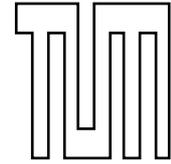


TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Brauereianlagen und
Lebensmittel-Verpackungstechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Horst Weisser



Weihenstephaner Steig 22
D-85350 Freising - Weihenstephan

Tel.: 08161/71 4377 - Fax: 08161/71 4515
Mail: tobias.voigt@bl.tum.de

Standard-Pflichtenheft für BDE-Systeme innerhalb von Getränkeabfülllinien

Stand: 02.10.2000

Weihenstephan, 2. Oktober 2000

Dipl.-Ing. Tobias Voigt

Dr.-Ing. Thomas Rädler

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Horst Weisser

Nachdruck und Veröffentlichung (auch auszugsweise) nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Autoren!

1	Einleitung	3
1.1	<i>Aufgaben von BDE- und Leitsystemen im Abfüllbereich</i>	3
1.2	<i>Zielsetzung des Pflichtenhefts</i>	3
2	Systemarchitektur	4
2.1	<i>Bussysteme</i>	5
2.2	<i>Abfülllinienmodell</i>	7
3	Datenbereitstellung und -übertragung	8
3.1	<i>Datenformate</i>	8
3.2	<i>Datenpunkte</i>	11
3.3	<i>Datenbereichsaufteilung</i>	15
3.4	<i>Datenpunkte bei Prozessanlagen der Peripherie</i>	17
3.5	<i>Dokumentation der BDE-Schnittstelle</i>	17
3.6	<i>Übermitteln und Speichern der Betriebsdaten</i>	17
4	Funktionen der Datenauswertung	19
4.1	<i>Prozessvisualisierung</i>	19
4.2	<i>Störungsanalyse</i>	20
4.3	<i>Datenauswertung mit Chargen- und Schichtbezug</i>	21
4.4	<i>Zeiterfassung und Kennzahlen</i>	23
4.5	<i>Vorbeugende Instandhaltung</i>	27
5	Technisches Berichtswesen für die Abfüllung	28
5.1	<i>Informationsbedürfnisse im Abfüllbetrieb</i>	28
5.2	<i>Gestaltung von Berichten</i>	29
5.3	<i>Beispielberichte</i>	31
	Literaturverzeichnis	35
	Anhang	36
	<i>Anhang A: Für das technische Berichtswesen erforderliche Daten</i>	37
	<i>Anhang B: Standardmäßig anzubindende Datenpunkte</i>	38
	<i>Anhang C: Dokumentationsformulare</i>	42
	<i>Anhang D: Beispielberichte</i>	49

1 Einleitung

Dieses Pflichtenheft entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Entwicklung eines Standards für übergeordnete Steuerungen und BDE-Systeme innerhalb von Abfülllinien“ am Lehrstuhl für Brauereianlagen und Lebensmittel-Verpackungstechnik der TU-München – Weihenstephan. Für die Unterstützung des Projekts durch die Wissenschaftsförderung des Deutschen Brauerbundes sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Dank gebührt auch den Mitgliedern des Arbeitskreises Flaschenkeller des Deutschen Brauerbundes sowie weiteren Praktikern aus zahlreichen Brauerei- und Brunnenbetrieben, die durch die Weitergabe ihrer Erfahrungen die Entstehung dieses Pflichtenhefts erst möglich machten.

Das Pflichtenheft wurde im September 2000 mit Vertretern des Arbeitskreises Flaschenkeller des Deutschen Brauerbundes und den Maschinenherstellern KHS und KRONES abgestimmt.

1.1 Aufgaben von BDE- und Leitsystemen im Abfüllbereich

Betriebsdatenerfassungs- (BDE) -Systeme für Abfüllanlagen werden in der Brauindustrie seit rund einem Jahrzehnt mit dem Ziel eingesetzt, die Genauigkeit und die Durchgängigkeit von Informationsflüssen sowie die Transparenz der Fertigung zu erhöhen und Entscheidungsprozesse besser zu unterstützen. Hierbei wird eine Verbesserung des Betriebsablaufs, ein Erhöhen von Produktivität und Wirtschaftlichkeit sowie die Sicherung der Produktqualität angestrebt. Nach dem derzeitigen Entwicklungsstand können hierfür von einem automatischen BDE-System folgende Aufgaben erfüllt werden [2, 11]:

Technische Informationserzeugung

- On-Line-Visualisieren von Mengen, Zeiten, Messwerten und Anlagezuständen,
- Bewerten von Einzelaggregaten und der Gesamtanlage über Kenngrößen,
- Vorbeugende Instandhaltung.

Qualitätsmanagement

- Sicherung der Produktqualität durch Fehlervermeidung und Erkennung von Störursachen,
- Absicherung gegenüber Dritten durch Erfüllung der Nachweispflicht bei der Produkthaftung [10].

Dokumentieren und Bereitstellen von Informationen für die betrieblichen Abläufe

- Archivieren der Betriebsdaten,
- Aufbereiten und Verdichten der Daten,
- Rationelles Berichtswesen,
- Automatisches Erfassen von Zu- und Abgängen an die Materialwirtschaft,
- Bereitstellen von Kenngrößen für das technische Controlling,
 - Auswertung von Abfülldaten mit Chargen- und Schichtbezug,
 - Mengen für Einsatzmaterialien und Produkt,
 - Zeiten,
 - Spezifische Leistungen und Verbräuche.

1.2 Zielsetzung des Pflichtenhefts

In der Vergangenheit erzielten Brauereien mit dem Einsatz von BDE-Systemen im Abfüllbereich häufig nicht den gewünschten Erfolg. In der Regel kamen individuelle Speziallösungen für einzelne Betriebe zum Einsatz, deren Entwicklung mit hohem Arbeits- und Kostenaufwand verbunden war. Diese erfassen häufig sehr große Datenmengen, die bei unzureichender Verdichtung zu einer Informationsflut führen, die selbst

die heute sehr leistungsfähigen Rechner überlastet und die Wartung der Systeme erschwert. Der Mangel an geeigneten Auswertemechanismen führt zur Unübersichtlichkeit und schlechter Informationsqualität. Darüber hinaus sind bestehende Systeme häufig nicht in das Informationsnetz des Gesamtunternehmens integriert. Der Flaschenkeller stellt dann eine informationstechnische Insel in der Brauerei dar, was zu Medienbrüchen, Mehrfacheingaben sowie einer redundanten Datenhaltung führt. Diese Gründe führen dazu, dass die Systeme von den Mitarbeitern häufig nicht akzeptiert und nur in geringem Ausmaß genutzt werden.

Dieser Problematik ist durch Standardisierung entgegenzuwirken. Das Pflichtenheft dient als Grundlage für die branchenweite Umsetzung eines Standards, der schlanke, kostengünstige und effektiv einsetzbare übergeordnete BDE - Systeme im Flaschenkeller ermöglicht. Hierzu werden Vorgaben gemacht, wie ein BDE-System im Abfüllbereich prinzipiell aufzubauen ist und welche Möglichkeiten bei der Gestaltung der Systemarchitektur bestehen. Für die Steuerungen der Einzelmaschinen wird eine Standardschnittstelle definiert, die die kostengünstige und einfache Datenbereitstellung durch unterschiedliche Hersteller von Abfüllmaschinen ermöglicht. Es wird genau festgelegt, welche Daten von einem BDE-System im Flaschenkeller zu erfassen sind, um den Grundbedarf an Informationen der meisten Brauereien abzudecken, und in welcher Weise diese zu übermitteln sind. Grundfunktionen der Datenauswertung, wie sie jedes BDE-System nach dem derzeitigen Stand der Technik zur Verfügung stellen sollte, werden behandelt. Schließlich wird auf die Gestaltung technischer Abfüllberichte eingegangen und es werden Beispielberichte vorgestellt, die als Grundlage für ein Standard-Berichtswesen herangezogen werden können.

2 Systemarchitektur

Die von einem BDE-System erfassbaren Informationen liegen als einzelne Bits oder Datenworte in den Steuereinrichtungen der Abfüllmaschinen und Fördereinrichtungen vor. Die Kommunikation des Systems mit den Steuerungen erfolgt über den Prozessbus (vgl. Bild 1) [3, 7].

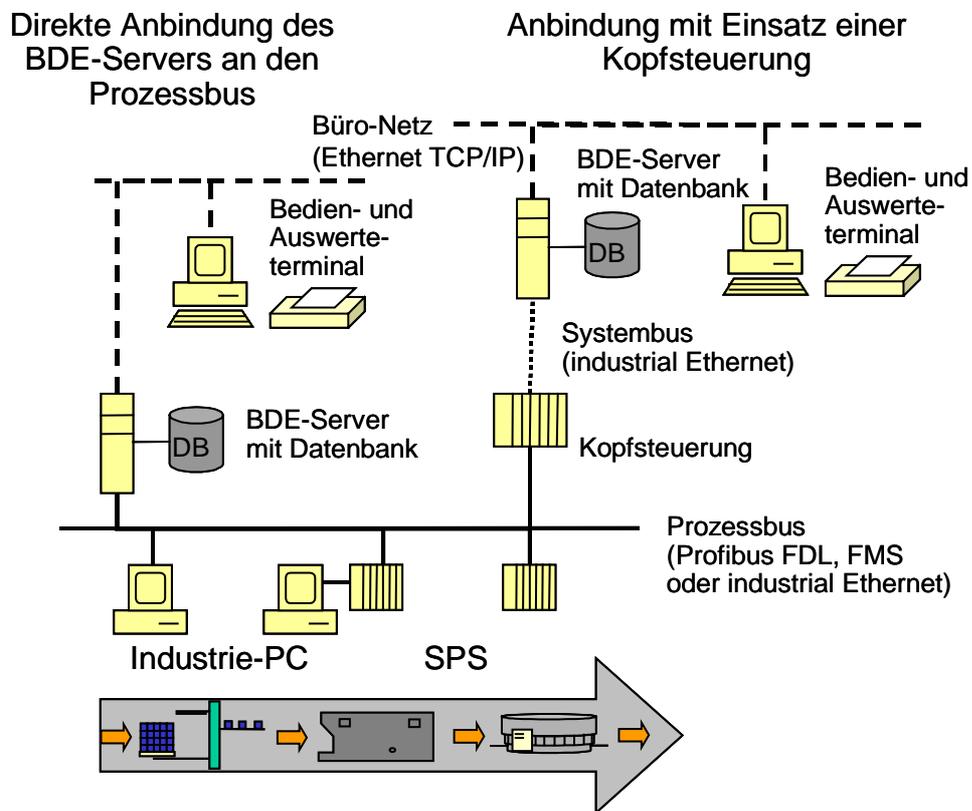


Bild 1: Architekturen von BDE-Systemen

Hierzu sind die Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) aller Maschinen mit Kommunikationsbaugruppen auszustatten und über ein ausreichend gegen elektromagnetische Einstrahlung abgeschirmtes Bus-Kabel mit dem BDE-Server zu verbinden. Alternativ dazu kann die Verbindung bei größeren Systemen auch über eine oder mehrere Kopfsteuerungen erfolgen. Diese bündeln als Datenkonzentrator die Informationen mehrerer Maschinensteuerungen und verringern somit die Zahl der vom Server zu verarbeitenden Datentelegramme. Falls sie mit Speichermedien ausgestattet sind, können sie als Puffer fungieren und Datenverluste vermeiden. Die Zusatzkosten für derartige Kopfsteuerungen sind jedoch bei der Systemgestaltung zu beachten. In neuerer Zeit übernimmt die Funktion einer Kopfsteuerung häufig eine sogenannte Soft-SPS (z. B. Win AC von Siemens). Diese wird als Einsteckkarte direkt in den BDE-Server eingebaut.

Maschinen, deren Steuerung nicht über eine SPS, sondern mittels Industrie-PC oder proprietärer Mikroprozessorsteuerung erfolgt, sind durch eine entsprechende Baugruppe ebenfalls „busfähig“ zu machen oder gegebenenfalls durch eine kleine SPS zum Erfüllen der Kommunikationsaufgaben zu erweitern. Die bisher übliche Methode der Anbindung derartiger Maschinen (meistens Kontrollmaschinen) über eine serielle Schnittstelle (z. B. RS 232) sollte nur in Ausnahmefällen vorgenommen werden. Für den BDE-Server, die Kopfsteuerung oder eine vorhandene Maschinensteuerung mit freien Ressourcen müsste eine speziell für die nicht busfähige Maschine programmierte Empfangssoftware erstellt werden. Für diese Form der Kommunikation wird in naher Zukunft kein Standard durchsetzbar sein.

Über eine Netzwerkanbindung an die „Büro-Welt“ (in der Regel über Ethernet-TCP/IP) tauscht der BDE-Server Informationen mit anderen betrieblichen Informationssystemen aus. Um Insellösungen im Flaschenkeller zu vermeiden, sind Offenheit und Integrationsfähigkeit wichtige Kriterien bei der Systemauswahl. Schnittstellen zu Produktionsplanungs-Systemen, Laborinformationssystemen, Instandhaltungssoftware und Systemen der Materialwirtschaft sind hierfür wichtig. Eine durchgängige Anbindung an Programme für das technische Controlling sowie an betriebswirtschaftliche Planungs- und Steuerungssysteme (ERP-Systeme) muss das Ziel für die Zukunft sein.

2.1 Bussysteme

Als Prozessbus für die Datenerfassung bei Abfüllanlagen sind standardmäßig zwei Systeme im Einsatz. Werden hauptsächlich Siemens Steuerungen angebunden, ist der Profibus die preisgünstigste Alternative. Mit dem Einzug der PC-Technik in den Flaschenkeller erlangt das industrial Ethernet zunehmende Bedeutung. Die wichtigsten Eigenschaften der beiden Bussysteme sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Der Profibus wurde als Feldbus in Deutschland standardisiert und bietet die Möglichkeit des Datenaustauschs bei begrenzter Telegrammlänge. Mit geringen Kosten für Profibus-Baugruppen und hoher Robustheit eignet sich der Profibus gut für den Einsatz bei der Betriebsdatenerfassung, insbesondere bei kleineren BDE-Systemen für überwiegend mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen ausgestatteten Maschinen.

Die den Buszugriff steuernden Dienste des Profibus werden als Fieldbus Data Link (FDL) bezeichnet. Durch direkten Zugriff auf die FDL-Dienste durch Treiberprogramme in den Steuerungen der Einzelaggragate kann der Datenaustausch über den Profibus mit hoher Übertragungsleistung erreicht werden.

Eine einfachere Möglichkeit stellt die Verwendung der vom Profibus zur Verfügung gestellten Anwendungsdienste mit der Bezeichnung Fieldbus Message Specification (FMS) dar. Im Vergleich zum direkten Zugriff auf FDL-Dienste muß hier allerdings mit einer um etwa die Hälfte reduzierten Busleistung gerechnet werden. Bei dieser Vorgehensweise kann jedoch auf Treiberprogramme in den Einzelsteuerungen verzichtet werden und sie ermöglicht ein einfaches zyklisches Abfragen und Senden von Betriebsdaten. Der Profibus FMS wird weltweit von Siemens unter der Bezeichnung Sinec L2 – FMS angeboten. Die von

Siemens angegebene typische Telegrammlänge von 120 bis 230 Byte und eine Übertragungsrate von 187,5 kBit/s (evtl. auch 500 kBit/s) sollten für einen zuverlässigen Busbetrieb nicht überschritten werden.

Aufgrund der begrenzten Telegrammlänge scheidet der Profibus für die Übertragung größerer Datenmengen aus, wie sie beim Einsatz einer Kopfsteuerung als Datenkonzentrator anfallen. Für die Kommunikation der Kopfsteuerung mit dem BDE-Server über den Systembus kommt deshalb überwiegend das an die Bedingungen der Prozesstechnik angepasste Ethernet (industrial Ethernet) mit dem TCP/IP-Protokoll (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) zum Einsatz. Es ermöglicht deutlich höhere Datenübertragungsraten als der Profibus bei unbegrenzter Telegrammlänge, verursacht allerdings zur Zeit etwa um den Faktor 1,5 höhere Kosten. Auch die direkte Anbindung einzelner Maschinensteuerungen an den BDE-Server mittels Ethernet ist möglich. Durch die weite Verbreitung in der PC-Welt und die wachsende Bedeutung des Internets werden die Kosten für Ethernet-Komponenten in Zukunft sicher weiter sinken. Bei der Anbindung neuer Abfüllanlagen mit zahlreichen PC-Steuerungen sollte deshalb industrial Ethernet schon heute das System der Wahl sein.

Tabelle 1: Profibus und Ethernet [9]

	Profibus	Ethernet
Standard	DIN 19 245 [16], EN 50 170	IEEE 802.3 [19]
Topologien	Elektrisch: Linie, Stern optisch: Linie, Stern, Ring drahtlos: Punkt zu Punkt, Punkt zu Mehrpunkt	Linie, Baum, redundanter Ring, Stern
Zeitverhalten	Deterministisch	nicht deterministisch, für BDE aber ausreichend
Zugriffsverfahren	Hybrides Verfahren: Token Passing mit unterlagertem Master/Slave	CSMA/CD (Carrier Sensing multiple Access/Collision Detection)
Anzahl der Teilnehmer	Max. 127	Unbegrenzt
Typ. Telegrammlänge	120 – 230 Byte (nach Siemens)	220 - 515 Byte (nach Siemens)
max. Telegrammlänge	246 Byte (nach DIN)	unbegrenzt
Übertragungsmedien	geschirmte Zweidrahtleitung, Lichtwellenleiter, (Glas, PFC und Plastik) Infrarot	Triaxialkabel, industrial Twisted Pair und Twisted Pair Leitung Lichtwellenleiter Glas
Netzgrößen	Elektrisch: 9,6 km Optisch 90 km	elektrisch: 1,5 km optisch: 4,5 km
Übertragungsraten	93,75 kBit/s, 187,5 kBit/s, 500 kBit/s , 1,500 mBit/s bei BDE-Systemen üblich: 500 kBit/s	10 kBit/s 100 mBit/s (Fast Ethernet)

2.2 Abfülllinienmodell

Bild 2 zeigt im Modell eine Getränkeabfüllanlage für Mehrweg-Glasflaschen. Diese Anlagenform wurde als Grundlage für den Standard ausgewählt. Die Vorgaben sind jedoch in einfacher Weise auf Anlagen im Einweg- und Kunststoffbereich übertragbar.

