außerdem ist das Layout nicht auf 90 ° Winkel für die "Ecke" beschränkt. Die Anlage kann somit wesentlich besser an die Raumgeometrie angepasst werden.

DIE SCHNITTSTELLEN

In den Schnittstellen liegt einer der Schlüssel für dieses Anlagensystem. Transporte, Kühler, Speicher und Funktionselemente müssen beliebig zu einer Produktionskette zusammengeschlossen werden können.

Jedes unabhängige Element charakterisiert sich durch seine Funktion, seine technischen Daten und Abmaße, seine Lage zu Nachbarmodulen, mögliche Verknüpfungen mit Signalen anderer Module und seine Art der Synchronisierung.

Bei mechanischen Anlagen wird die Schnittstellenproblematik durch die Hauptwellenverbindung auf übersichtliche, aber eben sehr starre Weise gelöst.

Für Einzelantriebsanlagen (MPx) benötigt man dafür einen schnellen Signalbus. Der aktuelle Stand der Technik erlaubt hier den Einsatz von Kunststoff-Lichtwellenleitern. Somit können auch größere Anlagen mit zentralen Synchronisierungssignalen versorgt werden.

DIE ARBEITSWEISE

Bei langsamen Anlagen mit einer Leistung von weniger als 16 Formen/min ist es mög-

lich, die Antriebe in Form einer Folgesteuerung zu verknüpfen. Dies ist die einfachste der möglichen Programmierstrategien.

Hierbei geht man von folgendem Ablauf aus: Die Form wird innerhalb eines Moduls bearbeitet (z. B. dosiert). Die Form wird in eine Übergabeposition gefördert. Dem nachfolgenden Modul wird die Bereitschaft zur Übernahme signalisiert. Das nachfolgende Modul holt sich die Form.

Diese Technik sorgt einerseits für Robustheit, Einfachheit und Flexibilität und andererseits durch kleine, aber in der Summe doch relevante Zeitverzögerungen, für eine Beschränkung der Geschwindigkeit.

Bei Anlagen höherer Geschwindigkeit ($16 \text{ Formen / min} < v < 32 \text{ Formen / min}$) reicht die Strategie der Folgesteuerung nicht mehr aus. Auch mit Einschaltung von Pufferstrecken lässt sich die Geschwindigkeit nicht mehr wesentlich steigern.

Die Lösungsalternative hierzu bietet die Einführung der elektrischen Welle. Es handelt sich hierbei um die elektronische Darstellung einer synchronisierenden Hauptwelle. Statt mechanischer Elemente verwendet man ein virtuelles Leitsignal, an dessen Position und Geschwindigkeit sich alle einzelnen Motoren der Anlage synchronisieren. So werden auch komplizierte Übertragungsfunktionen möglich, wie sie bei der mechanischen Hauptwelle durch Kurvengetriebe dargestellt werden. Die ständig neu errechneten Sollwerte für die Motoren werden innerhalb der Zentralsteuerung an die Stelleinheiten der Motoren weitergegeben. Die aktuelle Technologie lässt dabei nur noch sehr geringe Abweichungen zu, so dass man vom Verhalten der angetriebenen Elemente her keinen funktionalen Unterschied mehr zu einer mechanisch synchronisierten Anlage feststellen kann.

Wie beschrieben, setzt diese Technik einen sehr schnellen Informationsaustausch innerhalb des gesamten Systems voraus. Dies ist durch die mittlerweile bewährte Lichtwellenleitertechnik, aus Preisgründen insbesondere unter Verwendung von Kunststoffleitern, möglich.

Auch die Störungsbeseitigung und der Wiederanlauf der Anlage sind bei einem System mit elektrischer Welle vergleichsweise einfach: Nachdem die Ursache für die Störung beseitigt ist, fahren die Motoren ihre Sollposition langsam wieder an und melden die Anlage fertig zum Anlauf.

KRITISCHE SCHNITTSTELLEN

Zuweilen ist es schwierig, zwei Transportmodule direkt miteinander zu verbinden. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn zwei Einheiten unterschiedlicher Hersteller verbunden werden sollen:

Wird die Schnittstellenbedingung erfüllt, ist eine direkte Kopplung Transport A \Rightarrow Transport B möglich.

Ist dies nicht der Fall, wird ein zusätzliches synchronisierendes Modul eingebaut:

Transport A \Rightarrow Synchronisator \Rightarrow Transport B

Wie in jeder Anlage mit losen Formen gibt es folgende Übergänge:

Schritttransport	\Rightarrow	Schritttransport	(direkt)
Konstanttransport	\Rightarrow	Konstanttransport	(direkt – synchro bei Folgesteuerung)
Schritttransport	\Rightarrow	Konstanttransport	(direkt – synchro bei Folgesteuerung)
Konstanttransport	\Rightarrow	Schritttransport	(direkt)

SPEICHER

Bei einer seriellen Anordnung von Modulen, die mit einer Folgesteuerung verknüpft sind, ergibt sich durch die zeitliche Aufsummierung eine kritische Zeitverzögerung.

Um diesen "Gummibandeffekt" zu neutralisieren, müssen Pufferelemente eingesetzt werden. Diese sind in der Lage, Formen abzugeben, wenn dies verlangt wird, und Formen aufzunehmen, sobald sie am Eingang dieser Funktionseinheit erscheinen.

Die technische Realisierung können sowohl einfache Bandstaurecken sein als auch komplexe FIFO -Speicher.

FORMEN UND STANDARDISIERUNG

Eine modulare Einformanlage lässt sich als flexibles System verstehen, welches aus Einzelteilen mit genau vereinbarten Schnittstellen besteht. Dies bedeutet, dass die Übergänge zwischen den Einzelteilen nicht beliebig sind, sondern mechanisch wie elektrisch bestimmten Regeln genügen müssen.

Würde sich eine herstellerübergreifende Standardisierung finden lassen, wären in der Folge Spezialmodule verschiedener Hersteller miteinander zu einer Anlage kombinierbar. Die für den jeweiligen Zweck besten Aggregate würden dem Kunden zur Verfügung stehen.

Ein kontinuierlicher Austausch von Modulen ist möglich, ohne dass es zu einer generellen Erneuerung der Anlage kommt.

Eine derartige Vereinbarung von Standards bezieht sich auf die Geometrie der Übergänge und auf das Datenprotokoll des gemeinsamen Feldbusses.

Formengrößen sind bei einem generell an Standardisierung orientiertem Konzept grundlegend. Es besteht stets die Neigung, die Formengröße innerhalb eines Projekts den technischen Randbedingungen oder der Hauslogistik anzupassen. Dies lässt sich beim vorliegenden Ansatz nicht mehr in gleicher Weise tun.

Einformanlagen in Modultechnik sind aufgrund ihrer Konzeption für kleine bis mittlere Leistungen planbar. Ein Vorschlag,

Formengrößen zu standardisieren, lässt sich von gängigen Formaten ableiten:

275 x 175 mm	(z. B.: 8 x 4 Pralinen)
425 x 275 mm	(z. B.: 12 x 6 Pralinen)
620 x 355 mm	(z. B.: 7 X 2 100-g-Tafeln)

Als weitere Formengröße für höhere Leistungen wird an dieser Stelle vorgeschlagen:

1000 x 406 mm.

IDENTIFIKATION DER FORMEN

Formen als Produktträger durchlaufen einen Prozess mit Bearbeitungsschritten und unterschiedlichen Umgebungszuständen. Einer Form wird daher nicht nur der Zielarbeitsprozess zugeordnet, sondern auch eine Qualitätsgeschichte.

Diese Zuordnung und Dokumentation geschieht bei mechanisierten Anlagen mit Hilfe von elektronischen Ringschieberegistern. Bei der Modulartechnik ist eine eindeutige Zuordnung unter Umständen schwierig, weil durch Verschieben von Anlagenteilen oder Einbau von Pufferstrecken die Zwangsläufigkeit unterbrochen wird.

Eine technisch gute Lösung bietet der Einsatz von Transpondern. Dies sind kleine Kapseln mit einer integrierten Schaltung, die die Identifikation eines Produktträgers ermöglicht. Sie werden in großen Einheiten (z. B. 100 000 Stück) verkauft. Technisch werden sie mit der Innenseite der Form verbunden (Kleben, Ultraschall-Schweißen).