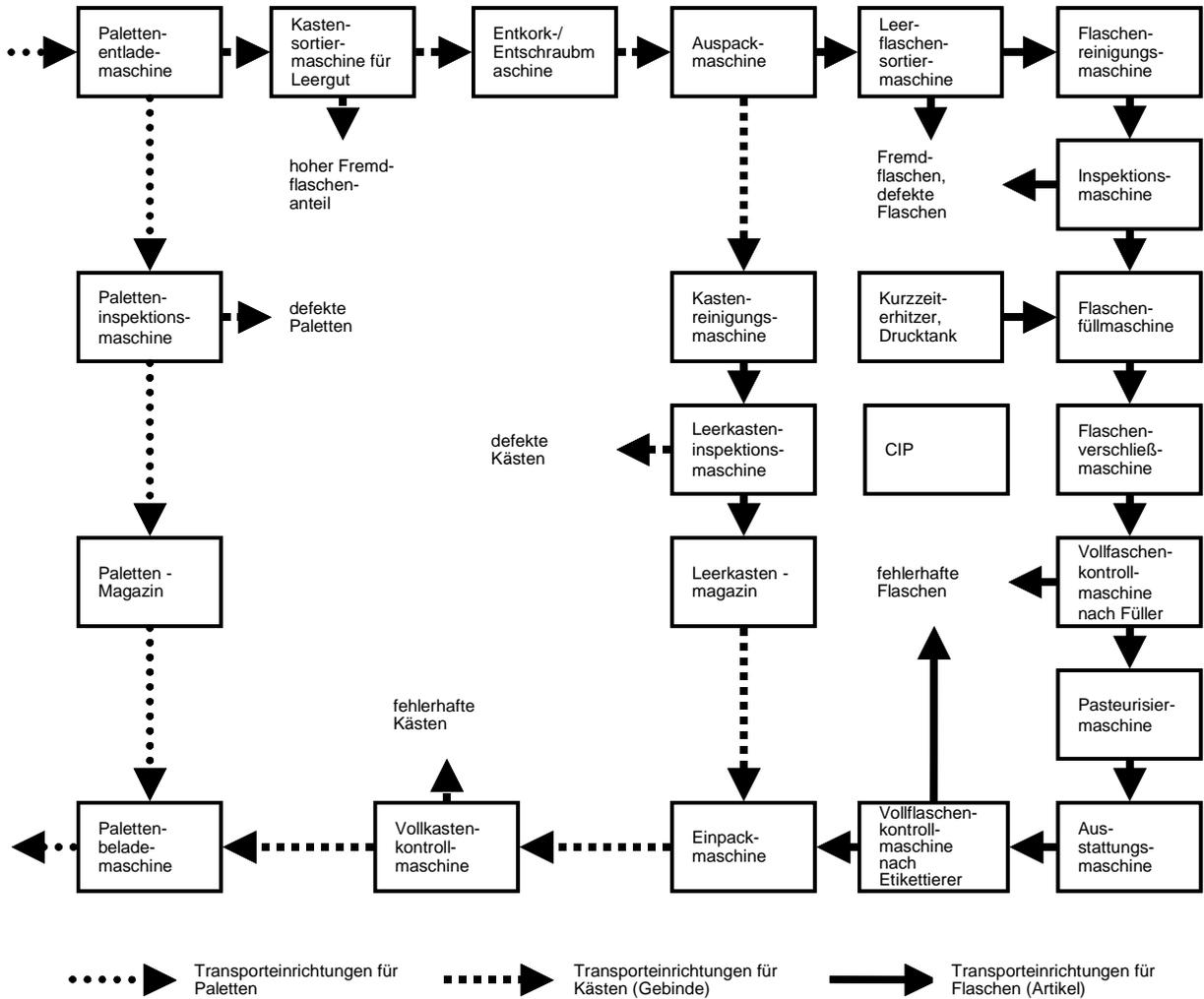


Bild 2: Modell einer Abfülllinie für Mehrwegflaschen

Grundsätzlich sind alle Maschinen und die Steuerungen des Paletten-, Gebinde- und Artikeltransports an das BDE-System anzubinden. Nur so kann eine Beurteilung aller Linienabschnitte und Aggregate nach Laufzeitverhalten, Störanfälligkeit und Wartungsbedarf erfolgen. Will man bei Neuanlagen nur bestimmte Maschinen an ein BDE-System anbinden, so sind die übrigen ebenfalls nach den detaillierten Vorgaben in Kapitel 3 des Pflichtenhefts für die BDE-Ankopplung vorzubereiten. Auf diese Weise können Kosten und Probleme mit den Steuerprogrammen (evtl. veränderte Zykluszeiten, Austausch der CPU) bei einem nachträglichen Anpassen vermieden werden. Die Anbindung der Fördereinrichtungen ist insbesondere für die Beurteilung des Laufverhaltens der gesamten Anlage unerlässlich.

3 Datenbereitstellung und -übertragung

In Abfüllmaschinen wird eine große Zahl an Informationen und Daten verarbeitet, von denen nur ein geringer Teil für die Erfassung durch ein BDE-System von Bedeutung ist. Diese Datenworte sind verteilt in einem Programmgerüst, wie Bild 3 veranschaulicht. Um eine Schnittstelle für die Datenerfassung zu schaffen, müssen diese in für BDE reservierte Datenbereiche rangiert und dort stetig aktualisiert werden. So zusammengefügt können die Daten über den Prozessbus mit dem BDE-Server ausgetauscht werden.

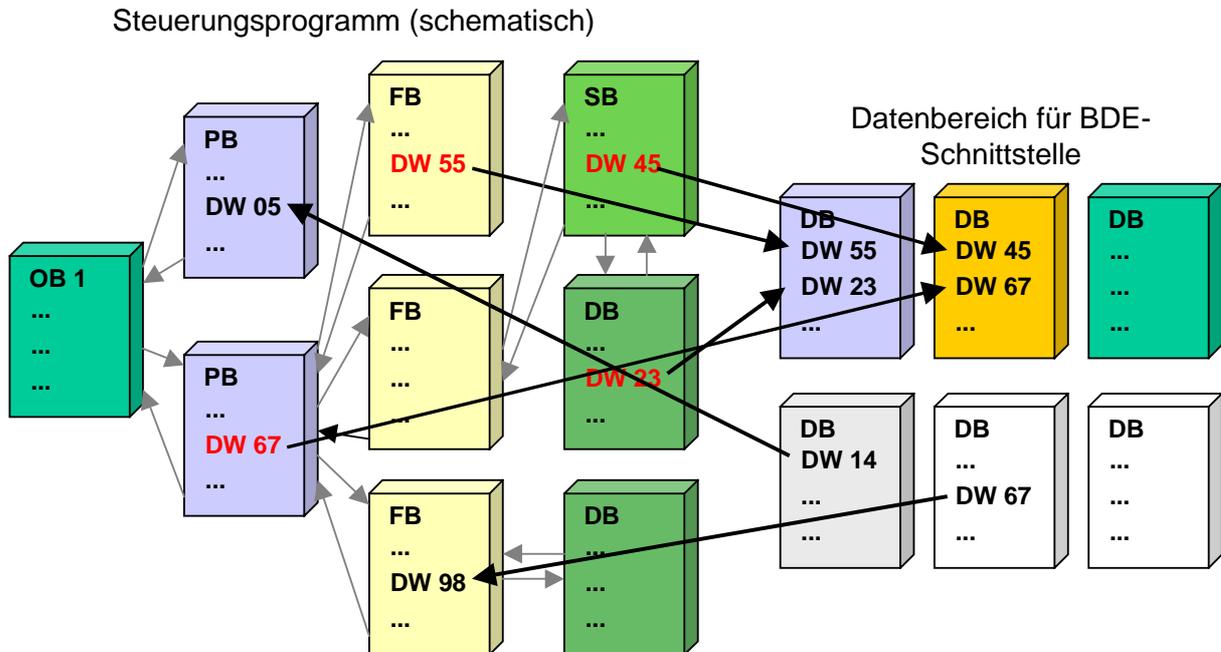


Bild 3: Rangieren der BDE-Daten (beispielhaft bei einer SPS S5)

Die im folgenden spezifizierten Vorgaben über die anzubinden Datenpunkte, deren Struktur, Codierung und die Übermittlungstechnik definieren eine Standardschnittstelle für die Bereitstellung von BDE-relevanten Daten durch Getränkeabfüllmaschinen. Hierzu ist im einzelnen festgelegt, welche Daten für eine effektive Beurteilung der Abfüllarbeit notwendig sind. Diese Datenpunkte sind in für die BDE vorgesehene Datenbereiche strukturiert abzulegen. Es ist festgelegt, in welchen Formaten sie zu codieren sind. Der Definition inhaltlich festgelegter Datenbereiche kommt bei den Vorgaben für einen Schnittstellen-Standard entscheidende Bedeutung zu. Ungeachtet der verwendeten Steuerungstypen müssen die Vorgaben von allen Maschinenherstellern realisierbar sein. Deshalb sind die folgenden Details so ausgeführt, dass sie sich unabhängig von verwendeten Steuerungstypen und Bussystemen umsetzen lassen.

Die Angaben definieren eine Schnittstelle, die eine effektive Beurteilung der Abfüllarbeit entsprechend dem in umfangreichen Untersuchungen ermittelten Grundbedarf von Brauereibetrieben ermöglicht. Die Schnittstelle ist jedoch ausreichend flexibel gestaltet und es ist genügend Platz vorgesehen, so dass projektspezifische Erweiterungen problemlos zu integrieren sind.

3.1 Datenformate

BDE-Systeme liefern Informationen über Maschinen- und Anlagenzustände, Störungen, Messgrößen und Mengen. Um diese sehr verschiedenen Informationen aus den Maschinensteuerungen zu gewinnen, müssen Datenworte mit unterschiedlicher Größe und voneinander abweichenden Eigenschaften erfasst werden. Entsprechend unterscheidet man unterschiedliche Kategorien von Informationen mit den im Folgenden erläuterten Datenformaten.

Binäre Codierung

Für jede mögliche Information ist im Datenbereich der BDE-Schnittstelle ein einzelnes Bit vorzusehen. Dieses ist auf 1 zu setzen, wenn die zugehörige Betriebsart gewählt ist, ein entsprechendes Programm gefahren wird oder der jeweilige Maschinenzustand vorliegt. Im letzten Fall gilt also beispielsweise:

Bit = 1 → entspricht Maschinenzustand liegt vor

Bit = 0 → entspricht Maschinenzustand liegt nicht vor.

Diese Vorgehensweise benötigt wenig logische Programmierung innerhalb der Steuerung, ist somit für einen Maschinenhersteller leicht zu realisieren und verlangsamt den Programmablauf nur kaum. Zum anderen ermöglicht diese Codierung das Darstellen mehrerer Informationen gleichzeitig.

Codierung im Aufzählungsmodus (16-Bit Integer-Datenwort)

Neben der binären Codierung können Informationen als 16-Bit Integer-Datenwort übermittelt werden. Über eine zugehörige Zuordnungstabelle kann das BDE-System dem Anwender die im Zahlenwert enthaltene Information zur Verfügung stellen. Durch diese Form der Codierung wird immer nur eine eindeutige Information übermittelt. Als Beispiel ist nachfolgend ein Auszug aus einer derartigen Zuordnungstabelle für Störmeldungen dargestellt.

Tabelle 2: Beispiel für eine Zuordnungstabelle

Zahlenwert des Integer-Datenworts für die Störmeldung	Bedeutung
...	...
...	...
45	Sicherheitskreis Not-Aus
46	Sicherheitskreis Vortisch
47	Sicherheitskreis Ringkessel
49	Netzschuetzueberwachung
50	Motorschutz Hauptantrieb
51	Motorschutz Einlaufbaender
52	Motorschutz Auslaufbaender
65	Motorschutz Vakuumpumpe
66	Motorschutz HDE
...	...

Binäre Codierung oder Codierung im Aufzählungsmodus?

Maschinenzustand*, Programm* und Betriebszustand* einer Maschine können gemäß der Definition im vorliegenden Standard nur „exklusiv oder“ verknüpft auftreten, eine eindeutige Zuordnung ist also notwendig. Somit können diese Informationen als 16-Bit Integer-Datenwort übermittelt werden. Da es sich andererseits in der Regel um keine große Zahl an Informationen bzw. Bits handelt, bietet sich in gleicher Weise ein binär codiertes Übermitteln an, mit dem Vorteil der einfacheren Programmierung innerhalb der Steuerung. Es gilt dann aber genau darauf zu achten, dass nicht infolge von Rangierfehlern in der SPS

* Die mit * gekennzeichneten Begriffe sind unter gleichnamigen Stichwort an anderer Stelle des Kapitels erklärt.

mehrere Bits gleichzeitig gesetzt sein können. Die Wahl zwischen den beiden Alternativen hat der Maschinenhersteller zu treffen.

Meldungen, die gleichzeitig anliegen können (Oder-Verknüpfung) und von der Steuerung dem BDE-System mitgeteilt werden sollen, müssen binär codiert werden. Maschinenspezifische Meldungen* werden aus diesem Grund binär codiert.

Zur Übermittlung von Störmeldungen*, Hinweismeldungen* und Programmschritten* ist eine Integer-Zahl als 16-Bit Integer-Datenwort zu verwenden. Da Stör- und Hinweismeldungen gleichzeitig auftreten können, ist in der Steuerung eine Priorisierung vorzunehmen, um das BDE-System mit der für den Benutzer interessanten Information zu versorgen. So ist bei Störungen nur die Erstwertmeldung* aufzulegen. Auf weiter auflaufende Folgemeldungen kann verzichtet werden. Bei Hinweismeldungen ist die Neuwertmeldung* von Interesse.

Können Störmeldungen als Erstwertmeldungen oder Hinweismeldungen als Neuwertmeldungen in der Maschinensteuerung nicht realisiert werden, oder besteht seitens des Abfüllbetriebes Interesse, dass alle Meldungen der Steuerung aufgelegt werden, sind diese Meldungen binär codiert als maschinenspezifische Meldungen zu übermitteln. In diesem Fall ist eine Deklaration des Meldungstyps* (Stör- oder Hinweismeldung) zu dokumentieren. Eine Erstwertauswertung für Störmeldungen und eine Neuwertauswertung für Hinweismeldungen kann dann auch auf dem BDE-System, anstatt in der Steuerung der Maschine, durchgeführt werden.

16- oder 32-Bit Integer-Datenworte für Parameter und Messwerte

Die in Maschinensteuerungen vorliegende Parameter und Messwerte sind als Integer-Zahlen mit einer Größe von 16 oder 32 Bit aufzulegen. Hierdurch lassen sich alle im Flaschenkeller vorkommenden Werte mit ausreichender Genauigkeit darstellen. Etwaige Einheiten und Umrechnungsfaktoren für die korrekte Dezimalstelle sind in die Dokumentation einzuarbeiten.

32-Bit Integer-Datenworte für Zählwerte

Zählwerte dienen zum Erfassen von Mengen- und im Einzelfall auch Zeitinformationen. Sie können mit fortschreitender Zeit nur größer werden. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Zählern:

- Absolute Zähler:
Bei diesen Zähleinrichtungen besteht die Möglichkeit, sie zu bestimmten Zeitpunkten, z. B. dem Beginn einer neuen Charge, auf Null zu setzen. Dies geschieht in der Regel durch eine Rücksetztaste direkt an einer Maschine und ermöglicht die direkte Anzeige des Zählwerts am Display. Beispielsweise kann so die absolute Zahl der abgefüllten Flaschen einer laufenden Charge angezeigt werden.
- Umlaufende Zähler:
Umlaufende Zählwerte werden nie auf Null zurückgesetzt. Den absoluten Wert eines umlaufenden Zählers ermittelt man durch Differenzbildung aus Anfangs- und Endwert im Bezugszeitraum. Wenn der Zählwert seinen maximalen Wertebereich überschreitet, kommt es zum Überlauf, und der Zähler beginnt erneut von Null zu zählen. In diesem Fall wird der Endwert des Bezugszeitraums kleiner sein, als der Anfangswert. Zur Differenz muss dann der Maximalwert des Zählers addiert werden, um den absoluten Zählwert zu erhalten.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass das manuelle Zurücksetzen absoluter Zählwerte eine große Fehlerquelle darstellt. Deshalb sind für BDE-Systeme ausschließlich umlaufende Zähler zu verwenden. Parallel dazu können absolute Zähler zusätzlich zur Versorgung von Maschinenanzeigen verwendet werden.

Es muss in jedem Fall vermieden werden, dass es innerhalb eines Bezugszeitraums, in der Regel innerhalb einer Produktionscharge, zu mehreren Überläufen eines Zählwerts kommt. Da man es im Bereich der Flaschenabfüllung mit sehr großen Zählwerten zu tun hat, sind diese im Doppeldatumsformat mit 32 Bit zu codieren. Hierdurch werden ausreichend große Zahlenbereiche bis etwa 2×10^9 zur Verfügung gestellt.

3.2 Datenpunkte

Zur Frage, welche Datenpunkte im Einzelnen bei den jeweiligen Maschinen aufzulegen sind, wurde in einer Studie der Grundbedarf innerhalb der Brau- und Getränkeindustrie ermittelt. Auf Grundlage bestehender Normen und in Zusammenarbeit mit Maschinenherstellern und BDE-Anbietern wurde daraufhin ein Standard erarbeitet. Die festgelegten Datenpunkte sind nach Kategorien geordnet nachfolgend erläutert. Ihre Bereitstellung sollte bei allen neu zu erwerbenden Abfüllmaschinen und Transporteinrichtungen eingefordert werden. Bei speziellen Anforderungen können zusätzliche Datenpunkte in gleicher Weise in den vorgesehenen Reservebereichen hinzugefügt werden.

Bei den Begriffsfestlegungen wurden die einschlägigen DIN-Normen zugrundegelegt.

Maschinenzustand

Der Maschinenzustand gibt Auskunft darüber, ob die Maschine außer Betrieb gesetzt ist (Aus: zugehöriges Bit = 1 oder Kennzeichnung durch dokumentierte Integer-Zahl). Wenn dieses Bit nicht gesetzt ist, ist die Maschine in Betrieb und befindet sich in einer der folgenden Betriebsarten.

Betriebsart

Die Betriebsart informiert über Art und Umfang der Eingriffe in eine Steuerungseinrichtung durch den Bedienenden oder auch durch Rückmeldungen aus der zu steuernden Anlage (DIN 19 237). Für Maschinen innerhalb von Getränkeabfülllinien sind die folgende Betriebsarten zu unterscheiden und entweder bitweise zu codieren oder als Integer-Zahl zu dokumentieren:

- **Automatik:**
Betriebsart, in der die Steuerung ohne Eingriff des Bedienenden in einem gestarteten Steuerungsablauf programmgemäß arbeitet (DIN 19 237). Innerhalb des vorliegenden Standards ist hier mitgemeint, dass die Maschinen einer Abfüllanlage in das Regelkonzept der Gesamtanlage integriert sind und in ihrer Einstellausbringung automatisch geregelt werden.
- **Teilautomatik:**
Betriebsart, in der nur Teile der Steuerung oder des Programms ohne Eingriff des Bedienenden programmgemäß arbeiten (DIN 19 237). Innerhalb des vorliegenden Standards ist hier mitgemeint, dass die Maschinen einer Abfüllanlage nicht in das Regelkonzept der Gesamtanlage integriert sind und die Einstellausbringung mittels Hand vor Ort eingestellt wird.
- **Hand:**
Betriebsart, in der die Steuerungseinrichtung durch Eingriff des Bedienenden nur in Abhängigkeit von etwaigen Verriegelungen arbeitet (DIN 19 237). Innerhalb des vorliegenden Standards sind im Gegensatz zur DIN auch die Betriebsarten Einrichten, Schrittsetzen und Tippen mit inbegriffen.

Programm (Programmbaustein einer Steuerung)

Das Programm ist eine zusammengehörende Folge von Steuerungsanweisungen für eine in sich abgeschlossene anwendungsorientierte Funktion (DIN 19 237). Bei Abfüllmaschinen sind Bits oder dokumentierte Integer-Zahlen für den Maschinenbetrieb mit folgenden Programmen aufzulegen:

- **Produktion:**
Die Maschine befindet sich in der Funktion, für die sie nach den Angaben des Herstellers geeignet ist.
- **Produktion Anlaufen/Vollfahren:**
Die Maschine befindet sich zwar in der Funktion, für die sie nach den Angaben des Herstellers geeignet ist, allerdings in einem Startprogramm, das ein bestimmungsgemäßes oder sicherheitsbedingtes Anlaufen oder, bei Güter speichernden Maschinen, Vollfahren der Maschine sicherstellt.

- Produktion Auslaufen/Leerfahren:
Die Maschine befindet sich zwar in der Funktion, für die sie nach den Angaben des Herstellers geeignet ist, allerdings in einem Stoppprogramm, das ein bestimmungsgemäßes oder sicherheitsbedingtes Auslaufen oder, bei Güter speichernden Maschinen, Leerfahren der Maschine sicherstellt.
- Reinigen:
Die Maschine befindet sich in der Funktion Reinigen. Dieses Programm kann aus Programmschritten bestehen, die unabhängig voneinander angesteuert werden können, z. B. Programmschritt „Überschwallen“ bei der Füll- oder Verschleißmaschine oder Programmschritt „Kopfraumdesinfektion“ bei der Reinigungsmaschine.
- Rüsten:
Die Maschine befindet sich im Programm Rüsten, in dem automatische Maschineneinstellungen in Abhängigkeit von Parametern* geändert werden.
- Warten:
Die Maschine befindet sich im Programm, in dem Wartungs- und Pflegearbeiten durchgeführt werden.
- Pause:
Die Maschine befindet sich in einem Pausenprogramm, das ein bestimmungsgemäßes Inbetriebnehmen der Maschine nach der Pause sicherstellt.

Falls Abfüllmaschinen keine Programme für Reinigen, Rüsten und Warten besitzen, ist eine Information für das Zeitkonto Nebenzeit einzurichten. Zusätzliche Programme, insbesondere für die prozesstechnische Peripherie, sind maschinen- bzw. anlagenspezifisch anzufügen.