Mit Hilfe der Transponder lassen sich Formen auch außerhalb der Produktionslinie erfassen, zum Beispiel in der Verpackungsanlage, im Formenlager oder in der Formenwaschmaschine.

DIE LUFTTECHNIK

Traditionelle Einformanlagen werden fest mit dem Fabrikboden verbunden und sind für lange Zeit durch Verkabelung und Verrohrungen (Energie- und Masserversorgung) ortsgebunden. Für modulare Anlagen muss die Forderung gestellt werden, dass diese Ortsgebundenheit aufgelöst wird.

Die Lösung für die Luft- und Kältetechnik wird von einer Klimatisierungstechnik abgeleitet, wie sie beispielsweise in der fortgeschrittenen Haustechnik zu finden ist.

Es wird daher vorgeschlagen, eine zentrale Luftversorgung für die gesamte Einformanlage vorzusehen. Die Luft wird dabei in einem Vor- und einem Rückluftkanal oberhalb der vorgesehenen Aufbaustelle der Anlage transportiert. Hierbei wird die frische kalte Luft nach Bedarf und durch Stellung eines Mischventils den jeweiligen Kühlern zugeführt, die entweichende verbrauchte wärmere Luft wird durch den Rückluftkanal zurückgeleitet.

Die Abzweigungen der Hauptkanäle sind einfach zu montieren. Die Kühler können durch die Zuführung von Luft in dieser Weise stets mit Überdruck betrieben werden. Dadurch wird der Eintrag von Feuchtigkeit in den Kühler (Falschluffinfiltration) bereits ansatzweise vermieden. Die durch die Undichtigkeiten der Kühler nach außen entweichende Luft wird im zentralen Wärmetauschersystem aufgefüllt. Dies kann - und sollte nach heutigem Stand der Technik - mit Zwischenschaltung eines Lufttrockners geschehen.

Die zentrale Luftaufbereitung sorgt außerdem für konstanten Druck und die Temperaturregelung der Vorluft.

Wichtiger Vorteil bei diesem System ist die verbesserte Betriebshygiene. Denn auf der einen Seite kann Feuchtigkeit in den Kühlern der Produktionsanlage vermieden werden – die Gefahr von Verpilzungen, wie sie häufig in feuchten Kühlregistern anzutreffen sind, sinkt. Andererseits kann ein zentrales Luftaufbereitungsaggregat, das weit genug von der Produktionsanlage entfernt steht, auf einfache und gründliche Reinigung hin konzipiert werden.

Die Sauberhaltung der Luftleitungen ist ebenfalls eine Gestaltungsfrage. Ausreichend hohe Luftgeschwindigkeiten im Transportsystem können hierbei auch einen Selbstreinigungseffekt erzielen.

PLANUNG UND LAYOUT

Die Vorteile der Modularanlage liegen in der schnellen Anpassung an die Forderungen der Produktion. Es ist leichter, mit dieser Technologie Raum und Zeit für einen raschen Fertigungsanlauf zu finden.

Hier einige Hinweise zur Layoutgestaltung:

- Das Anlagenkonzept benötigt kein rechtwinkliges Layout. Folglich sind Anpassungen auch an komplizierte Grundrisse möglich.
- Grundsätzlich können Elemente verschiedener Hersteller zusammengesetzt werden, soweit die Formengröße dies zulässt.

- Folgende Kühlungssysteme sind einsetzbar:
 - Etagenküher mit Endloskettenpaar
 - Paternosterküher
 - Spiralküher
 - Horizontalküher mit Gurt- oder Kettenförderung

Eine modulare Anlage benötigt etwa 10 % mehr Länge als eine vergleichbare mechanisch synchronisierte Anlage. Der Grund liegt in der Standardisierung der Schnittstellen der einzelnen Elemente.