Betriebszustand

Bei dem Abarbeiten des programmgemäßen Steuerungsablaufs können bei störungsbehafteten Maschinen verschiedene Betriebszustände auftreten. Dies ist für jedes Programm eine Auswahl aus den nachfolgend erklärten Zuständen: „Bereit“, „Betrieb“, „Eigenstörung“, „Bedienereingriff“, „Fremdstörung“, „Mangel am Einlauf“, „Stau am Auslauf“ oder „Mangel/Stau im Nebenstrom“, die „exklusiv oder“ auftreten können. Der Betriebszustand ist bitweise zu codieren oder als Integer-Zahl zu dokumentieren.

- Bereit:
Die Maschine ist bereit ihre vorgesehene Funktion auszuführen; sie ist allerdings gerade in einem Wartezustand und muss vom Bedienenden in Betrieb gesetzt werden (Kein Mangel- oder Stauzustand).
- Betrieb:
Die Maschine führt ihre vorgesehene Funktion aus (DIN EN 292-1).
- Eigenstörung (maschinenbedingte Störung):
Störung, die an der Maschine selbst auftritt und die zu einem Maschinenstopp führt (nach DIN 8782). Im Betriebszustand Eigenstörung führt die Maschine ihre vorgesehene Funktion infolge einer vom Sensorsystem der Steuerung der Maschine erkannten unzulässigen Abweichung vom SOLL-Zustand (Störmeldung*) nicht aus (Maschinenstopp). Die unzulässige Abweichung ist in der Steuerung als Eigenstörung parametrierbar.
- Bedienereingriff:
Die Maschine führt ihre vorgesehene Funktion infolge einer nicht vom Sensorsystem der Steuerung sondern vom Bedienenden erkannten unzulässigen Abweichung vom SOLL-Zustand nicht aus (Maschinenstopp), so dass der Bedienende eingreift und hierfür trennende Schutzvorrichtungen öffnet, den Not-Aus-Taster drückt oder die Maschine mittels Hand-Aus außer Betrieb setzt.
- Fremdstörung (maschinenfremde Störung):
Störung, die der Maschine nicht selbst zuzuordnen ist, aber dennoch zu einem Maschinenstopp führt (nach DIN 8782). Im Betriebszustand Fremdstörung führt die Maschine ihre vorgesehene Funktion infolge einer vom Sensorsystem der Steuerung erkannten unzulässigen Abweichung vom SOLL-

Zustand (Störmeldung*) nicht aus (Maschinenstopp). Die unzulässige Abweichung ist in der Steuerung als Fremdstörung parametrisiert. Die Fremdstörungen Mangel am Einlauf*, Stau am Auslauf* und Stau/Mangel im Nebenstrom werden separat erfasst und werden somit nicht diesem Betriebszustand zugeordnet. Sonstige Mangel- oder Stausituationen werden dagegen als Fremdstörung erfasst.

- Mangel am Einlauf:
Die Maschine führt ihre vorgesehene Funktion infolge eines vom Sensorsystem der Steuerung erkannten Gutstrommangels in der Zuführung der Maschine nicht aus (Maschinenstopp). Bei Maschinen, die mehrere Einläufe besitzen, bezieht sich der Zustand Mangel im Einlauf auf den Hauptstrom, d.h. auf das Gut (Kasten, Flasche), welches in Richtung der Füllmaschine (zentrale Maschine) geführt wird bzw. von der Füllmaschine weggeführt wird. Der Mangel im Einlauf ist eine Fremdstörung, wird aber aufgrund der Bedeutung für die Visualisierung und das technische Berichtswesen separat aufgelegt.
- Stau im Auslauf:
Die Maschine führt ihre vorgesehene Funktion infolge eines vom Sensorsystem der Steuerung erkannten Staus in der Gutstromabführung der Maschine nicht aus (Maschinenstopp). Bei Maschinen die mehrere Abführungen besitzen bezieht sich der Zustand Stau im Auslauf auf den Hauptstrom, d.h. auf das Gut (Kasten, Flasche), welches in Richtung der Füllmaschine (zentrale Maschine) geführt wird bzw. von der Füllmaschine weggeführt wird. Der Stau im Auslauf ist eine Fremdstörung wird aber aufgrund der Bedeutung für die Visualisierung und das technische Berichtswesen separat aufgelegt.
- Stau/Mangel im Nebenstrom:
Die Maschine führt ihre vorgesehene Funktion infolge eines vom Sensorsystem der Steuerung erkannten Mangels in der Nebenstromzuführung oder Staus in der Nebenstromabführung der Maschine nicht aus (Maschinenstopp). Dieser Zustand kann nur bei Maschinen auftreten, die zwei Ab- bzw. Zuführungen besitzen und bei denen der Nebenstrom wiederum Eingang bzw. Ausgang einer vor- oder nachgeschalteten Maschine der Abfülllinie ist (Pack- und Palettiermaschinen). Der Nebenstrom bezieht sich auf das Gut (Palette, Kasten), das weiter entfernt von der Füllmaschine (zentrale Maschine) geführt wird. Der Stau/Mangel im Nebenstrom ist eine Fremdstörung wird aber aufgrund der Bedeutung für die Visualisierung und das technische Berichtswesen separat aufgelegt.

Maschinenspezifische Meldungen

Auch bei Auftreten einer Fremdstörung* soll das BDE-System die Störursache protokollieren. Diese Störursachen sind maschinenspezifisch aufzulisten und, da mehrere gleichzeitig auftreten können, bitweise zu codieren. Das gleiche gilt für maschinenspezifische Hinweismeldungen, die für Visualisierungsaufgaben und/oder für die Protokollierung des BDE-Systems von Bedeutung sind. Da maschinenspezifische Meldung sich je nach Maschinentyp unterscheiden können, ist ihre ausführliche Dokumentation wichtig. Eine Deklaration des Meldungstyps* (Stör- oder Hinweismeldung) ist notwendig.

Eine Zusammenstellung notwendiger maschinenspezifischer Meldungen findet sich in Anhang B. Maschinenhersteller können von sich aus oder auf Kundenwunsch natürlich auch alle Meldungen, die die Steuerungen zur Verfügung stellen, als maschinenspezifische Meldungen bitweise codiert aufliegen.

Beispiele für maschinenspezifische Meldungen:

- Leerflaschen-Inspektionsmaschine „Testflaschenlauf angefordert“:
Die Leerflaschen-Inspektionsmaschine fordert zur Überprüfung ihrer Funktion Testflaschen an.
- Leerflaschen-Inspektionsmaschine „Testflaschenlauf o.k.“:
Der Leerflaschen-Inspektionsmaschine wurden im vorgegebenen Zeitraum Testflaschen zugeführt und alle Fehler sind erkannt worden.
- Leerflaschen-Inspektionsmaschine „Testflaschenlauf nicht o.k.“:
Der Leerflaschen-Inspektionsmaschine wurden im vorgegebenen Zeitraum Testflaschen zugeführt, aber nicht alle Fehler sind erkannt worden.

- Leerflaschen-Inspektionsmaschine „Testflaschenlauf nicht durchgeführt“:
Der Leerflaschen-Inspektionsmaschine wurden trotz Anforderung im vorgegebenen Zeitraum keine Testflaschen zugeführt.
- Flaschenreinigungsmaschine „Knallgasabsaugung“:
Bei der Flaschenreinigungsmaschine ist aufgrund einer Folierungserkennung im Flascheneinlauf die Funktion Knallgasabsaugung aktiviert.
- Flaschenfüllmaschine „CO₂-Mangel“:
Das Sensorsystem der Steuerung der Füllmaschine erkennt einen CO₂-Mangel.
- Flaschenfüllmaschine „Verschlussmangel“:
Das Sensorsystem der Steuerung der Füllmaschine erkennt einen Verschlussmangel.

Meldungstyp

Unter dem Meldungstyp wird in diesem Pflichtenheft die Einordnung als Stör- oder Hinweismeldung verstanden.

Störmeldung

Eine Störmeldung meldet die unzulässigen Abweichung des IST-Zustandes vom SOLL-Zustand (DIN 19 235). Innerhalb des vorliegenden Standards ist hier gemeint, dass die Steuerung infolge der festgestellten, unzulässigen Abweichung die Maschine außer Betrieb setzt (Maschinenstopp). Die Störmeldung ist als Erstwertmeldung auszuführen und wird als Integer-Zahl im Aufzählungsmodus codiert.

Erstwertmeldung meint eine Verarbeitung, die aus einer Anzahl von Meldungen diejenige hervorhebt, deren Zustand sich seit der letzten Quittierung als erste geändert hat (DIN 19 235). Im vorliegenden Pflichtenheft ist hier beabsichtigt, dass bei einer Erstwertmeldung nur die erste Meldung ausgegeben wird, folgende Meldungen werden dagegen solange die erste Meldung anliegt unterdrückt.

Hinweismeldung

Eine Hinweismeldung fordert zur Durchführung bestimmter Maßnahmen auf (DIN 19 235). Innerhalb des vorliegenden Standards ist hier mitgemeint, dass die Steuerung eine Abweichung des IST-Zustandes vom SOLL-Zustand festgestellt hat, die zwar noch nicht zu einem Maschinenstopp führt, sondern über die der Bedienende lediglich informiert wird. Die neueste Hinweismeldung soll auch im BDE-System mitgeführt werden, so dass Hinweismeldungen als Neuwertmeldungen auszuführen sind und als Integer-Zahl im Aufzählungsmodus codiert werden.

Neuwertmeldung meint eine Meldungsverarbeitung, die aus einer Anzahl von Meldungen diejenige hervorhebt, deren Zustand sich seit der letzten Quittierung geändert hat (DIN 19 235). Im vorliegenden Pflichtenheft ist hier mitgemeint, dass bei einer Neuwertmeldung nur die neueste Meldung ausgegeben wird, schon zeitlich früher anliegende Meldungen werden dagegen solange die neueste Meldung anliegt unterdrückt.

Programmschritt (Ablaufschritt, Schritt)

Die kleinste funktionelle Einheit des Programms von Ablaufsteuerungen wird als Programmschritt bezeichnet (DIN 19 237). Um die Nachvollziehbarkeit der Vorgänge im Flaschenkeller sicherzustellen, sind zusätzlich zum Programm die einzeln in Abarbeitung befindlichen Schritte in einer Integer-Zahl (Aufzählungsmodus) aufzulegen.

Beispiele:

- Programmschritt „Kopfraumdesinfektion“:
Die Reinigungsmaschine befindet sich im Programmschritt Kopfraumdesinfektion.

- Programmschritt „Überschwallen Füllmaschine“:
Die Füllmaschine befindet sich im Programmschritt Überschwallen.
- Programmschritt „Überschwallen Verschleißmaschine“:
Die Verschleißmaschine befindet sich im Programmschritt Überschwallen.

Parameter

Unter Parametern werden innerhalb des Pflichtenheftes die Einstellungen einer Maschine für das Verarbeiten gegebener Getränkesorten sowie Packmittel, Packhilfsmittel oder Sammelpackungen verstanden. Für jeden Parameter ist eine Integer-Zahl vorzusehen, der über eine gut dokumentierte Tabelle die entsprechende Einstellung zugeordnet werden kann (vgl. 3.1). Eine Zusammenstellung notwendiger Parameter findet sich für die Maschinen einer Abfüllanlage für Mehrweg-Glasflaschen in Anhang B.

Messwerte

Gleitend schwankende Prozessgrößen (Temperaturen, Drücke, usw.) und Kenngrößen von Maschinen (z. B. Einstellausbringung) werden unter dem Begriff Messwerte zusammengefasst. Für das Auflegen von Messwerten ist ein einfaches Datenwort mit 16-Bit ausreichend (vgl. 3.1). Sinnvoll zu erfassende Messwerte für unterschiedliche Abfüllmaschinen sind in Anhang B zusammengestellt.

Zählwerte

Zählwerte dienen zum Erfassen von Mengen- und evtl. auch Zeitinformationen (z. B. Betriebsstundenzähler). Sie können mit fortschreitender Zeit nur größer werden. Es sind ausschließlich umlaufende Zähler* zu verwenden (vgl. 3.1). Bei allen Maschinen sind die Schaltspiele wartungsintensiver Bauteile als Zählwerte zu erfassen. Weitere zu erfassende Zählwerte sind in Anhang B aufgeführt.

3.3 Datenbereichsaufteilung

Zum Realisieren einer einheitlichen BDE-Schnittstelle ist in allen Maschinen- und Transporteursteuerungen ein Speicherbereich für das Ablegen der relevanten Datenworte vorzusehen. Da für Abfüllmaschinen verschiedene Steuerungstypen und Steuerprogramme eingesetzt werden, ist es nicht sinnvoll an dieser Stelle genaue Vorgaben über Adressen oder Baustein-Nummern zu machen. Bei Simatic S7 und S5 Steuerungen der Firma Siemens ist ein für den Programmablauf ungenutzter Datenbaustein zu verwenden. Bei Allen-Bradley PLC's wären hingegen Datenfiles zu definieren. Allerdings sollte in jedem Fall, also auch bei allen übrigen SPS- oder PC-basierten Steuerungen, ein zusammenhängender Datenbereich mit den in 3.2 dargestellten, funktionell gegliederten Inhalten angelegt und ausreichend dokumentiert werden. Die Reihenfolge der Bytes und Datenworte bleibt den Maschinenherstellern überlassen. Die in Tabelle 3 gewählte Reihenfolge ist als Beispiel und zur Prüfung auf Vollständigkeit zu verwenden.

In unserem Beispiel dienen die ersten Bytes des Datenbereichs der bitweisen Codierung des Maschinenzustands und der Betriebsart, des Programms, des Betriebszustands. Diese Informationen können auch als drei 16-Bit Integer-Datenworte dargestellt werden. Für die binär codierten maschinenspezifischen Meldungen ist eine ausreichende Zahl an Bytes zu reservieren. Die Datenwörter für das Auflegen der Störmeldungen, Hinweismeldungen und Programmschrittnummern sind nachfolgend angeordnet. Hiernach folgen Datenbereiche für aufzulegende Parameter, Messwerte und Zählwerte von Maschinen. Diese Bereiche sind so auszulegen, dass sie für alle bei der jeweiligen Maschine aufzulegenden Datenworte Platz bieten und zusätzlich ein ungenutzter Reservebereich von 50 % bezogen auf den genutzten Bereich für spätere Erweiterungen vorhanden ist.

Bei allen aufgelegten Daten ist auf die korrekte Reihenfolge der einzelnen Bits und Bytes innerhalb Speicherprogrammierbarer Steuerungen und PCs zu achten!

Tabelle 3: Struktur des Datenbereichs für die BDE Schnittstelle

Kategorie	DBB	Bit							
	
Maschinen-zustand, Betriebsart ¹	...	Aus	Hand	Teil-automatik	Automatik				
Programm ^{1,2,3}	...	Produktion	Anlaufen/Vollfahren	Auslaufen/Leerfahren	Reinigen	Rüsten	Warten	Pause	
Betriebs-zustand ^{1,3}	...	Bereit	Betrieb	Eigen-störung	Bediener-eingriff	Fremd-störung	Mangel am Einlauf	Stau am Auslauf	Stau/Mangel Nebenstrom
maschinen-spezifische Meldungen ⁴	...								
Störmeldung ⁵	...	16-Bit Integer-Datenwort für Störmeldungen							
	...								
Hinweis-meldung ⁶	...	16-Bit Integer-Datenwort für Hinweismeldungen							
	...								
Programm-schritt	...	16-Bit Integer-Datenwort für die Programmschrittnummer							
	...								
Parameter	...	16-Bit Integer-Datenwort für Parameter 1							
	...								
	...	16-Bit Integer-Datenwort für Parameter 2							
	...								
							
Messwerte ⁷	...	16- oder 32-Bit Integer-Datenwort für Messwert 1							
	...								
	...	16- oder 32-Bit Integer-Datenwort für Messwert 2							
	...								
							
Zählwerte ⁸	...	16-Bit Low-Datenwort für Zählwert 1							
	...								
	...	16-Bit High-Datenwort für Zählwert 1							
	...								
	...	16-Bit Low-Datenwort für Zählwert 2							
	...								
	...	16-Bit High-Datenwort für Zählwert 2							
	...								
...	...								

¹ Diese Informationen können neben der bitweisen Codierung auch als 16-Bit Integer-Datenwort aufgelegt werden.

² Falls Abfüllmaschinen keine Programme für Reinigen, Rüsten und Warten besitzen, ist eine Information für das Zeitkonto Nebenzeit einzurichten. Zusätzliche Programme sind maschinenspezifisch anzufügen.

³ Die Betriebszustände sind in Verbindung mit dem jeweiligen Programm für die Berechnung von Kenngrößen erforderlich und müssen für jede Abfüllmaschine exklusiv oder aufgelegt werden.

⁴ Hier können auch alle Meldungen (Stör- und Hinweismeldungen), die die Steuerung zur Verfügung stellt, aufgelegt werden. Generell sind die Meldungen mit einer Deklaration über den Meldungstyp (Stör-, Hinweismeldung) zu versehen.

⁵ Störmeldungen sollten als Erstwertmeldung als 16-Bit Integer-Datenwort von der Steuerung von Abfüllmaschinen ausgegeben werden. Falls dies der Hersteller in der Maschinensteuerung nicht realisieren kann, ist ein bitweise codiertes Auflegen der Störmeldungen unter den maschinenspezifischen Meldungen erforderlich.

⁶ Falls alle Hinweismeldungen bitweise codiert als maschinenspezifische Meldungen ausgegeben werden, kann das 16-Bit Integer-Datenwort für die Hinweismeldung (Neuwertmeldung) entfallen.

⁷ Für die Berechnung der Kenngrößen wird für die Abfüllmaschinen die Einstellausbringung benötigt.

⁸ Für die Berechnung der Kenngrößen werden für die Abfüllmaschinen die Zähler für die verarbeiteten Güter benötigt.

3.4 Datenpunkte bei Prozessanlagen der Peripherie

Für eine umfassende Beurteilung des Abfüllbetriebs sollten auch einer Abfüllanlage zugehörige prozesstechnische Einrichtungen mit an ein BDE-System angebunden werden. In diesem Pflichtenheft werden hierunter Anlagen verstanden, die unmittelbar mit der bestimmungsgemäßen Funktion der Abfüllanlage in Zusammenhang stehen. Vornehmlich sind hier zu nennen: Kurzzeiterhitzung mit/ohne Puffertank, CIP-Anlage und Aseptik-Systeme.

Für die BDE-Anbindung sind die Daten analog zur Schnittstelle bei Abfüllmaschinen in den Steuerungen der Prozessanlagen aufzulegen. Zusätzlich sollten hierbei die Stellungen der Ventile als prozessspezifische Meldungen mit erfasst werden, um vergangene Abläufe im Bedarfsfall exakt nachvollziehen zu können. Eine Zusammenstellung spezieller Datenpunkte für die prozesstechnischen Anlagen findet sich in Anhang B.

3.5 Dokumentation der BDE-Schnittstelle

Für die Anbindung von BDE-Systemen an die Steuerungen von Einzelaggregaten ist eine genaue Dokumentation der aufgelegten Datenwörter und ihrer Speicheradressen unerlässlich. Diese Dokumentation sollte in Form digitaler Listen mit Standard-Programmen erfolgen. Die Listen können dann bei der Inbetriebnahme des Systems direkt zur automatischen Parametrierung der Datenpunkte herangezogen werden. Dies führt im Vergleich zu einer manuellen Parametrierung jedes einzelnen Datenpunkts zu einer deutlichen Arbeits- und Kostenersparnis. Entsprechende Dokumentationstabellen sind der Gerätebeschreibung beizufügen. In Tabellenkalkulationsprogrammen (z. B. MS-Excel) erstellte Beispielformulare, mit deren Hilfe die Dokumentation erfolgen könnte, sind im Anhang C abgedruckt.

3.6 Übermitteln und Speichern der Betriebsdaten

Geschwindigkeit der Datenübermittlung über den Prozessbus

Die im definierten Datenbereich für BDE Daten abgelegten Informationen werden in Form eines Datenblocks als Telegramm über den Prozessbus an eine Kopfsteuerung oder direkt an den BDE-Server übermittelt. Für eine genaue Zeitenermittlung ist es erforderlich, Zustandsänderungen schnell zu erfassen. Deshalb sind hohe Busübertragungsraten anzustreben. Der zeitliche Abstand von zwei Telegrammen darf 1000 ms nicht überschreiten.

Speichern der erfassten Daten

Um historische Auswertungen zu ermöglichen, müssen die während des Betriebs einer Abfüllanlage anfallenden Daten gespeichert werden. Zu diesem Zweck stehen leistungsfähige Datenbanksysteme zur Verfügung, die die Betriebsdaten strukturiert archivieren können. Da aber auch heute die Kapazität von Speichermedien begrenzt ist und die Auswertungen sehr großer Datenmengen Rechenzeit benötigt, sollten erfasste Betriebsdaten nicht unnötig häufig abgespeichert werden. Für den Maschinenzustand, die Betriebsart, das gefahrene Programm, den Betriebszustand, Störmeldungen und Hinweismeldungen sollte eine Datenbankablage nur bei Änderungen erfolgen. Mess- bzw. Analogwerte sind abhängig von ihrer Dynamik abzuspeichern. Beispielsweise macht es keinen Sinn, langsame Temperaturänderungen bei der Reinigungsmaschine sekundlich in der Datenbank zu dokumentieren. Zählwerte sollten in jedem Fall beim Ende eines Bezugszeitraums, zu besserer Nachvollziehbarkeit des Produktionsablaufs aber auch regelmäßig (z. B. alle 10 Sekunden) abgelegt werden.

Datenbanken

Stand der Technik sind heute relationale Datenbanken (z. B. Oracle, MS-SQL Server). Charakteristisch für diese Datenbanksysteme ist das Ablegen der Daten in Tabellen. Dabei besteht jeder Datensatz aus einer oder mehreren Spalten, den sogenannten Attributen. Die Daten können auf mehrere Tabellen in der Weise aufgeteilt werden, dass Datenredundanzen, also das Mehrfachspeichern von Daten, vermieden werden.

Durch dieses sogenannte Normalisieren entsteht eine sehr kompakte Datenbank mit logischen Datenstrukturen, die leicht verwaltet und geändert werden können. In jedem Datensatz ist ein Attribut als Schlüssel definiert, der den Datensatz eindeutig kennzeichnet. Bei einem minimalen Schlüssel spricht man von einem Primärschlüssel. Über diesen Schlüssel können Datensätze verschiedener Tabellen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Weiterhin kann über Integritätsregeln automatisch sichergestellt werden, dass nur korrekte Daten in der Datenbank geführt werden. Die Integritätsregeln beziehen sich auf die Überwachung des Wertebereichs von Daten, die Integrität von Schlüsselfeldern sowie die semantische Korrektheit der Daten. Letztlich wird auch dem Datenschutz Rechnung getragen, indem virtuelle Tabellen (sogenannte views) angelegt werden können, die jedem Benutzer oder jeder Benutzergruppe eine individuelle Sicht auf die Daten sowie individuelle Rechte der Datenmanipulation ermöglichen. Somit ist ein problemloser Mehrbenutzerbetrieb realisierbar. Dies ist von besonderer Bedeutung im Sinne der Produkthaftung, da in diesem Bereich die Validierbarkeit des Datenerfassungssystems eine große Rolle spielt. Wenn die Speicherkapazität der Datenbank eines BDE-Systems überschritten wird, müssen Mechanismen zur automatischen Archivierung alter Daten zur Verfügung stehen.

Der Zugriff auf die Daten erfolgt mit Hilfe der Abfragesprache SQL (structured query language), einer standardisierten Datenbanksprache zum Aufbau und zur Manipulation relationaler Datenbanken, die in der ISO 9075 definiert ist. Auf Grund der Normung ist diese Sprache unabhängig von dem verwendeten Datenbanksystem lauffähig. Sie stellt einen einfachen und kompakten Code zur Verfügung, mit dessen Hilfe beliebige Abfragen generiert werden können. Für die Zukunft ist auch die Verwendung von Datenbank-Systemen vorstellbar, die anhand objektorientierter oder multidimensionaler Datenmodelle aufgebaut sind.

4 Funktionen der Datenauswertung

Die Möglichkeiten der grafischen und quantitativen Auswertung aktuell vorliegender und historischer Betriebsdaten unterscheiden sich bei den heute angebotenen und im Abfüllbereich einsetzbaren BDE-Systemen stark. Sicher ist es angesichts der individuellen Anforderungen in einzelnen Betrieben nicht sinnvoll, hierfür einen detaillierten Standard zu definieren. Da jedoch alle Betriebe bestimmte Grundfunktionen benötigen, werden diese im folgenden erläutert. Sie sollten in jedem, auf dem Standard basierenden BDE-System mit vergleichbarer Funktionalität enthalten sein. Spezielle Anpassungen und Erweiterungen sollten einfach zu erstellen sein.

4.1 Prozessvisualisierung

Visualisierungssysteme können dem Anlagenbediener an zentraler Stelle einen schnellen Überblick über aktuelle Zustände einer Gesamtanlage und einzelner Aggregate verschaffen. Daten, die visualisiert werden, werden zum großen Teil ohne Zwischenspeichern am Bedienterminal angezeigt. Sinn und Zweck des Visualisierens ist das Darstellen von Maschinen- und Anlagenzuständen, aktuellen und kumulierten Mengendaten, Messwerten sowie Daten zu Störungen bzw. zur Störungsbeseitigung. Auf diese Weise können Verlauf und Fortschritt des Abfüllvorgangs zu jedem Zeitpunkt überwacht werden.

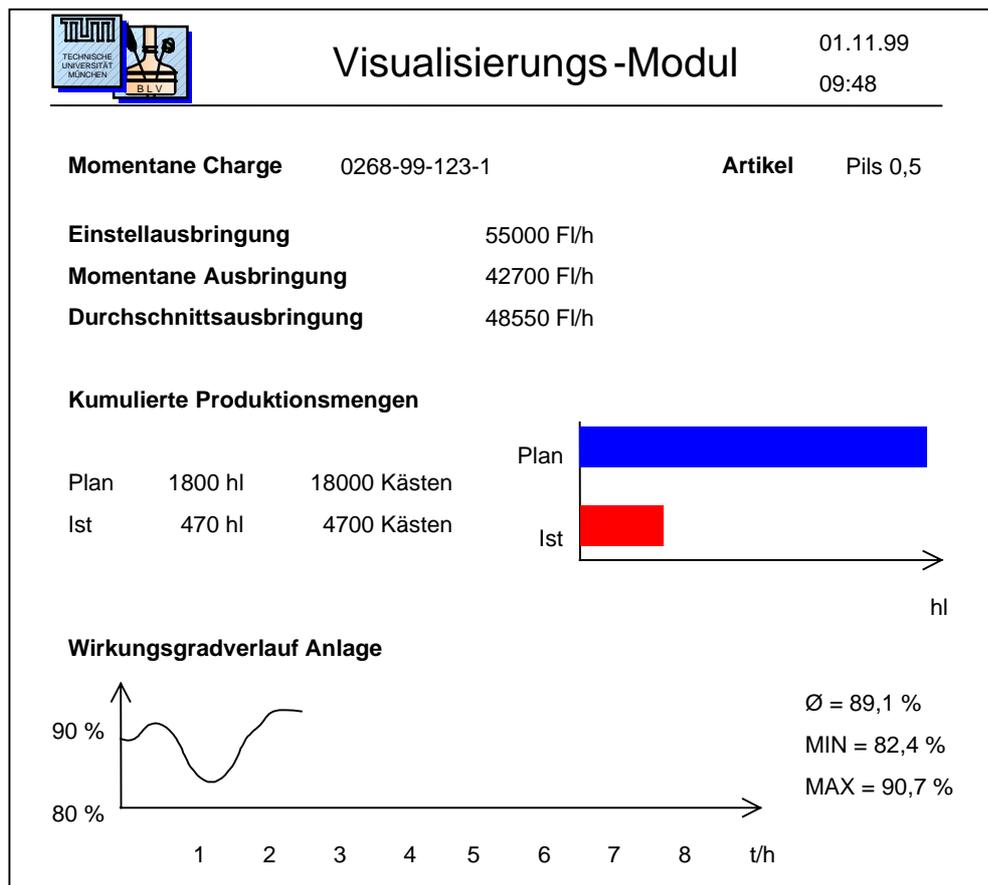


Bild 4: Visualisierung der wichtigsten Produktionsdaten

Als Anlageübersicht eignet sich ein einfaches Fließbild (z. B. entsprechend Bild 2 auf Seite 7), bei dem die Zustände einzelner Maschinen und Transportabschnitte durch farbliche Animation dargestellt werden. Ausgehend von dieser Gesamtübersicht könnten sich beispielsweise durch Anwählen einer Maschine (z. B. per Mausklick) zugehörige Details wie Zähler oder Messwerte aufrufen lassen (Top-Down Funktionalität). Ein derartiges Online-Visualisierungsmodul sollte auch für die wichtigsten Produktionsdaten einer Charge zur Verfügung stehen, wie in Bild 4 beispielhaft dargestellt.

4.2 Störungsanalyse

Beurteilen von Maschinen

Zum Auffinden von Schwachstellen hat sich in der Vergangenheit ein Sortieren aufgetretener Störungen nach Störungsdauer und -häufigkeit bewährt [5]. Stellt man die Ergebnisse in einem Balkendiagramm grafisch dar, können Maschinen erhöhter Störungsanfälligkeit erkannt werden. Des Weiteren sollten für die Maschinen die mittleren Störungsdauern und mittleren Betriebsdauern protokolliert werden. Etwaige Verschlechterungen sind sicherlich mit zunehmenden Alter der Maschinen in Kauf zu nehmen, bieten aber die Möglichkeit, Wartungs- oder Instandhaltungsaufträge zu generieren.

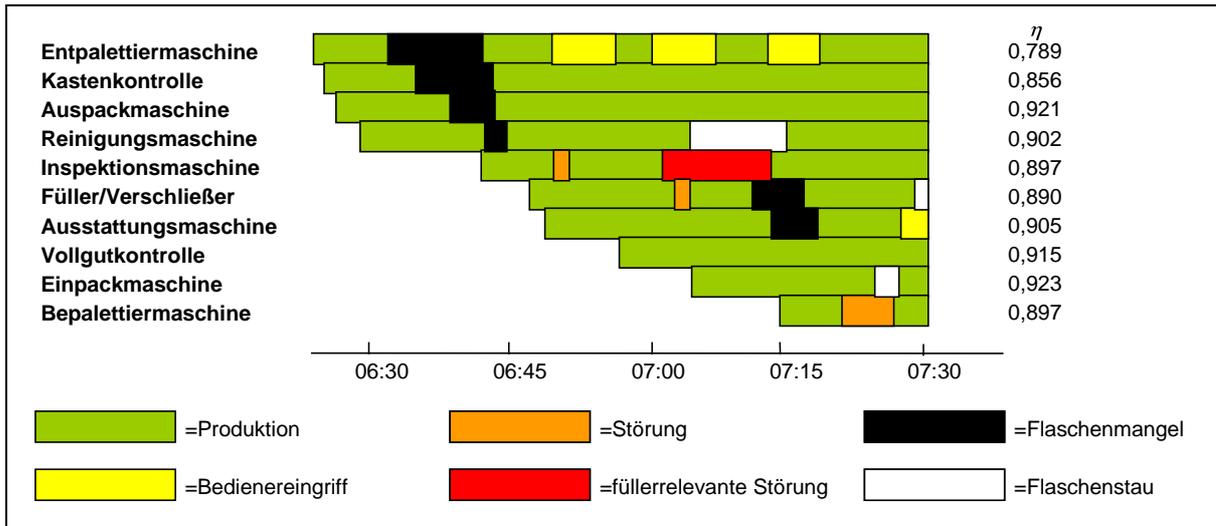


Bild 5: Störungszuordnung im Gantt-Chart

Darüber hinaus sind für den Anlagenbetreiber vor allem die Störungen von Interesse, die einen Stillstand der Füllmaschine verursachen und somit den Wirkungsgrad einer Anlage vermindern. Hierfür sind unterschiedliche Verfahren der Störungszuordnung im Einsatz:

- Tritt ein Stillstand der Füllmaschine auf, ohne dass diese selbst gestört ist, so wird dieser durch Flaschenmangel oder -stau verursacht. Durch eine Rückverfolgung des Stöorzustands entlang der Abfülllinie über die Stau- bzw. Mangelzustände der vor- bzw. nachgeschalteten Maschinen kann die Maschine lokalisiert werden, die für den Füllerstillstand verantwortlich ist. Da bei leer gezogenen Flaschenpuffern aber sehr kurze Stillstände der vorgeschalteten Maschinen ausreichen, um einen Füllerstillstand zu verursachen, gefüllte Puffer andererseits lange Störzeiten überbrücken können, sind die Ergebnisse dieses Verfahrens häufig abhängig vom Maschinenverhalten in der Vergangenheit. Deshalb wird bei dieser Vorgehensweise nicht immer die wirkliche Schwachstelle einer Linie erkannt.
- Eine andere Möglichkeit beruht auf einem Vergleich der Störungsdauer einer Maschine mit einem statistisch ermittelten Schwellenwert. Dieser Zeitwert ist für jede Maschine einzeln zu ermitteln und gibt an, ab welcher Störungsdauer der Maschine ein Füllerstillstand verursacht wird. Wird der Schwellenwert überschritten, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine füllerrelevante Störung vor. Dieses einfache Verfahren führt bei konstanten Ausbringungen und Fördergeschwindigkeiten zu sehr guten Ergebnissen [5]. Für praxistaugliche Ergebnisse bei frequenzgeregelten Förderern und Maschinen, wie sie heute zu Einsatz kommen, sind mittlere Fördergeschwindigkeiten zum Ermitteln der Schwellenwerte heranzuziehen.

In beidem Fällen kann die Störungszuordnung durch das grafische Auftragen der Maschinenzustände in Form eines Gantt-Charts unterstützt werden, wie es Bild 5 zeigt. Als füllerrelevant erkannte Störungen

können hier farblich hervorgehoben werden. Durch Betrachten von Stau- und Mangelzuständen der übrigen Aggregate kann eine automatische Störungszuordnung vom Bediener stichpunktartig überprüft werden.

Beurteilen von Puffern

Ein Puffer zwischen zwei Maschinen A und B besitzt vor der Füllmaschine die Aufgabe, Störungen der Maschine A abzufangen, nach der Füllmaschine Störungen der Maschine B aufzufangen. Falls kein Puffer vorhanden ist, führt jede Störung der Maschine A zu einem Mangel der Maschine B, bzw. eine Störung der Maschine B zu einem Stau nach der Maschine A. Definiert man folgende Größen

$T_{\text{Störung}}^A$:	Störungsdauer im betrachteten Zeitraum der Maschine A,
$T_{\text{Störung}}^B$:	Störungsdauer im betrachteten Zeitraum der Maschine B,
T_{Stau}^A :	Zustand „Gestaut“ der Maschine A im betrachteten Zeitraum,
T_{Mangel}^B :	Zustand „Mangel“ der Maschine B im betrachteten Zeitraum,

läßt sich die Effektivität des Puffers η_{Puffer} zwischen den Maschinen A und B definieren:

- vor der Füllmaschine:
$$\eta_{\text{PufferAB}} = \frac{T_{\text{Störung}}^A - T_{\text{Mangel}}^B}{T_{\text{Störung}}^A}$$
- nach der Füllmaschine:
$$\eta_{\text{PufferBA}} = \frac{T_{\text{Störung}}^B - T_{\text{Stau}}^A}{T_{\text{Störung}}^B}$$

Die Puffereffektivität gibt somit den Prozentsatz der maximalen Mangel- oder Stauzeit wieder, der durch den Einsatz des Puffers AB abgefangen wird. Eine Puffereffektivität von beispielsweise 80 % bedeutet somit, dass im Mittel eine Störung der Maschine A zu 80 % durch den Puffer aufgefangen wird und somit nur 20 % auf die Maschine B „durchschlagen“; oder in anderen Worten: bei einer Störung der Maschine A von 1 Minute, befindet sich die Maschine B im Mittel 12 s im Mangelzustand [4].

Der durchschnittliche Belegungsgrad läßt sich über die Belegung seiner Stauschalter ermitteln. Auch dieser sollte protokolliert werden, da ja schließlich der Puffer vor der Füllmaschine vornehmlich voll, nach der Füllmaschine eher leer gehalten werden sollte.

Reparaturen, die sehr lange Störungen bewirken, sollten bei der Pufferanalyse vernachlässigt werden, da diese keinesfalls durch Puffer aufgefangen werden können.

4.3 Datenauswertung mit Chargen- und Schichtbezug

Unter einer Charge versteht man im Flaschenkeller die kleinste homogene Einheit eines Produkts. Beispielsweise ist hierunter die Menge Bier eines bestimmten Drucktanks zu verstehen, welches in gleichartige Gebinde bei gleicher Ausstattung und Verpackung gefüllt wird, also eine homogene abgeschlossene Einheit eines bestimmten Artikels. Um Betriebsdaten mit Bezug auf einzelne Abfüllchargen erfassen und auswerten zu können, muss das BDE-System Informationen über die aktuell in einer Anlage vorliegende Charge bekommen. Problematisch ist hierbei, dass Chargenwechsel innerhalb einer Abfülllinie zu unterschiedlichen Zeiten an unterschiedlichen Orten erfolgen. Da für diesen gleitenden Chargenwechsel keine einfachen Sensoren existieren, ist die Verfolgung an jeder einzelnen Maschine sehr aufwendig. In der Regel können hierfür nur manuelle Eingabevorrichtungen (z. B. Taster) Verwendung finden, die Installationskosten verursachen und das Bedienpersonal einer Anlage belasten. Deshalb wird heute das Aufteilen einer Abfüllanlage in wenige Chargengebiete vorgenommen, in denen sich nach der Logik des BDE-Systems immer nur Packmittel und Getränk einer Charge gleichzeitig aufhalten können. Falls kein Pasteur oder mehrere verschiedene Wege zur Einwegverpackung im Einsatz sind, sollte für die Praxis eine Aufteilung in die zwei folgenden Chargengebiete ausreichend sein:

- Gesamter Nass- und Trockenteil von der Palettenaufgabe bis zum Zählen des genauen Vollgutzugangs (Vollkastenkontrolle oder Bepalleteierer),
- Bereich des fertigen Produkts nach Vollkastenkontrolle oder Bepalleteierer.

Die Bezeichnungen für die Produktionschargen sollten automatisch von einem Produktionsplanungssystem übernommen werden können. Falls im Betrieb bisher keine entsprechende Software zum Einsatz kommt oder diese nicht angebunden werden soll, muss das BDE-System eine einfache Eingabemaske für den Produktionsplan zur Verfügung stellen. Hier sollten auch Rüst-, Wartungs- und Reinigungszeiten vorgeplant werden, deren Durchführung dann vom BDE-System erkannt werden kann.

Ein Signal für den Wechsel der Charge im ersten Chargengebiet wird beim Produktwechsel am Füller oder dem Wechsel eines Drucktanks generiert. Jede einzelne Flasche muss zur Sicherstellung der Chargenrückverfolgung im Hinblick auf die Produkthaftung mit einer eindeutigen Chargennummer gekennzeichnet werden. Hierbei ist bisher nur die manuelle Vorgabe des Chargenwechsels an der Ausstattungsmaschine mit ausreichender Sicherheit durchführbar. Allerdings sollte auch hier die Übernahme der Chargenkenung automatisch vom BDE-System erfolgen, um eine einheitliche Kennzeichnung sicherzustellen.

Das Erkennen des Chargenwechsels an der Vollkastenkontrolle oder dem Bepalleteierer ist notwendig, um die genauen Zugänge zum Vollgutlager zu erfassen. Auch hier kann bisher auf ein manuell gegebenes Signal nicht verzichtet werden (z. B. durch Taster). Es sollte aber über eine automatische Erkennung, wie beispielsweise anhand einer geplanten Umstellungslücke (verfügbar aus dem Produktions-Plan) nachgedacht werden.

Falls im Bereich der Abfüllung in verschiedenen Schichtrhythmen gearbeitet wird, müssen auch die diesbezüglichen Anfangs- und Endzeiten dem BDE-System zur Verfügung gestellt werden. Hierfür sind Schnittstellen zu einer automatischen Arbeitszeiterfassung anzustreben oder ein Schichtwechsel muss von Hand eingegeben werden. Auf dieser Grundlage ist die Auswertung von Betriebsdaten mit Bezug zum jeweiligen Schichtpersonal möglich.