LEISTUNGEN

Beispiele für die mögliche Ausbringung einer Modulanlage:

A Formengröße:	275 x 175 mm
max. Taktung:	16 Formen/min
Typischer Artikel:	10 g-Praline 8 x 4 = 32 Artikel / Form = 320 g / Form
Ausbringung:	307 kg/h
B Formengröße:	425 x 275 mm
max. Taktung:	24 Formen /min
Typischer Artikel:	10 g- Praline 6 x 12 = 72 Artikel / Form = 720 g / Form
Ausbringung:	1037 kg/h
C Formengröße:	620 x 355 mm
max. Taktung:	32 Formen/min
Typischer Artikel:	100 g - Tafel 7 x 2 = 14 Artikel / Form = 1400 g / Form
Ausbringung:	2688 kg/h

FÜR ALLE FERTIGUNGSPROZESSE

Das Modulkonzept kann für alle bekannten Fertigungsprozesse von Schokolade eingesetzt werden: Massivfertigung, One Shot, Doppelformen, Rotation, Hohlkörper - a) Kaltstempel ("Frozen Cone", "Cool Core"), b) Orbitalschleudern und c) Verdrängung.

Kaltstempelverfahren für die Hohlkörperfertigung bieten bei Modularanlagen wesentliche Vorteile: Zum einen gibt es keine zwangsweise stationäre Peripherie, zum anderen fallen mechanisch aufwendige Wendevorgänge weg.

MÖGLICHKEITEN

Modularanlagen sind von ihrem Konzept her auf kurze Lieferzeiten, zumindest bei den Standardmodulen, ausgelegt. Eine rasche Reaktion auf Marketinganforderungen ist damit möglich. Wesentliche Zeit bis zur Markteinführung kann somit eingespart werden.

Neue technische Konzepte sollten auch die aktuell verfügbaren Möglichkeiten für Service und Instandhaltung integrieren: Es macht Sinn, die Anlage mit einem zusätzlichen Datenbus zu versehen, der als Rückgrat für die Zustandsüberwachung dient.

Hierbei sind zwei Funktionen möglich:

- Einsatz eines Prozessrechners für die betreiberseitige zentrale Service- und Produktionsüberwachung.
- Anbindung an den Teleservice des Herstellers zur Ferndiagnose und Fernparametrierung einzelner Module

Dieser Ansatz erlaubt langfristigen preiswerten Service auf Basis einer regelmäßigen Nutzung der technischen Überwachungssysteme, sei es durch den Betreiber selbst, durch das Herstellerpersonal oder durch externe Servicepartner.

Auch bestehende konventionelle Anlagen können mit Hilfe der Modultechnik ergänzt oder in Teilstücken modernisiert werden.

SCHLUSSBEMERKUNG

Die Preisplattform einer Modulanlage ist insgesamt niedriger anzusetzen als bei vergleichbaren konventionellen Anlagen. Dies beruht wesentlich auf der Standardisierung der einzelnen Module.

Das Konzept ist eng verbunden mit dem Fortschritt auf dem Gebiet der technischen Informatik. Das bedingt einerseits Entwicklungsarbeit und führt andererseits zu einer stetigen Erweiterung der Möglichkeiten für den Betreiber.

Neue Module sollen mit bereits fertig entwickelten verträglich sein.

Die Schnittstellenpflege ist für eine langfristige Verfügbarkeit wesentlich.

SUMMARY

A modular moulding plant concept as answer to changes in the confectionery market is presented by showing essential technologies as electronic factory bus systems and self identification of modules in the circuit. General design concept is presented with hygienic aspects of food process equipment, conveyor drive, mould positioning. Interfacing the modules is presented as mechanical and electronic key engineering task. Standardisation will be basic for a long term success of this concept, therefore mp suppliers might feel invited to share an interface standard. Cool air supply may be centralized, coolers can be moved on the factory floor, they would be pressurized to avoid humidity by air infiltration entirely. Such a mp does not need a rectangular layout. All known process in chocolate moulding may be realised.

Autor:

Dipl.-Ing. Uwe Bindler, Geschäftsführer,
ubitec Dosier- und Prozesstechnik GmbH,
Herweg 10, 51702 Bergneustadt,
Telefon 02261 - 91 48 58,
Fax 02261 - 91 48 59,
E-Mail: ubion@t-online.de

Kennworte:

*Schokoladen-Einformanlagen –
MPx-Konzepte –
Modultechnik –
Standardisierung*