Um aussagekräftige Ergebnisse aus einer großen Zahl gesammelter Daten gewinnen zu können, müssen diese einfach mit unterschiedlichen Bezügen selektiert und dargestellt werden können. Neben dem Bezug zur Produktionscharge und Schicht sollten die Daten auf der Basis variabler Zeiträume (Wochen, Monate, ...), bestimmter Artikel oder Artikeleigenschaften zu verdichten sein. Die Möglichkeit mehrere Auswertungen (z. B. zwei Chargen oder zwei Zeiträume gleicher Länge) miteinander auf einem Bildschirm vergleichen zu können, ist für aussagekräftige Ergebnisse unverzichtbar.

Die klassische Darstellungsform in einer Datenbank abgelegter Betriebsdaten ist die Tabelle. Darüber hinaus sollte ein BDE-System Funktionen der graphischen Veranschaulichung der Werte bieten. Besonders geeignet sind hierzu Balkendiagramme und Trend-Charts (t-x-Diagramme), wie sie in Bild 4 und in den Beispielberichten des Anhangs D zu sehen sind.

4.4 Zeiterfassung und Kennzahlen

Ein BDE-System muss in der Lage sein, auch ohne manuelle Zeit- und Zählwerteingaben zuverlässige und praxisrelevante Kennzahlen automatisch zu ermitteln. Zeitbegriffe und Kennzahlen zur Beurteilung der Abfüllarbeit legt die DIN 8782 „Begriffe für Abfüllanlagen und einzelne Aggregate“ [17] fest. Diese müssen sich demnach aus dem jeweiligen Programm und dem zugehörigen Betriebszustand der Maschine und der Abfülllinie ableiten lassen. Die korrekte Ermittlung ist zusammen mit Begriffsdefinitionen nachfolgend beschrieben. Tabelle 4 zeigt zunächst eine Übersicht der Zeitbegriffe nach *DIN 8782*.

Tabelle 4: Zeitbegriffe nach DIN 8782 [17]

Effektive Laufzeit	Maschinen- oder anlagebedingte Störzeit	Maschinen- oder anlagefremde Störzeit	Nebenzeiten (Reinigen, Rüsten, Warten, Pause)
Allgemeine Laufzeit			
Betriebszeit			
Arbeitszeit			

Zeitbegriffe für einzelne Maschinen einer Abfülllinie und ihre Ermittlung aus den Betriebszuständen und Programmen

- Effektive Laufzeit einer Maschine:
Summe der Zeiträume, in denen das Aggregat störungsfrei arbeitet. Für die automatische Ermittlung ist die Zeit in einem Zeitkonto mitzuführen, in der das Aggregat im Programm Produktion*, Produktion Anlaufen/Vollfahren* oder Produktion Auslaufen/Leerfahren* arbeitet und sich im Betriebszustand Betrieb* befindet.
- Maschinenbedingte Störzeit eines Einzelaggregats:
Summe der Zeiträume, in denen das Einzelaggregat aufgrund von Störungen, die am Aggregat selbst auftreten, stillgesetzt werden muss (Eigenstörzeit). Für die automatische Zeitenermittlung ist die Summe aus den Zeiten zu bilden, in welchen das Aggregat im Programm Produktion*, Produktion Anlaufen/Vollfahren* oder Produktion Auslaufen/Leerfahren* arbeitet und die Betriebszustände Eigenstörung* oder Bedienereingriff* vorliegen.
Nicht alle Eigenstörungen können automatisch vom Sensorsystem eines Aggregats erkannt werden. Kommt es bei der Produktion zu einem Bedienereingriff, so dient dieser in den meisten Fällen dem Beheben einer vom Anlagenbediener erkannten Eigenstörung der Maschine. Deshalb sind diese Zeiten zur automatisch erfassbaren Eigenstörzeit zu addieren.
Die maschinenbedingte Störzeit eines Aggregats dient als Grundlage für die Berechnung des Maschinenwirkungsgrads. Die Regelung der Maschine auf kleinere Ausbringungen wird hierbei nicht berücksichtigt.
- Maschinenfremde Störzeit eines Einzelaggregats:
Summe der Zeiträume, in denen das Einzelaggregat aufgrund von Störungen, die dem Aggregat selbst nicht zuzuordnen sind, stillgesetzt werden muss. Für die automatische Zeitenermittlung ist die Summe aus den Zeiten zu bilden, in denen das Aggregat im Programm Produktion*, Produktion Anlaufen/Vollfahren* oder Produktion Auslaufen/Leerfahren* arbeitet und die Betriebszustände Bereit*, Fremdstörung*, Mangel im Einlauf*, Stau im Auslauf* und ggf. Stau bzw. Mangel im Nebenstrom* vorliegen.
Einfacher lässt sich die maschinenfremde Störzeit aus der Differenz von Betriebszeit* und Allgemeiner Laufzeit* des Aggregats ermitteln.
Der maschinenfremden Störzeit kommt als Summe für die Beurteilung von Abfüllmaschinen nur eine geringe Bedeutung zu. Zu empfehlen ist aber die getrennte Ermittlung der Zeiten und Häufigkeiten für

Mangel im Einlauf*, Stau im Auslauf* und Mangel/Stau im Nebenstrom*, da diese eine Beurteilung des Regelkonzepts der gesamten Abfüllanlage zulassen.

- Allgemeine Laufzeit des Einzelaggregats:
Summe der effektiven Laufzeit und der maschinenbedingten Störzeit des Einzelaggregats.

Zeitbegriffe für eine Abfüllanlage

- Effektive Laufzeit der Abfüllanlage:
Summe der Zeiträume, in denen die Füllmaschine störungsfrei arbeitet. Für die automatische Kennzahlenberechnung ist also die effektive Laufzeit* des Aggregats Füllmaschine als effektive Laufzeit der Gesamtanlage heranzuziehen.
- Anlagebedingte Störzeit der Abfüllanlage:
Summe der Zeiträume, in denen die Füllmaschine aufgrund von Eigenstörungen oder anlagebedingter Störungen an einem oder mehreren zur Abfüllanlage gehörenden Aggregaten stillgesetzt werden muss.
- Anlagefremde Störzeit der Abfüllanlage:
Summe der Zeiträume, in denen die Füllmaschine aufgrund von nicht anlagebedingten Störungen stillgesetzt werden muss.
- Allgemeine Laufzeit der Abfüllanlage:
Summe der effektiven Laufzeit und der anlagebedingten Störzeit des Abfüllanlage.

Von BDE-Systemen kann derzeit ohne zusätzliche Bedieneingaben keine exakte Unterscheidung von anlagebedingten und anlagefremden Störungen vorgenommen werden. Mit gewissen Unsicherheiten behaftete Algorithmen zur Zuordnung von Störungen zu einzelnen Aggregaten sind in 4.2 beschrieben. Diese müssen aber im Sinne des Pflichtenhefts mit Hinblick auf schlanke und kostengünstige BDE-Systeme nicht zur automatischen Zeiten- und Kennzahlenermittlung herangezogen werden. Automatisch bestimmen lassen sich Störzeit* und Betriebszeit* einer Abfüllanlage.

- Störzeit der Abfüllanlage:
Summe der Zeiten, in denen die Füllmaschine aufgrund von anlagebedingten oder anlagefremden Störungen stillgesetzt werden muss. Diese entspricht der Summe der Zeiten, in denen die Füllmaschine seine vorgesehene Funktion wahrnehmen soll, also die Programme Produktion*, Produktion Anlaufen/Vollfahren* oder Produktion Auslaufen/Leerfahren* gewählt sind, aber der Betriebszustand Betrieb* nicht vorliegt. Die Störzeit der Abfüllanlage ergibt sich auch aus der Differenz von Betriebszeit und effektiver Laufzeit einer Abfüllanlage.

Allgemeine Zeitbegriffe

- Betriebszeit:
Summe der effektiven Laufzeit und der Störzeiten. Diese entspricht der Summe der Zeiten, in denen ein Aggregat seine vorgesehene Funktion wahrnehmen soll, also die Programme Produktion*, Produktion Anlaufen/Vollfahren* oder Produktion Auslaufen/Leerfahren* gewählt sind. Die Betriebszeit der Abfüllanlage entspricht der Betriebszeit der Füllmaschine.
- Arbeitszeit:
Arbeitszeit ist die Summe aus der Betriebszeit und der Nebenzeiten. Sie stellt die gesamte Zeit dar, in der das Bedienpersonal einer Anlage anwesend ist und bezahlt wird. Auch bezahlte Pausen gehen als Nebenzeiten in die Arbeitszeit mit ein.

Nebenzeiten sind Zeiten, in denen innerhalb der Arbeitszeit kein Produktionsbetrieb der Abfüllanlage erfolgen kann oder soll. Für die betriebswirtschaftliche Beurteilung sollten Rüstzeiten, die einer bestimmten Charge zugehörig anfallen, und Wartungs- und Pflegezeiten, die anteilig auf mehrere Chargen umzulegen sind, unterschieden werden.

- Rüstzeit:
Zeitraum für die Einrichtung oder Umstellung der gesamten Abfüllanlage oder einzelner Aggregate auf die gewünschte Getränkesorte, Ausstattung, Verpackung oder das Abfüllbehältnis. Die automatische Ermittlung der Rüstzeit kann bei geeigneten Abfüllaggregaten über die Summe der Zeiten erfolgen, in denen das Programm Rüsten* gewählt ist.
- Wartungs- und Pflegezeit:
Zeitraum, der zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft der Aggregate und der gesamten Abfüllanlage erforderlich ist. Die automatische Ermittlung der Wartungs- und Pflegezeit kann bei geeigneten Abfüllaggregaten über die Summe der Zeiten erfolgen, in denen die Programme Warten*, Rüsten* oder Reinigen* gewählt sind.
- Pausenzeit:
Zeiträume bezahlter Betriebspausen. Die automatische Ermittlung der Pausenzeit kann bei geeigneten Abfüllaggregaten über die Summe der Zeiten erfolgen, in denen das Programm Pause* gewählt ist.

Kenngößen einzelner Aggregate der Abfüllanlage

- Nennausbringung einer Maschine Q_{nE} :
Ausbringung je Zeiteinheit, für die das Aggregat berechnet und ausgelegt wurde. Sie ist nach Art des Einzelaggregats abhängig von Getränkebehältnis, Packmittel, Ausstattung und Getränkesorte. Daraus resultiert, dass eine Maschine verschiedene Nennausbringungen besitzen kann.
- Einstellausbringung Q_{estE} :
Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine. Sie gibt die theoretische Ausbringung je Zeiteinheit wieder, die bei eingestellter Arbeitsgeschwindigkeit, ungestörtem Lauf und voller Beaufschlagung erreichbar ist. Die maximale Einstellausbringung der Maschine muss mindestens gleich ihrer Nennausbringung sein.
- Effektivausbringung Q_{effE} :
Stückzahl, die während der allgemeinen Laufzeit im Durchschnitt je Zeiteinheit von dem Aggregat in einwandfreiem Zustand ausgebracht wurde.*

Um Schwachstellen innerhalb einer Abfülllinie zu lokalisieren und Wartungspersonal gezielt einsetzen zu können, sind Maschinen nach ihrem Eigenstörverhalten zu beurteilen. Eine geeignete Kenngröße hierfür ist der Maschinenwirkungsgrad.

- Wirkungsgrad eines Aggregats η_E :
Verhältnis von Effektivausbringung zur Einstellausbringung. Die Differenz $1-\eta_E$ gibt den Ausbringungsverlust gegenüber der Einstellausbringung an. Dieser Wert ist gleich dem Anteil an Eigenstörzeit (maschinebedingte Störzeit) an der allgemeinen Laufzeit des Aggregats.* Der Wirkungsgrad einer Maschine kann automatisch aus der Effektiven Laufzeit und dem Anteil an maschinenbedingten Störungen berechnet werden. Nur wenn die Maschine mit konstanter Ausbringung arbeitet, kann die Berechnung auch über das Verhältnis von Effektivausbringung zu Einstellausbringung erfolgen.

$$\eta_E = \frac{\text{Effektive Laufzeit}}{\text{Allgemeine Laufzeit}} = \frac{\text{Effektive Laufzeit}}{\text{Effektive Laufzeit} + \text{maschinenbedingte Störzeit}} \left(= \frac{Q_{effE}}{Q_{estE}} \right)$$

Kenngößen der Abfüllanlage

- Nennausbringung der Abfüllanlage Q_{nA} :
Ausbringung je Zeiteinheit, für die die Abfüllanlage ausgelegt wurde. Sie wird für eine Getränkesorte und ein Getränkebehältnis nach Art, Größe, Verschluss und Ausstattung je Zeiteinheit angegeben. Daraus folgt, dass eine Abfüllanlage verschiedene Nennausbringungen besitzen kann. Die Nennausbringung der Abfüllanlage stimmt mit der Nennausbringung der in der Abfüllanlage arbeitenden Füllmaschine bzw. Füllmaschinen überein. Voraussetzung hierzu ist, dass alle anderen Aggregate der Anlage zumindest die gleiche Nennausbringung besitzen wie die Füllmaschine bzw. die Füllmaschinen bei den jewei-

ligen Getränkebehältnissen und Getränken.

$$Q_{nA} = \frac{\text{Stückzahl}}{\text{Zeiteinheit}}$$

- Effektivausbringung der Abfüllanlage $Q_{\text{eff}A}$ (nach DIN 8782):
Stückzahl, die während der allgemeinen Laufzeit der Abfüllanlage im Durchschnitt je Zeiteinheit ausgebracht wird.

$$Q_{\text{eff}A} = \frac{\text{Stückzahl}}{\text{Allgemeine Laufzeit}}$$

Da die allgemeine Laufzeit der Abfüllanlage automatisch nicht exakt ermittelt werden kann (vgl. Zeitbegriffe für eine Abfüllanlage), wird an dieser Stelle die automatisch ermittelbare Effektivausbringung $Q_{\text{eff}A}^{\#}$ eingeführt. Diese ist für die Beurteilung der Abfüllarbeit in der Praxis ausreichend.

- Effektivausbringung der Abfüllanlage $Q_{\text{eff}A}^{\#}$ (automatisch ermittelbar):
Stückzahl, die während der Betriebszeit der Abfüllanlage im Durchschnitt je Zeiteinheit ausgebracht wird.

$$Q_{\text{eff}A}^{\#} = \frac{\text{Stückzahl}}{\text{Betriebszeit}}$$

- Durchschnittsausbringung der Abfüllanlage Q_{mA} (nach DIN 8782):
Stückzahl, die während der Arbeitszeit der Abfüllanlage im Durchschnitt je Zeiteinheit ausgebracht wird.

$$Q_{mA} = \frac{\text{Stückzahl}}{\text{Arbeitszeit}}$$

Eine wichtige Kenngröße zur Beurteilung einer Abfüllanlage nach DIN 8782 ist der Liefergrad λ_A ; der auch die Basis für Abfüllanlagen-Abnahmen ist.

- Liefergrad einer Abfüllanlage λ_A (nach DIN 8782):
Verhältnis von Effektivausbringung zur Nennausbringung der Abfüllanlage:

$$\lambda_A = \frac{\text{Effektivausbringung}}{\text{Nennausbringung}} = \frac{Q_{\text{eff}A}}{Q_{nA}} = \frac{\frac{\text{Stückzahl}}{\text{Allgemeine Laufzeit}}}{\text{Nennausbringung}}$$

Bei Verwendung von $Q_{\text{eff}A}^{\#}$ ergibt sich für den automatisch von einem BDE-System ermittelbaren Liefergrad einer Abfüllanlage $\lambda_A^{\#}$:

$$\lambda_A^{\#} = \frac{\text{Effektivausbringung}^{\#}}{\text{Nennausbringung}} = \frac{Q_{\text{eff}A}^{\#}}{Q_{nA}} = \frac{\frac{\text{Stückzahl}}{\text{Betriebszeit}}}{\text{Nennausbringung}}$$

Die größte Bedeutung für die Praxis hat der Ausnutzungsgrad einer Abfüllanlage, der über die Zahl der abgefüllten Flaschen bezogen auf die gesamte Arbeitszeit informiert.

- Ausnutzungsgrad einer Abfüllanlage φ_A (nach DIN 8782):
Verhältnis von Durchschnittsausbringung zur Nennausbringung der Abfüllanlage:

$$\varphi_A = \frac{\text{Durchschnittsausbringung}}{\text{Nennausbringung}} = \frac{Q_{mA}}{Q_{nA}}$$

Allgemeine Kenngrößen

- Zur Beurteilung der Arbeitsproduktivität ist die Kennzahl „Mannstunden pro hl“ σ_{hl} nützlich:

$$\varphi_A = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Arbeitszeit}_{n \text{ Schicht}}}{hl_{\text{Schicht}}}$$

Die Anzahl des Personals im Bereich Abfüllung ist n , die Angabe hl bezieht sich auf die während der Schicht abgefüllte Menge.

Zum Beurteilen des Verbrauchs von Hilfs- und Betriebsstoffen werden weitere Kennzahlen benötigt, wie :

- Wärmemenge pro Flasche
- H₂O kalt pro Flasche
- CO₂ pro Flasche
- Schwand pro hl

4.5 Vorbeugende Instandhaltung

Ein BDE-System bildet die Datengrundlage für ein Werkzeug zur vorbeugenden Instandhaltung. Auf Basis des in diesem Pflichtenheft dargestellten Standards, können die notwendigen Daten im BDE-System mit erfasst werden und mittels Datenbankzugriff von Instandhaltungswerkzeugen ausgelesen werden.

Zu unterscheiden gilt zwischen einer vorbeugenden Instandhaltung aufgrund von Zählwerten und damit aus Vergangenheitserfahrungen oder Vorschriften der Maschinenhersteller sowie einer Instandhaltung aufgrund nachlassender Maschinen- oder Pufferfunktionalität in der Abfüllanlage [1]. Im ersten Fall sind

- Maschinenlaufzeiten aller Maschinen und
- Schalt- oder Wechselspiele verschleißintensiver Bauteile von Maschinen

zu erfassen. Das Instandhaltungswerkzeug ermittelt hieraus die Zeiten, an denen Wartungsarbeiten durchgeführt werden sollten, verwaltet das Instandhaltungspersonal, kommuniziert mit der Materialwirtschaft, damit die Ersatzteile rechtzeitig zur Verfügung stehen und generiert konkrete Instandhaltungsaufträge für die gesamte Brauerei.

Abweichungen bei der Funktionalität von Maschinen oder Puffern lassen sich durch die Störungsanalyse feststellen, beispielsweise:

- Abweichungen des Wirkungsgrades von Maschinen aus einem vorgegebenen Fenster oder
- Abweichungen der Puffereffektivitäten.

Dieser oft schleichende Funktionsabfall von Maschinen sollte zu einer Generierung von Instandhaltungsaufträgen führen, die in ihrer Aktualität zwischen einer sofort zu behebbenden Störung und einer langfristig geplanten Instandhaltungsmaßnahme liegen. Somit sollte das Instandhaltungssystem hierfür, sobald Ressourcen frei sind, Instandhaltungsmaßnahmen auslösen, um möglichst schnell gegensteuern zu können. Die Funktion von Maschinen beschreiben natürlich auch Qualitätsdaten, die vom Laborinformations- und -managementsystem verwaltet werden, und bei denen Abweichungen von Sollwerten in gleicher Weise gehandhabt werden sollten.

5 Technisches Berichtswesen für die Abfüllung

Technische Berichte dienen der Information der Entscheidungsträger unterschiedlicher Abteilungen und Hierarchieebenen in einem Unternehmen. Das Informationsbedürfnis richtet sich dabei nach den zu verrichtenden Aufgaben und variiert zwischen den Ebenen entsprechend stark. Aus diesem Grund müssen für jeden Prozessverantwortlichen individuelle Berichte erstellt werden, mit deren Hilfe er den Aufgaben der Planung, Steuerung, Kontrolle und Dokumentation nachkommen kann. Hinweise zum Erstellen technischer Abfüllberichte werden im folgenden erläutert. Am Ende dieses Kapitels werden Berichtsentwürfe vorgestellt, die als Grundlage für das Erstellen eines Standard-Berichtswesens zur Beurteilung der Abfüllarbeit dienen können.

5.1 Informationsbedürfnisse im Abfüllbetrieb

Anhang A zeigt den aus Untersuchungen in zahlreichen Betrieben hervorgegangenen Informationsbedarf für ein rationelles technisches Abfüllberichtswesen. Dieser kann nicht allein durch eine automatische BDE an einer Abfülllinie gedeckt werden. Einige Informationen liegen bereits in Systemen anderer Abteilungen oder einem Produktionsplanungs-System vor und können von diesen übernommen werden. Vereinzelt wird man auf manuelle Eingaben nicht verzichten können.

Nach dem betriebswirtschaftlichen Ebenenmodell (siehe auch Bild 6) werden die Aufgaben in einem Unternehmen hierarchisch gegliedert und können von oben nach unten weitergegeben und bearbeitet werden [12]. Hierbei werden sie zunehmend konkretisiert, je weiter sie in der Hierarchie nach unten gelangt sind. Es bestehen sowohl vertikale Informationsflüsse zwischen den Ebenen als auch horizontale Informationsflüsse innerhalb der Ebenen, beispielsweise zwischen einzelnen Abteilungen. Die wichtigsten Aufgaben der einzelnen Ebenen sind im folgenden zusammengestellt [7]:

Unternehmensleitebene:

- Strategische (langfristige) Planung,
- Logistische Aufgaben,
- Betriebliches Rechnungswesen.

Produktionsleitebene:

- Produktionslogistik,
- Produktionsplanung,
- Anlagen- und Personaldisposition,
- Betriebswirtschaftliche Aufgaben,
- Produktionsflussverfolgung,
- Qualitätssicherung.

Prozessleitebene:

- Auswertung von Prozess- und Produkteigenschaften,
- Störungsbehandlung.

Die Unternehmensleitebene ist die zielsetzende Ebene eines Unternehmens. Sie benötigt Daten aus allen Unternehmensbereichen, um die strategischen Ziele festzulegen. Die Produktionsleitebene setzt diese strategischen Vorgaben der Unternehmensleitebene in grobe Pläne um. Auf der Prozessleitebene werden diese Pläne dann in konkrete Arbeitsvorgänge umgesetzt, die anschließend koordiniert und überwacht

werden. Es muss ein ständiger Informationsaustausch stattfinden, um eine solche Aufgabenteilung aufbauen und realisieren zu können. Daran hat sich auch das Berichtswesen zu orientieren. Es stellt das Instrument dar, welches den Informationsaustausch im Unternehmen in strukturierter Weise ermöglicht und hat für die Informationsbereitstellung somit eine zentrale Bedeutung. Dementsprechend müssen die verschiedenen Berichte durch die übermittelten Informationen die Durchführung der unterschiedlichen Aufgaben ermöglichen. Eine grobe Einteilung der Berichtszwecke lässt sich nach dem zeitlichen Aspekt vornehmen. Demnach dienen die täglich erstellten Berichte hauptsächlich der Dokumentation des Produktionsprozesses, der kurzfristigen Steuerung des Produktions- bzw. Abfüllprozesses und der Kontrolle der Abfüllmengen. Monatliche Berichte dienen dem Überwachen von Soll-/Ist-Abweichungen sowie als Grundlage der Planung im technischen Bereich. Längerfristige Berichte (monatliche oder jährliche Berichte) haben weniger operative Funktion, sie haben Kontrollfunktion und dienen der strategischen Planung. Eine besondere Rolle für die Informationsübermittlung in Unternehmen spielt das Controlling als zielorientierte Koordination von Planung, Informationsversorgung, Kontrolle und Steuerung. Das Berichtswesen ist ein wichtiges Instrument des Controlling.

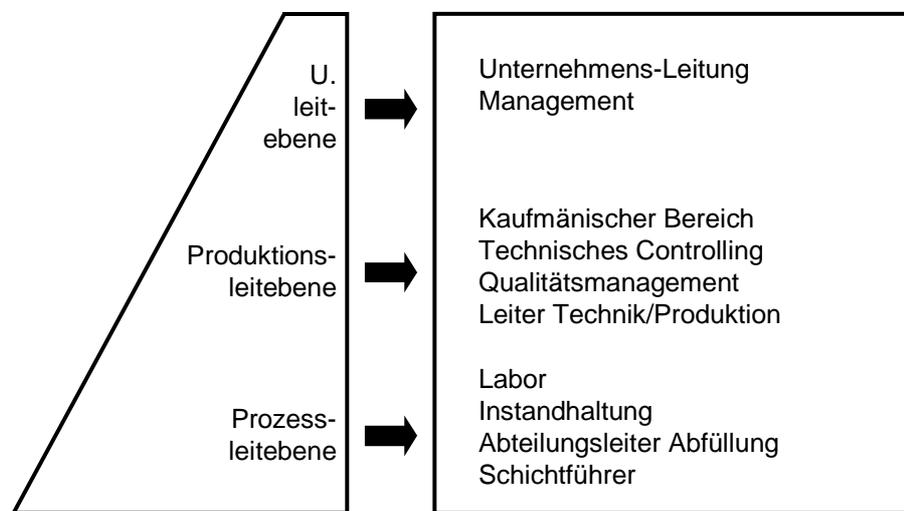


Bild 6: Berichtsempfänger im Abfüllbetrieb

Bild 6 zeigt die Berichtsempfänger der Ebenen eines Abfüllbetriebs. Ihr Informationsbedarf unterscheidet sich nicht nur im Umfang der Daten, sondern auch in ihrer Qualität, Aktualität und im jeweiligen Verdichtungsgrad. Entscheidend ist, welcher Berichtszweck auf der entsprechenden Ebene dominiert. Dabei gilt grundsätzlich, dass die Informationsmenge abnimmt, je höher die Unternehmensebene ist, der Verdichtungsgrad hingegen mit der Ebene zunimmt. Dies hängt mit der bereichsübergreifenden Sichtweise auf höheren Unternehmensebenen zusammen. Da hier Informationen aus allen Bereichen und Abteilungen eines Unternehmens zusammenlaufen, müssen die einzelnen Informationen kompakter sein, um die Datenmenge überschaubar zu halten.

5.2 Gestaltung von Berichten

Durch die Gestaltung von Berichten kann direkt Einfluss darauf genommen werden, wie und vor allem in welchem Umfang Informationen aufgenommen werden. Ein Prozessverantwortlicher, egal auf welcher Unternehmensebene, kann und wird für ihn bereitgestellte Daten nur dann nutzen, wenn sie ihm in entsprechender Form präsentiert werden. Gestaltungsmöglichkeiten von Berichten sollen deshalb im Folgenden beleuchtet werden.

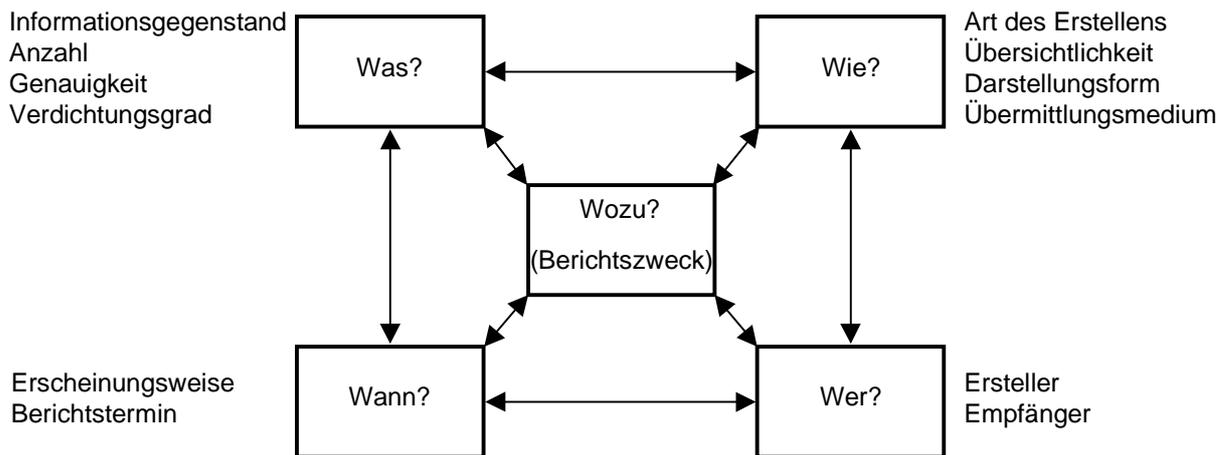


Bild 7: Merkmale zur Gestaltung von Berichten [6]

Bild 7 zeigt die Merkmale zur Kennzeichnung und Gestaltung von Berichten. Den Mittelpunkt dabei bildet der Berichtszweck. Aus dem Berichtszweck ergibt sich, über welche Vorgänge und Gegenstände zu berichten ist. Das wiederum hängt davon ab, wie der Informationsbedarf des entsprechenden Berichtsempfängers definiert ist. Um das Berichtswesen möglichst effektiv zu gestalten, müssen diese Merkmale richtig miteinander kombiniert werden. Dabei müssen sich alle Merkmale grundsätzlich am Berichtszweck orientieren. Da ein sehr enger Zusammenhang zwischen Berichtszweck und Empfänger besteht, werden die Merkmale automatisch auch auf die Bedürfnisse des Empfängers abgestimmt.

Es ist von Bedeutung, die Berichte so zu gestalten, dass die Informationsaufnahme durch den Empfänger möglichst störungsfrei erfolgen kann. Je übersichtlicher ein Bericht gestaltet ist, desto einfacher können die Informationen wahrgenommen werden und desto schneller, sicherer und fehlerfreier erfolgt das Verstehen des Inhalts. Die Übersichtlichkeit von Berichten kann durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Trennen von Übersichts- und Detailinformationen,
- Hervorheben wichtiger Sachverhalte.

Um diese Möglichkeiten realisieren zu können, bieten sich verschiedene Mittel an. Sie haben zum Ziel, optische Elemente und Strukturen zu definieren, die durch den Empfänger als zusammengehörig erkannt werden. Zu nennen sind:

- Gleichartigkeit (z. B. gleiche Schriftart, Farben oder Schriftgrößen),
- Nähe (z. B. durch unterschiedliche Abstände),
- Geschlossenheit (z. B. durch Umrandungen oder Trennungslinien),
- Erfahrung (bekannte Strukturen werden bevorzugt wahrgenommen).

Neben der übersichtlichen Gestaltung der Berichte im Ganzen ist auch die Auswahl von übersichtlichen Berichtselementen von Bedeutung. Das bedeutet, dass möglichst übersichtliche grafische Elemente eingesetzt und möglichst gut lesbare Schriftarten verwendet werden sollen. Hierbei ist zu beachten:

- Proportionalschriften sind besser lesbar als Schreibmaschinenschriften,
- Halbfette Schriften sind besser lesbar als fette oder magere Schriften,
- Worte in Großbuchstaben sind schlechter lesbar als normal geschriebene,
- Die Schriftgröße sollte wenigstens 10 Punkt betragen und auch in Ausnahmefällen keinesfalls kleiner als 8 Punkt sein,
- Kursiv- und Negativschriften sind schlechter lesbar als aufrechte Schriften und Positivschriften.

Die Gestaltungsregeln gelten nicht nur für einen Bericht oder für Berichte einer Abteilung, sondern sie sollten unternehmensweit einheitlich angewendet werden. Dabei sollen alle Berichte formal einheitlich aufgebaut sein, damit der Inhalt verschiedener Berichte schnell wahrgenommen und verstanden werden kann. Die nachfolgend vorgestellten Abfüllberichte sind deshalb als Vorschläge zu verstehen und müssen an schon im Unternehmen vorhandene Berichten angepasst werden.

Einheitlich und eindeutig müssen auch die Begriffe sein, die im Berichtswesen verwendet werden. Es muss unter allen Umständen vermieden werden, dass mehrdeutige Formulierungen verwendet werden, die von verschiedenen Prozessverantwortlichen unterschiedlich interpretiert werden können. Die Informationsübermittlung muss möglichst fehlerfrei sein. Daher ist das Anlegen eines Begriffskatalogs ein wichtiger Schritt beim Erstellen eines Berichtssystems. In diesem Katalog werden alle in Berichten verwendeten Begriffe und Kennzahlen eindeutig und klar definiert (vgl. Begriffe unter 3.2 und Kennzahlen unter 4.4).

5.3 Beispielberichte

Die Technik bietet mehrere Möglichkeiten für das Umsetzen der Betriebsdaten in Berichte. Verwendung finden hauptsächlich HTML-Tools sowie Standard-Tabellenkalkulationen wie MS-Excel. HTML (Hypertext Markup Language) hat den Vorteil, dass die Gestaltungsmöglichkeiten nahezu unbegrenzt sind. Links zu anderen Berichten oder Verfahrensanweisungen können mit geringem Aufwand realisiert werden und es können sogar multimediale Elemente integriert werden. Zur Darstellung der Berichte wird lediglich eine Browser-Software benötigt. Allerdings ist das Erstellen der Berichte mit relativ hohem Aufwand verbunden, die Berichte sind in ihrer Erscheinungsform dementsprechend unflexibel. In den meisten Fällen wird ein Spezialist benötigt, der für die Pflege des Berichtswesens verantwortlich ist. Bevorzugt werden deshalb Lösungen auf der Basis von Tabellenkalkulationsprogrammen. Solche Berichte sind einfach zu warten und recht flexibel. Bei Bedarf kann der Empfänger selbst Änderungen an seinen Berichten vornehmen. Zudem können die in einer Tabellenkalkulation vorliegenden Daten sehr einfach zu weiteren Berechnungen herangezogen werden. Aus diesen Gründen wurden alle in Anhang D abgedruckten Beispielberichte mit MS-Excel erstellt.

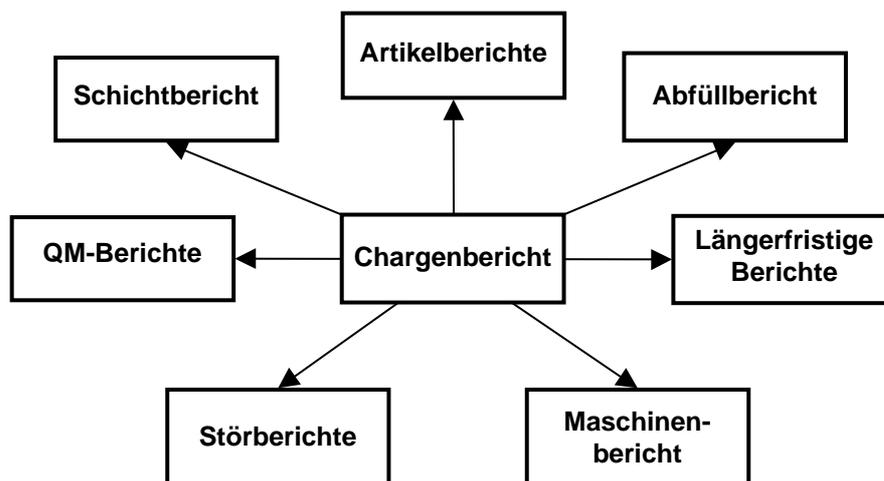


Bild 8: Berichtswesen auf Basis chargenbezogene Betriebsdaten

Eine wesentliche Forderung der Unternehmen an das Berichtswesen ist eine Top-Down-Funktionalität. Das bedeutet, dass von einem Bericht aus einer höheren Unternehmensebene über definierte Bezugspunkte – beispielsweise über die Chargennummer – auf untergeordnete Berichte zugegriffen und auf diese Weise eine detailliertere Ansicht betrachtet werden kann. Die Anzahl der Berichte ist möglichst gering zu halten. Nur dadurch bleibt das Berichtswesen übersichtlich und kann effektiv arbeiten. Trotzdem müssen alle relevanten Informationen ihre Empfänger erreichen. Im Folgenden werden Berichte vorgestellt, die das Informationsbedürfnis aller Prozessverantwortlichen abdecken sollen. Beim Erstellen dieser Berichte wurden Forderungen nach kurzen, übersichtlichen Berichten beachtet. Daher ist keiner der Berichte länger als eine

DIN A4-Seite. Alle Berichte ermöglichen die Auswertung über variable Auswerteziträume, was zu hoher Flexibilität und guten Vergleichsmöglichkeiten führt. Ausdrucke der Berichte sind am Ende des Kapitels zu finden.

Chargenbericht und Schichtbericht

Chargenbericht und Schichtbericht sind die detailliertesten und umfangreichsten Berichte im Abfüllberichts-wesen. Der Chargenbericht enthält die detaillierten Daten des Abfüllvorgangs einer Charge. Alle anderen Berichte verdichten diese Chargendaten und beziehen sich auf diesen „Mittelpunkt der Abfüllberichte“ (vgl. Bild 8). Ein Chargenbericht soll Identifikationsdaten, Prozessdaten und Produktdaten enthalten. Identifiziert wird die Charge über ihre Kennung und das Datum im Berichtskopf sowie die Stammdaten Artikel, Drucktank und Abfüllanlage. Prozess- und Produktdaten beschränken sich auf die Daten, die zur Beurteilung einer Charge zwingend notwendig sind. Erfasst und dokumentiert werden selbstverständlich die abgefüllten Mengen im Vergleich zu den geplanten Mengen. Das Erfassen erfolgt an mehreren Zählern, um den Schwand berechnen zu können. Abweichungen von der geplanten Menge werden – wie in allen anderen Berichten auch – durch eine grüne Darstellung bei positiven Abweichungen und durch eine rote Darstellung bei negativen Abweichungen gekennzeichnet. Bei Brauereien liegt auch das chargenbezogene Erfassen der für die Biersteuer relevanten Abfüllmenge auf der Hand, da sich die Biersteuer nach der Stammwürze richtet. Diese ist innerhalb einer Charge konstant.

Neben den Kennzahlen der gesamten Anlage und einer Hitliste der füllerrelevanten Störungen sind die Verbrauchsdaten von Interesse. Besonders die Kennzahl Menge pro Flasche hat eine Bedeutung, wenn im Rahmen der Kostenrechnung eine artikelbezogene Ergebnisrechnung durchgeführt werden soll. Negative Abweichungen bei den Verbrauchszahlen von den Planwerten werden abweichend von der sonst üblichen Darstellung grün dargestellt.

Da sich alle anderen Berichte auf den Chargenbericht beziehen, müssen hier auch die Qualitätsdaten dokumentiert werden. Neben den produktbezogenen Daten ist dies vor allem der Zustand der Hauptlage in der Reinigungsmaschine. Als aktuelle Laborbefunde können nur die mikrobiologischen Daten sowie die Daten der chemisch-technischen Analyse des Drucktanks herangezogen werden, Befunde aus dem Abfüllbereich liegen erst mehrere Tage nach dem Abfüllen der Charge vor. Sie könnten nachträglich in den Bericht eingefügt werden. Das Verhalten der Inspektionsmaschine wird im Schichtbericht genauer dokumentiert, es sei denn, jede Charge wird in ein eigenes, produktspezifisches Gebinde abgefüllt. In diesem Fall sollten die Gründe für die Ausschleusung im Chargenbericht dokumentiert sein. Der Empfänger des Chargenberichts ist der Abteilungsleiter Abfüllung.

Als ein dem Chargenbericht übergeordneter Bericht ist ein Schichtbericht vorgesehen. Er wird an folgende Empfänger verteilt:

- Abteilungsleiter Abfüllung,
- Schichtführer.

Der Schichtführer soll diesen Bericht erhalten, da er direkt in den Prozess des Abfüllens involviert ist. Er kann beispielsweise die Nebenzeiten am besten interpretieren und kennt die Gründe für eventuelle Verzögerungen. Er kann direkt auf das Schichtpersonal einwirken und so für eine Verbesserung des Arbeitsverhaltens sorgen. Der Schichtbericht fasst die einzelnen Chargen der entsprechenden Schicht zusammen. Dazu kommen detaillierte Auswertungen zu Nebenzeiten und Störungen. Auch das Ausschleusungsverhalten der Inspektionsmaschine wird genau dokumentiert. Die Top-Down-Funktionalität ist dadurch realisiert, dass durch die Verbindung über die Chargennummer der Bericht der entsprechenden Charge mit allen Detailinformationen aufgerufen wird.

Die Dokumentation der Personaldaten beschränkt sich in dem Beispielbericht auf das Minimum. Eventuell kann eine detailliertere Personalzeitauswertung mit Namen und Aufgabenbereichen erfolgen, das muss

jedoch laut § 87 des Betriebsverfassungsgesetzes mit dem Betriebsrat abgestimmt werden, dem der genannte Paragraph ein Mitspracherecht einräumt. Zur allgemeinen Auswertung reichen die Angaben zur Anzahl des Personals sowie der tatsächlich geleisteten Arbeitszeiten. Diese wird direkt aus dem Personalzeiterfassungssystem entnommen. Der Name des Schichtführers sollte auf jeden Fall im Schichtbericht erscheinen, da er als Prozessverantwortlicher gilt.

Artikelbericht und Abfüllbericht

Der Artikelbericht soll den technisch Verantwortlichen eine Übersicht über die Produktion eines bestimmten Artikels in einem frei wählbaren Zeitraum geben. Dieser Bericht ist für folgende Empfänger vorgesehen:

- Abteilungsleiter Abfüllung,
- Leiter Technik/Produktion.

Er gibt eine schnelle Übersicht über die abgefüllte Menge eines Artikels sowie über wichtige Kennzahlen. Abweichungen zwischen geplanter und tatsächlich abgefüllter Menge sind leicht erkennbar. Der Leiter Technik/Produktion, der auch für die Grobplanung der Produktion im Abfüllbereich zuständig ist, kann mit Hilfe dieses Berichts seine Pläne überwachen und eventuell neuen Gegebenheiten anpassen. Wenn der Bericht regelmäßig – beispielsweise monatlich – erstellt wird, kann er als Grundlage der Planung in diesem Bereich dienen. Bei kleineren Abweichungen muss der Abteilungsleiter Abfüllung seine Feinplanung ändern, um die Vorgaben zu erfüllen. Er wird sich auch für die Übersicht über die Kennzahlen interessieren, die Auskunft über das Arbeitsverhalten des Personals und der Abfüllanlage geben. Die Top-Down-Funktionalität ist auch in diesem Bericht über die Chargennummer als Verbindung zu dem entsprechenden Chargenbericht gegeben.

Wenn die Artikelberichte weiter verdichtet werden, entsteht der Abfüllbericht. Durch diesen werden die Mengen aller abgefüllten Produkte in einem frei wählbaren Zeitraum dokumentiert. Hierbei sollte die Möglichkeit gegeben sein, unterschiedliche Sortierkriterien festzulegen. So kann beispielsweise nicht nur nach Menge sortiert werden, sondern auch nach Artikel oder nach der Abweichung gegenüber dem Vorjahreszeitraum.

Durch die kumulierten Mengen kann die Entwicklung der abgefüllten Mengen im aktuellen Kalenderjahr oder Geschäftsjahr mit dem Vorjahreszeitraum verglichen werden. Das ist sowohl für jede Biersorte als auch in der Summe aller Getränke möglich. Die Grafik macht den Vergleich mit dem Vorjahr deutlicher, Trends sind hier leichter ablesbar und einprägsamer dargestellt als in einer Tabelle. Empfänger des Abfüllberichtes sind:

- Unternehmensleitung,
- Leiter Technik/Produktion,
- Leiter Kaufmännischer Bereich.

Durch das Darstellen der kumulierten Mengen kann der Abfüllbericht auch als Jahresbericht herangezogen werden.

Maschinenbericht und Störberichte

Maschinen- und Störberichte sind unabdingbar für die Fehlersuche an einzelnen Maschinen und der gesamten Abfüllanlage. Sie dokumentieren das Arbeitsverhalten und aufgetretene Störungen.

Der Maschinenbericht bezieht sich auf eine einzige Maschine und wird für jedes Aggregat getrennt erstellt. Er dokumentiert detailliert das Arbeitsverhalten der jeweiligen Maschine mit Betriebs- und Störzeiten. Störungen werden in einer Hitliste dargestellt, um auf diese Weise besser die Schwachpunkte an der Maschine und in deren Umfeld identifizieren zu können. Maschinenberichte werden jedoch auch für Instandhaltungszwecke herangezogen. Daher werden hier die jeweils letzten Inspektionen und Abschmier-

vorgänge mit Datum dokumentiert. Diese Daten liegen in der Datenbank des BDE-Systems vor und können so laufend mit Vorgabedaten verglichen werden. Inspektions- und Abschmiertermine können deshalb im Bericht als absolute Zeitmarke dargestellt werden. Auch der Verlauf des Wirkungsgrades der Maschine kann Aufschluss über deren Zustand geben. Deshalb wird der Wirkungsgrad in einer Kurve dargestellt. Ist über einen Zeitraum ein Abwärtstrend festzustellen, so kann über Maßnahmen zu einer vorbeugenden Instandhaltung nachgedacht werden. Empfänger der Maschinenberichte sind:

- Abteilungsleiter Instandhaltung,
- Abteilungsleiter Abfüllung,
- Leiter Technik/Produktion.

Obwohl Maschinenberichte und Störberichte ähnliche Inhalte haben, unterscheiden sich trotzdem ihre Empfängergruppen. Maschinenberichte haben durch die Dokumentation von Wartungsterminen Einfluss auf die Produktionsplanung und somit eine strategische Komponente. Da Störberichte rein operative Ziele haben und nicht strategisch ausgerichtet sind, sind sie hauptsächlich auf der Prozessleitebene von Bedeutung. Erhalten sollen die Störberichte deshalb:

- Abteilungsleiter Abfüllung,
- Abteilungsleiter Instandhaltung.

Störberichte haben den Sinn, die an der Abfüllanlage aufgetretenen Störungen zu identifizieren und zu analysieren, um letztlich Möglichkeiten und Wege zu finden, diese Störungen dauerhaft zu vermeiden und somit den Abfüllvorgang zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, bieten sich mehrere Vorgehensweisen an.

Dabei spielt die Störungsrückverfolgung eine große Rolle, dementsprechend existiert auch ein eigener Bericht hierfür, der die in Kapitel 4.2 angesprochenen Werkzeuge zur Störungsanalyse integriert. Eine weitere Möglichkeit der Störungsbehandlung ist eine Hitliste der Störungen. Eine solche Hitliste ermöglicht das leichte Auffinden der größten Schwachpunkte in der Abfüllanlage. Die Liste sollte allerdings nicht nur nach der kumulierten Stördauer sortiert werden können, sondern auch nach dem Ort der Störung. So können beispielsweise die Störungen aller Transporteure auf einen Blick ausgewertet werden.

Qualitätsberichte

Da die Produktqualität im Lebensmittelbereich eine große Rolle spielt, sind die Maßnahmen zu deren Sicherung in den meisten Unternehmen sehr ausgeprägt. Dazu beigetragen hat auch die Normreihe DIN ISO 9000ff. Maßnahmen, die der Sicherung der Produktqualität dienen, müssen auch dokumentiert werden. Dazu existieren spezielle QM-Berichte. Empfänger dieser Berichte ist das Qualitätsmanagement.

Der CIP-Bericht dokumentiert alle CIP-Vorgänge im Abfüllbereich. Es wird nicht nur dargestellt, ob die Reinigung durchgeführt wurde oder nicht, sondern es werden alle Daten der verwendeten Reinigungs- und Desinfektionsmittel die Unterschrift des für die Reinigung Verantwortlichen festgehalten. Auf diese Weise kann die Hygiene der produktberührten Anlagenteile lückenlos dargestellt werden. Als Ergänzung wäre hier das Hinzufügen von Labordaten denkbar, beispielsweise die mikrobiologischen Befunde des letzten Spülwassers.

Ein weiterer notwendiger Qualitätsbericht ist der Inspektor-Testflaschenbericht. Hier werden die Störungursachen dokumentiert, um auch hier die Möglichkeit zu haben, Schwachpunkte zu erkennen.

Literaturverzeichnis

- [1] Bechmann, F.; Kehl, H.; Rädler, Th.; Weisser, H.: Computer Aided Techniques in Breweries. Zouterwoude: European Brewery Convention Technology & Engineering Forum, Report, 1998
- [2] Bechmann, F.; Kehl, H.; Weisser, H.: Betriebsdatenerfassung in der Brau- und Getränkeindustrie. Brauwelt 136 (1996), Nr. 3, S. 76-78
- [3] Früh, K.F. (Ed.): Prozeßleittechnik. München: Oldenburg, 1997
- [4] Härte, F. L.: Efficiency analysis of packaging lines. Delft: University of Technology Delft, Departement of Mathematics and Computer Science, Statistics, Stochastics and Operation Research Unit, MSc-thesis, 1997
- [5] Kehl, H.: Organisation und Technik integrierter Informations- und Kommunikationssysteme in Brauereien. Freising-Weihenstephan: TU München, Lehrstuhl für Brauereianlagen und Lebensmittel-Verpackungstechnik, Dissertation, 1996
- [6] Koch, R.: Betriebliches Berichtswesen als Informations- und Steuerungsinstrument. Frankfurt a. M.: Peter Lang, 1993
- [7] Polke, M. (Hrsg.): Prozessleittechnik. 2. Auflage, München und Wien: Oldenburg, 1994
- [8] Rädler, T.: Modellierung und Simulation von Abfülllinien. Freising-Weihenstephan: TU München, Lehrstuhl für Brauereianlagen und Lebensmittel-Verpackungstechnik, Dissertation, 1999
- [9] Schnell, G. (Hrsg.): Bussysteme in der Automatisierungstechnik. Braunschweig und Wiesbaden, 1993
- [10] Vogelpohl, H.: Produkthaftung bei der Flaschenabfüllung. Brauindustrie 80 (1995), Nr. 3, S. 170-174
- [11] Weisser, H.: Betriebsdatenerfassung in der Getränkeindustrie. Flüssiges Obst 64 (1997), Nr. 9, S. 502-506
- [12] Wöhe, G.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 18. Auflage. München, 1993

Standards

- [13] ANSI/ISA-S88.01: Batch Control Part 1: Models and Terminology. New York, 1995
- [14] DIN 19 235: Messen, Steuern, Regeln; Meldung von Betriebszuständen. Berlin: Beuth, 1985
- [15] DIN 19 237: Messen, Steuern, Regeln; Begriffe. Berlin: Beuth, 1980
- [16] DIN 19 245: PROFIBUS-Norm Teil 1 und Teil 2. Berlin: Beuth 1990
- [17] DIN 8782: Getränke-Abfülltechnik – Begriffe für Abfüllanlagen und einzelne Aggregate. Berlin: Beuth, 1984
- [18] DIN EN 292: Sicherheit von Maschinen; Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze. Berlin: Beuth, 1991
- [19] IEEE 802.3: Local and metropolitan area networks - Specific requirements, Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD), 1998

Anhang

Anhang A: Für das technische Berichtswesen erforderliche Daten

	Automatische Erfassung durch BDES	Manuelle Erfassung oder Übernahme aus anderen Systemen
Stammdaten		
Zeit	X	
Artikel		X
Biersorte		X
Chargenkennung		X
Vorgängerchargen Drucktank		X
Abfüllanlage		X
Mengendaten		
eingesetzte Produktmenge (hl)	X	
Zugang Vollgutlager (Kästen/Paletten)	X	
Durchsatz der einzelnen Maschinen	X	
Effektivausbringung Maschinen	X	
Einstellausbringung Maschinen	X	
Qualitätsdaten		
O2-Gehalt Produkt	X	
CO2-Gehalt Produkt	X	
Abfülldruck	X	
Abfülltemperatur	X	
Geplatze Flaschen	X	
Unterfüllte Flaschen	X	
Überfüllte Flaschen	X	
Unverschlossene Flaschen	X	
Ventilstatistik Füllmaschine	X	
Temperatur Laugen ReiMa	X	
Leitwert Laugen ReiMa	X	
Ausschleusung Flascheninspektion	X	
Ausschleusung Kästen Vollkastenkontrolle	X	
Ausschleusung Kästen Leerkastenkontrolle	X	
Ausschleusung Paletten	X	
Temperatur, Verweilzeit, PE falls Pasteur oder KZE	X	
CIP-Vorgänge	X	
Labordaten Mikrobiologie		X
Labordaten CTA		X
Verbrauchsdaten		
Gebinde	X	
Ausstattung	X	
Frischwasser	X	
Kronenkorken/Verschlüsse	X	
Wärmemenge/Heißwasser	X	
CO2		X
Strom		X
Schmiermittel		X
Druckluft		X
Maschinendaten		
Betriebsdauer	X	
Schaltspiele	X	
Wartungen		X
Personaldaten		
Name Schichtführer		X
Arbeitszeit		X
Stördaten		
Störungsdauer	X	
Störungsursache		X
Störungszuordnung	X	
Zeitdaten		
Arbeitszeit	X	
Rüstzeit	X	
Wartung	X	
Rüstzeit	X	
Reinigungszeiten	X	
Reinigungszeit	X	
Betriebszeit	X	
Instandhaltungen		X

Anhang B: Standardmäßig anzubindende Datenpunkte**Tabelle 5: Standardmäßig anzubindende Datenpunkte für Abfüllmaschinen und Transporteure**

Aggregat	Maschinen-spezifische Meldungen	Parameter	Messwerte	Zählwerte
Palettenentlade-maschine		Palettenart	Einstellausbringung	Paletten gesamt
		Kastenart		Kästen gesamt
		Flaschenform		
		Lagenbild		
Kasten-sortiermaschine für Leergut	Stau aussortierte Kästen	Kastenart	Einstellausbringung	Kästen gesamt
		Flaschenform		Gutflaschen
				Ausstoß nach
				Fehlerflaschen
				Flaschen zu hoch
				Flaschen zu tief
				Flaschenfarbe
				Fächer leer
				Fremdkörper
				Fehlerkasten Farbe
				Fehlerkasten Logo
				Kasten defekt usw.
Flaschenentkork-bzw. entschraub-maschine			Einstellausbringung	
Auspackmaschine			Einstellausbringung	Kästen gesamt
Leerflaschen-sortiermaschine	Stau Ausleitung	Flaschenform	Einstellausbringung	Flaschen gesamt
				aussortierte Flaschen nach
				Flaschenhöhe
				Flaschenform
				Flaschenfarbe
				verschlossen
Flaschenreinigungs-maschine		Flaschenform	Einstellausbringung	Frischwasser-verbrauch
			Temperatur Warmwasser	Heißwasserverbrauch
			Leitwert Hauptlauge	Dampfverbrauch
			Temperatur Hauptlauge	Reinigungsmittel-verbrauch
			Konzentration Hauptlauge	Additivverbrauch
			Temperatur Spritzlauge	
			Konzentration Spritzlauge	
			Spritzdrücke in den einzelnen Zonen	
			Temperatur Warmwasser	
			Redoxpotential Warmwasser	

Fortsetzung Tabelle 5

Aggregat	Maschinen-spezifische Meldungen	Parameter	Meßwerte	Zählwerte
Leerflaschen-Inspektionsmaschine	Stau Ausleitung	Flaschenform	Einstellausbringung	Flaschen gesamt
				Gutflaschen gesamt
				Ausschleusung Flaschen Container
				Ausschleusung Flaschen Rücklaufband
				fehlerhafte Flaschen nach
	Flaschenfüllmaschine	Produktmangel	Biersorte	Einstellausbringung
Druckluftmangel		Drucktanknummer	Abfülldruck	geplatze Flaschen
CO2-Mangel		Flaschenform	Abfülltemperatur	Produktmenge
			O2 im Produkt	CO2 Verbrauch
			CO2 im Produkt	
			Temperatur Schwallwasser	
			Extrakt Produkt	
			Temperatur HDE	
			Druck HDE	
			pH-Wert des Produkts	
			Leitwert des Produkts	
Flaschenverschleißmaschine	Verschlussmangel		Einstellausbringung	Flaschen gesamt
Vollflaschen-kontrollmaschine nach Füller	Stau Ausleitung	Flaschenform	Einstellausbringung	Flaschen gesamt
		Ausstattungsart		Gesamtausleitung
		Biersorte		Ausleitung nach:
				unterfüllt
				überfüllt
				Verschluß
				Metall in der Flasche usw.
				Füllventilstatistik
Pasteurisierungsmaschine			Einstellausbringung	Kaltwasserverbrauch
			Temperatur je Pasteurzone	Heißwasserverbrauch
			Fördergeschwindigkeit	Dampfverbrauch
			PE	Additivverbrauch
Flaschenausstattungsmaschine	Etikettenmangel	Datierungscode	Einstellausbringung	Flaschen gesamt
	Leimmangel		Leimtemperatur	Etiketten
	Störung des Datierungsgeräts			

Fortsetzung Tabelle 5

Aggregat	Maschinen-spezifische Meldungen	Parameter	Messwerte	Zählwerte
Vollflaschen-kontrollmaschine nach Etikettierer	Stau Ausleitung	Flaschenform	Einstellausbringung	Flaschen gesamt
		Ausstattungsart		Gesamtausleitung
				Ausleitung nach: unterfüllt
				überfüllt
				Etikettierfehler (Bauch, Brust, Rücken, Staniol, Sektschleife)
				Verschluß
				Datierung
				usw.
Einpackmaschine	Kastenmangel		Einstellausbringung	Kästen gesamt
Vollkasten-kontrollmaschine	Stau ausgeschleuster Kästen	Kastenart		Kästen gesamt
				Kästen schlecht nach fehlende Flasche
				Flasche zu hoch
				usw.
Palettenbelade-maschine	Palettenmangel	Palettenart	Einstellausbringung	Paletten gesamt
		Kastenart		nur teilweise Paletten
		Flaschenform		Kästen gesamt
		Lagebild		Kästen Vollgut gesamt
				Kästen leer gesamt
Flaschen-transporteure, Puffer und drucklose Zusammenführungen	Gleitmitteldosierung ein/aus		Geschwindigkeit bzw. Frequenzen der FUs	Wasserverbrauch
				Kettengleitmittelverbrauch
Kastenreinigungs-maschine			Einstellausbringung	Wasserverbrauch
			Temperatur	
			Spritzdrücke	
Leerkasten-Inspektionsmaschine		Kastenart	Einstellausbringung	Kästen gesamt
				Kästen gut
				Kästen schlecht nach Farbe
				defekter Griff
				usw.
Kastenmagazin			Füllungsgrad	
Paletten-Inspektionsmaschine				Paletten gesamt
				Paletten defekt
				Paletten gut
Palettentransport Palettenmagazin			Füllungsgrad	

Tabelle 6: Datenpunkte für prozesstechnische Anlagen

Aggregat	Maschinen- spezifische Meldungen	Prozess- spezifische Meldungen	Messwerte	Zählwerte
Kurzzeiterhitzer Puffertank		Ventilstellungen	Druck	Durchflussmenge Produkt
			Temperatur	Heißwasserverbrauch
			Volumenstrom Produkt	Dampfverbrauch
			PE	
			Leitwert	
CIP		Ventilstellungen	Leitwert Rücklauf	Verbrauch Reinigungsmedium
			Temperatur Rücklauf	
			Volumenstrom Reinigungsmedium	
CAF		Ventilstellungen	Sterilisationstemperatur	Sterilluftverbrauch
			Überdruck Reinraum	

Tabelle 11: Dokumentationsformulare für Parameter

Parameter (16 Bit Datenworte)		
Maschine:		
Datenbaustein Nummer:		
Parameter- nummer	DBB	Bedeutung
1	0	
	1	
2	2	
	3	
3	4	
	5	
4	6	
	7	
5	8	
	9	
6	10	
	11	
7	12	
	13	
8	14	
	15	
9	16	
	17	
10	18	
	19	
11	20	
	21	
12	22	
	23	
13	24	
	25	
14	26	
	27	
15	28	
	29	
...	...	
	...	

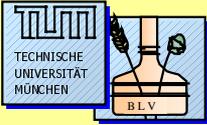
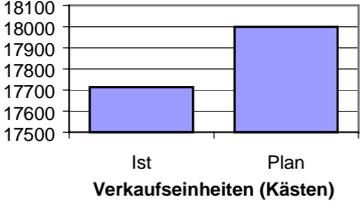
Tabelle 12: Dokumentationsformular für Messwerte

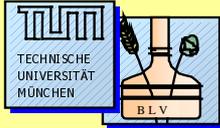
Messwerte (16 Bit Datenworte)				
Maschine:				
Datenbaustein Nummer:				
Messwert- nummer	DBB	Bedeutung	Einheit	Umrechnungsfaktor
1	0			
	1			
2	2			
	3			
3	4			
	5			
4	6			
	7			
5	8			
	9			
6	10			
	11			
7	12			
	13			
8	14			
	15			
9	16			
	17			
10	18			
	19			
11	20			
	21			
12	22			
	23			
13	24			
	25			
14	26			
	27			
15	28			
	29			
...	...			
	...			

Tabelle 13: Dokumentationsformular für Zählwerte

Zählwerte (32 Bit Doppelworte)				
Maschine:				
Datenbaustein Nummer:				
Zählwert- nummer	DW	DBB	Bedeutung	Überlauf bei
1	Low	0		
		1		
	High	2		
		3		
2	Low	4		
		5		
	High	6		
		7		
3	Low	8		
		9		
	High	10		
		11		
4	Low	12		
		13		
	High	14		
		15		
5	Low	16		
		17		
	High	18		
		19		
6	Low	20		
		21		
	High	22		
		23		
7	Low	24		
		25		
	High	26		
		27		
...		
		...		
		
		...		

Anhang D: Beispielberichte

		Chargenbericht		09.10.1999	16:29
Chargen-Kennung: 0224-99-123-2 Datum: 01.09.99					
Stammdaten					
Art.-Nr.:	123	Drucktank:	14	Start:	Ist 07:15 Plan 07:00
Artikel:	Pils 0,5l	Abfüllanl.:	2	Ende:	13:35 13:30
				Arbeitszeit	06:20 06:30
Mengen					
	Ist	Plan	Abweichung		
hl	1785,5	1800	-14,5	-0,81%	
Flaschen	354687	360000	-5313	-1,48%	
Kästen	17713	18000	-287	-1,59%	
Paletten	354,2	360	-5,8	-1,61%	
Schwand	0,79%				
Biersteuer	1771 hl				
					
Kennzahlen					
Liefergrad# Anlage :		89,60%	Ausnutzungsgrad Anlage:		86,50%
Füllerrelevante Störungen					
Nach Dauer (min)			Nach Häufigkeit (Anzahl)		
Aggregat	Dauer		Aggregat	Häufigkeit	
Vollgutkontr.	23		Füllmasch.	9	
Füllmasch.	18		Einpacker	5	
Einpacker	12		Bepalettierer	3	
EtiMa	5		EtiMa	2	
Auspacker	3		Auspacker	1	
Verbrauchsdaten					
	Ist	Plan	Abweichung		Menge/Flasche Einheit
Gebinde	356040	360000	-3960	-1,10%	1,00000 Flaschen
H2O kalt	720	720	0	0,00%	0,00202 hl
CO2	1,895	1,9	-0,005	-0,26%	0,00001 kg
KK	354458	360000	-5542	-1,54%	0,99556 KK
Qualitätsdaten					
	Mittel	Min	Max	Einheit	
O2 vor Füller	0,24	0,09	0,31	mg/l	
CO2-Gehalt	5,41	4,98	5,53	g/l	
Temp. Lauge ReiMa	82,9	78,1	85	°C	
Leitwert Lauge ReiMa	210	180	225	mS	
Abfülltemperatur	3,1	2,9	3,4	°C	
Laborbefund	DT 14 ohne mikrobiologische Befunde				
Chemisch-technische Analyse	OK				
Ausschleusungsrate Inspektionsmaschine	0,17%	entspricht	612 Flaschen		
Geplatze Flaschen	98				
Unterfüllte Flaschen	456				
Unverschlossene Flaschen	187				



Schichtbericht

09.10.1999

16:29

Frühschicht

Datum: 31.08.99

Stammdaten

Abfülllinie	2	Beginn	07:00	Schichtf.	Maier
		Ende	16:00	Personal	5,0
		Pausen	01:00	Pers.-Zeit	2380 min

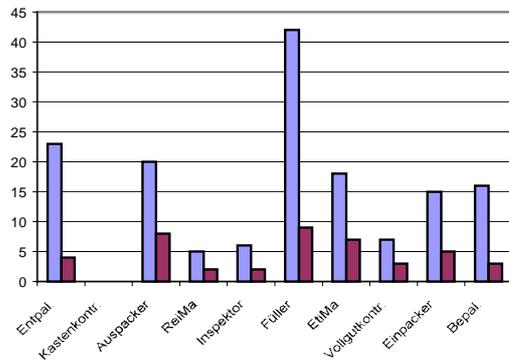
Chargen

	1	2	3	Summe
Chargen-Nr	0217-99-123-2	0218-99-246-2	0221-99-127-2	
Artikel-Nr	123	246	127	
Artikel	Pils 0,5	Hopfenhell 0,5	Pils 0,33	
Abgefüllte hl	945,5	238,7	456,3	1640,5
Abgefüllte Flaschen	189100	47740	138264	375104
Abgefüllte Kästen	9455	2387	5761	17603
Anlauf	00:30	-	-	00:30
Ablauf	-	-	01:00	01:00
Rüstzeiten	-	-	00:30	00:30
sonstige Nebenzeiten	00:02	00:18	00:05	00:25
Summe Nebenzeiten	00:32	00:18	01:35	02:25

Kennzahlen

Liefergrad# Anlage	88,50%	Einstellausbringung	60000
Ausnutzungsgrad Anlage	86,70%	Durchschnittsausbringung	53120

Störungen



	Dauer/min	Häufigkeit
Entpal.	23	4
Kastenkontr.	0	0
Auspacker	20	8
ReiMa	5	2
Inspektor	6	2
Füllmasch.	42	9
EtiMa	18	7
Vollgutkontr.	7	3
Empacker	15	5
Bepal.	16	3

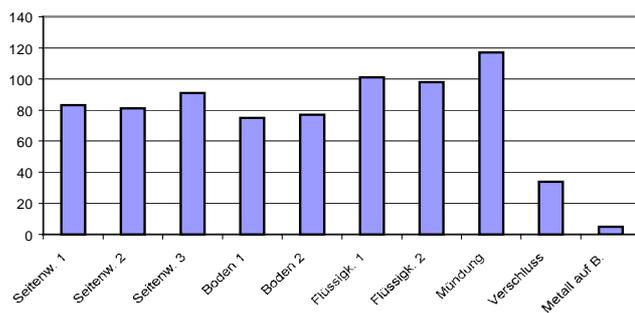
Inspektionsmaschine

Ausschleusung hart

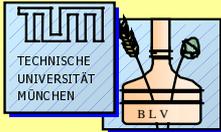
502 Flaschen,

Ausschleusung weich

260 Flaschen



Grund	Anzahl
Seitenwand 1	83
Seitenwand 2	81
Seitenwand 3	91
Boden 1	75
Boden 2	77
Flüssigkeit 1	101
Flüssigkeit 2	98
Mündung	117
Verschluss	34
Metall auf Boden	5



Artikelbericht

09.10.99

16:29

vom: 04.09.99

bis: 08.09.99

Artikel-Nr. 123

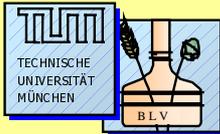


Artikel

Pils 0,5

Übersicht

Chargen-Nr.	Datum	Abgefüllte hl			Füllzeit eff. (h)	Wirk.-Grad
		Ist	Plan	Abweich.		
0225-99-123-2	04.09.99	1762	1800	-38	8,1	89,6
0226-99-123-2	05.09.99	945,5	950	-4,5	4,2	88,5
0228-99-123-1	06.09.99	258,6	260	-1,4	1,1	90,5
0232-99-123-1	07.09.99	1200	1200	0	5	89,8
0235-99-123-2	08.09.99	1250	1200	50	5,1	89,4
Summe		5416,1	5410	6,1	10826,1	



Abfüllbericht

09.10.99

16:29

vom: 04.09.99

bis: 08.09.99

sortiert nach

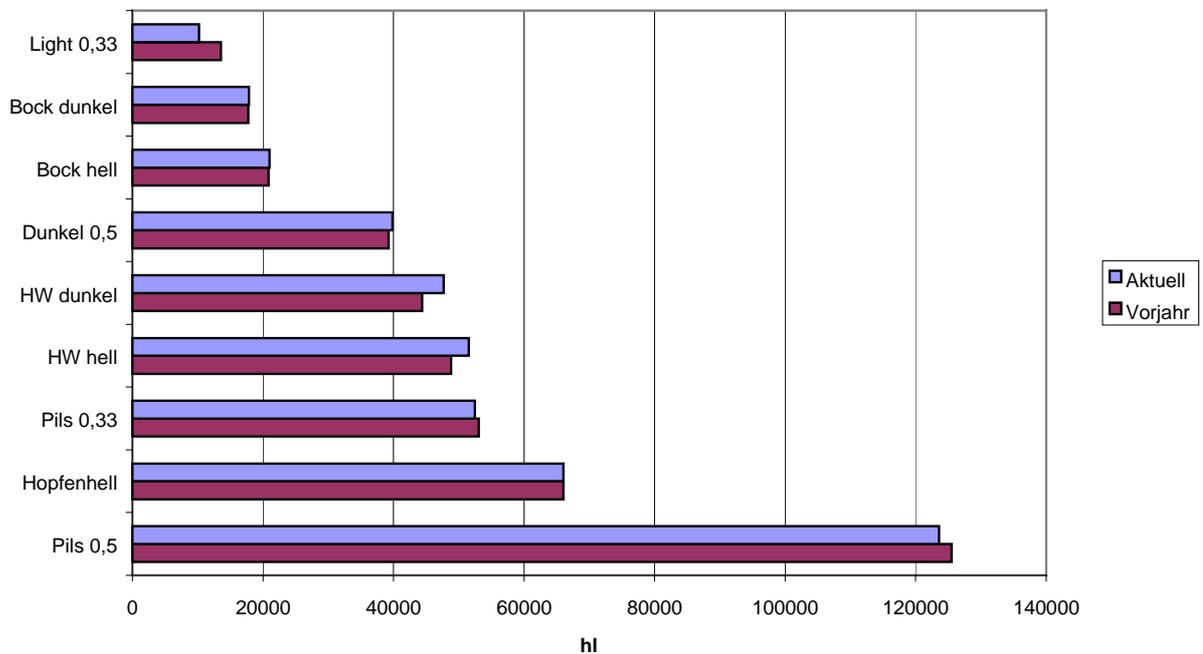
Menge



Übersicht

Art.-Nr.	Artikel	Aktuell	Abgefüllte hl		Kumuliert vom 01.01. bis heute		
			Vorjahr	Abweich.	Aktuell	Vorjahr	Abweich.
123	Pils 0,5	5416,1	5458,6	-42,5	123568,2	125468,9	-1900,7
246	Hopfenhell	3877,3	3880,4	-3,1	65987,3	65988,0	-0,7
127	Pils 0,33	3001,3	3125,2	-123,9	52456,2	53069,9	-613,7
560	HW hell	2987,9	2651,0	336,9	51500,0	48799,2	2700,8
580	HW dunkel	2450,6	2231,7	218,9	47650,2	44365,9	3284,3
341	Dunkel 0,5	1750,6	1710,2	40,4	39845,2	39254,6	590,6
756	Bock hell	965,4	952,9	12,5	21003,6	20857,4	146,2
774	Bock dunkel	897,5	901,2	-3,7	17890,5	17796,3	94,2
995	Light 0,33	450,3	503,2	-52,9	10254,3	13564,8	-3310,5
Summe		21797,0	21414,4	382,6	430155,5	429165,0	990,5

Kumulierte Mengen





Maschinenbericht

09.10.1999

16:29

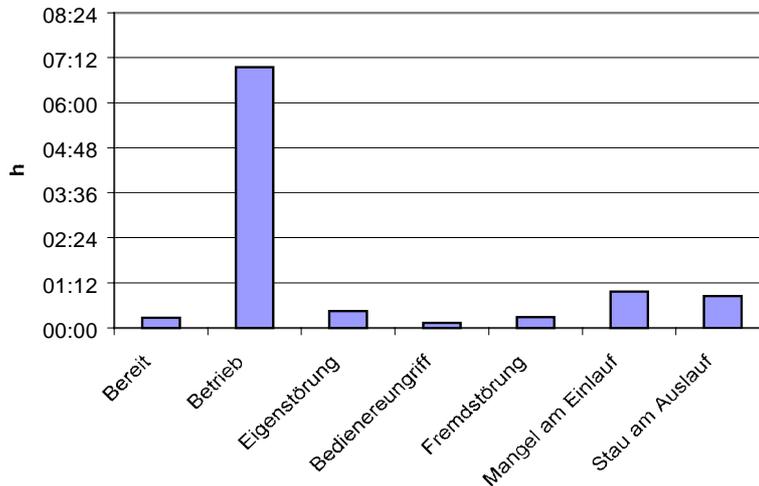
vom: 04.09.99

bis: 08.09.99

Aggregat

Füllmaschine 2

Betriebszeiten



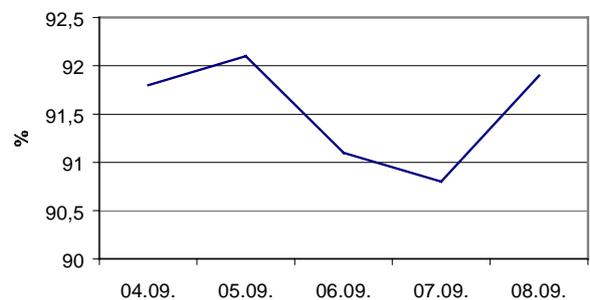
	Dauer (/h)
Bereit	00:16
Betrieb	06:57
Eigenstörung	00:27
Bedienererungriff	00:08
Fremdstörung	00:17
Mangel am Einlauf	00:58
Stau am Auslauf	00:51

Störungshitliste

sortiert nach Dauer (min)		sortiert nach Häufigkeit	
Flaschenbruch	36	Flaschenbruch	18
Druckluftmangel	8	Allgem. elektr. Störung	8
Ventildefekt	6	Allgem. mech. Störung	5
Allgem. elektr. Störung	5	Druckluftmangel	3
Allgem. mech. Störung	2	Produktmangel	3
Produktmangel	1	Ventildefekt	1
Summe Fremdstörungen (min):		9	
Summe Eigenstörungen (min):		49	

Kennzahlen

Wirkungsgrad Durchschnitt:	91,54%
Wirkungsgrad Vorgabe:	92,00%
Wirkungsgrad Abweichung:	-0,46%
Einstellausbringung 0,5 NRW	55000
Durchschnittsausbr. 0,5 NRW	37850
Einstellausbringung 0,33 Vichy	60000
Durchschnittsausbr. 0,33 Vichy	41558



Wartungsdaten

Betriebszeit im Zeitraum	06:57	Letzte Inspektion	05.07.1999
Gesamt seit letzter Inspektion	187:32	Letzte Abschmierung	25.08.1999
Gesamt seit letzter Abschmierung	52:28		
Inspektion fällig am			05.11.1999
Abschmierung fällig am			11.10.1999



Störungshitliste

09.10.99

16:29

Störbericht

vom: 04.09.99

bis: 04.09.99

Abfüllanl. 2

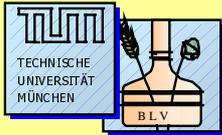
Uhrzeit 10:45

Sortiert nach Dauer



Störungen

Ort	Ursache	Dauer (min)
Entpalettiermaschine	Defekte Palette	15
drucklose Zusammenführung 3	Lichtschanke belegt	11
Füllmaschine	Defektes Ventil	10
Auspackmaschine	Elektr. Störung	8
Ausstattungsmaschine	Etikettenmangel	7
Reinigungsmaschine	Überlastkupplung	5
Füllmaschine	Produktmangel	5
Inspektionsmaschine	Dauerausscheidung	3
Verschleißer	Druckluftmangel	2
Einpackmaschine	Greiferkopf aufgesetzt	1



Störungsrückverfolgung

09.10.99

16:29

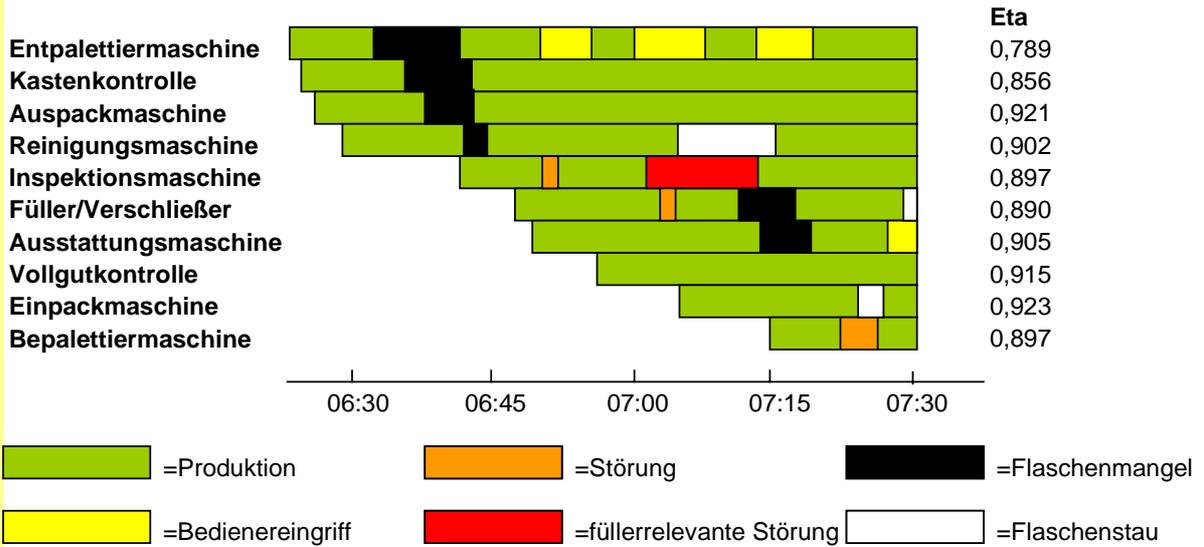
Störbericht

vom: 04.09.99

bis: 04.09.99

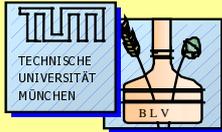
Abfüllanl. 2
Uhrzeit 07:30

Rückverfolgung



füllerrelevante Störungen

Gerät	Anteil	Dauer (min)
Entpalettiermaschine	0,00%	0,0
Kastenkontrolle	0,00%	0,0
Auspackmaschine	0,00%	0,0
Reinigungsmaschine	0,00%	0,0
Inspektionsmaschine	68,50%	7,5
Füller/Verschließer	15,40%	1,7
Ausstattungsmaschine	16,10%	1,8
Vollgutkontrolle	0,00%	0,0
Einpackmaschine	0,00%	0,0
Bepalettiermaschine	0,00%	0,0



Inspektor-Testflaschenbericht

09.10.99

16:29

QM-Bericht

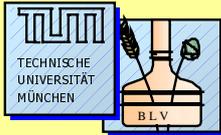
vom: 04.09.99

bis: 04.09.99

Details siehe Ausdruck an der Inspektionsmaschine

Inspektionsmaschine

Testläufe	Testflaschen	Erkannt	Störungsursache
04.09.99 06:28	10	10	
04.09.99 07:10	10	10	
04.09.99 07:55	10	10	
04.09.99 08:38	10	9	elektr. Störung Mündungskamera
04.09.99 08:43	10	10	
04.09.99 09:15	10	10	
04.09.99 10:45	10	10	
04.09.99 11:37	10	10	
04.09.99 12:08	10	10	
04.09.99 13:10	10	10	
04.09.99 13:55	10	10	



CIP-Bericht

09.10.99

16:29

QM-Bericht

vom: 04.09.99

bis: 08.09.99

Bereich	Flaschenkeller	Detail	Füllmaschine
Vorgang	Reinigung und Desinfektion		Puffertank
			KZE
			Produktleitungen

CIP-Protokolle

	04.09.99	05.09.99	06.09.99	07.09.99	08.09.99
	15:00	14:45	00:02	14:25	10:30
Lauge Leitwert (mS)	95	95	90	94	93
Lauge Zeit (min)	32	30	31	30	31
Spülen Leitwert (mS)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Säure Leitwert (mS)	53	55	55	53	54
Säure Zeit (min)	29	31	30	28	30
Spülen Leitwert (mS)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Steri. Temperatur °C	92	90	91	90	90
Steri. Zeit (min)	25	30	28	28	30

- Lauge Leitwert (mS)**
- Lauge Zeit (min)**
- Spülen Leitwert (mS)**
- Säure Leitwert (mS)**
- Säure Zeit (min)**
- Spülen Leitwert (mS)**
- Steri. Temperatur °C**
- Steri. Zeit (min)**