

Konsolidierung der Komplexität

Technische Betriebsdatenerfassung und Labordaten in einer mittelständischen Brauerei

Durch die flächendeckende Einführung von PCs und die Verwendung überschaubarer Softwarepakete, z. B. Microsoft Office, ist die Arbeit nicht immer und unbedingt einfacher geworden. Speziell die Verwendung verschiedener Software innerhalb einer logischen Kette führt zur Notwendigkeit, Daten an verschiedenen Stellen von Hand einzutragen. Die damit zwangsläufig verbundene Fehlerrate stellt ein nicht unerhebliches Risiko für die Dokumentationssicherheit dar. Demgegenüber steigt der Wert von Daten erheblich, wenn logisch zusammengehörige Informationen aus physisch getrennten Datenquellen an einer Stelle zusammengefasst werden. Danach ergibt sich die Aufgabe, diese Informationen allen Personen mit berechtigtem Interesse zur Verfügung zu stellen. Im folgenden Beitrag wird gezeigt, wie diese Aufgabe, bezogen auf Produktions- und Labordaten, mit Hilfe von TeBIS® (Technisches Betriebsinformationssystem) bei der Brauerei Schneider & Sohn in Kelheim gelöst wird.

Verkürzt und auch nicht ganz richtig, aber dennoch zutreffend, lautet der wichtigste Satz der Qualitätssicherung: Qualität

Dr.-Ing. Harald Steinhaus



Dr. Steinhaus hat von 1969 bis 1973 an der Universität Karlsruhe Maschinenbau studiert. 1973 bis 1980 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Forschungszentrum Karlsruhe mit der Konstruktion von Tieftemperaturanlagen zur Gasreinigung, sowie der Computeranwendung zur Inbetriebnahmeoptimierung von und Fehleranalyse in verfahrenstechnischen Anlagen betraut. 1980 hat er die Fa. Steinhaus Informationssysteme GmbH (www.steinhaus.de) zunächst als Energieberatungsunternehmen gegründet. Seit 1981 liefert das Unternehmen Informationssysteme, bestehend aus Hard- und Software sowie der dazugehörigen Systemanalyse, zur Überwachung und Optimierung verfahrenstechnischer Prozesse.

Joachim Reuling

Diplom-Braumeister Reuling hat von 1998 bis 2001 an der TU München-Weihenstephan Brauwesen studiert. Seit 2002 ist er bei der Privaten Weissbierbrauerei G. Schneider & Sohn GmbH (www.schneider-weisse.de) in Qualitätssicherung und Produktion beschäftigt.

kann man nicht prüfen, Qualität muss man produzieren. Hieraus kann man folgendes ableiten: werden qualitativ einwandfreie Rohstoffe mit fehlerfreien Prozessen verarbeitet, sollte das Ergebnis fehlerfrei sein. Damit ergibt sich eine gewisse Gleichgewichtigkeit in der Beurteilung der qualitätsrelevanten Parameter der Rohstoffe, der Zwischenprodukte und der Endprodukte durch das Labor mit der Beobachtung der Produktions- und der begleitenden Prozesse. Im Fall der Brauerei wird beispielsweise Maischen als Produktions-(teil)-prozess betrachtet, die Reinigung als begleitender Prozess. Speziell mit der sehr genauen Aufzeichnung der Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, Druck und Durchsatz können Reinigungsprozesse genau beurteilt werden. Zu diesem Zweck wurde CAPO® – der Vorläufer von TeBIS – der Firma Steinhaus Informationssysteme 1984 in der Brauindustrie erstmalig eingesetzt.

Die Brauerei Schneider in Kelheim verwendet die Betriebsdatenerfassung TeBIS seit 1988, die in Verbindung mit dem damaligen Sudhausneubau eingeführt wurde.

Heute besteht dieses System aus Modulen zur Prozessbeobachtung TeBIS A, zur Energiedatenauswertung TeBIS B, der Chargenproduktionsdokumentation TeBIS P und der Labordatenerfassung TeBIS D. Grundlage aller Module ist eine Vereinheitlichung der Datenerfassung und Datenhaltung.

Prozessdatenerfassung

TeBIS erfasst mit entsprechenden Treibern Daten aus Prozessen mit Hilfe unterschiedlicher Datenquellen. Die heute am häufigsten anzutreffende Quelle ist das Automatisierungsgerät S7 der Firma Siemens. Die mögliche Erfassungsrate liegt für ca. 16000 Eingangswerte bei 1 Sekunde. Die Eingangswerte werden mit entsprechender Technik dauerhaft gespeichert. Diese hohe Erfassungs- und Speicherdichte erlaubt die vollständige Dokumentation des physischen Prozessabbildes – Drucke, Temperaturen, Durchsätze etc. – und des logischen Prozessabbildes – Chargennummer, Rezeptnummer, Schrittnummer und Prozedurnummer.

In Abbildung 1 sind als Beispiel Prozessdaten als einfache Trendgraphik mit TeBIS A dargestellt. Dadurch, dass diese Daten dauerhaft gespeichert werden, können beliebige Auswertestrategien zu späteren Zeitpunkten entwickelt und auf den gesamten Datenbestand auch nachträglich angewendet werden.

Chargenbezogene Dokumentation und Auswertung in TeBIS P

Die braune, obere Kurve in Abbildung 1 zeigt die Programmschrittnummer, die für jede Charge zu Beginn ihren Wert von 0 nach 1 ändert, am Ende wieder auf 0 zurückfällt. Damit können Chargenbeginn und -ende, sowie alle weiteren verfügbaren Informationen, wie z. B. Rezepturnummer – rote obere Kurve – Chargennummer, hier die Sudnummer, in einer Datenbank hinterlegt werden. Außerdem können mit beliebigen Formeln Werte verknüpft werden.

Für die Feststellung der Siloentnahmen werden die Zählpulse der Kippwaage (untere rote Kurve) addiert und in Abhängigkeit der Siloanwahl einem bestimmten Silo zugeordnet. Im Falle einer Fehlübertragung oder anderer Störungen besteht die Möglichkeit, die automatisch erfassten Daten manuell zu korrigieren (siehe Abbildung 2). Bei manuellen Korrekturen werden Datum und Uhrzeit, sowie der Anmelde-name des Korrigierenden mitgeschrieben.

Datenerfassung aus beliebigen Datenquellen

Die Datenerfassung aus beliebigen Datenquellen erfolgt alternativ über Eingabemasken, z. B. über ein Webformular direkt in die Datenbank, oder über formatierte Listen. Ein Beispiel für ein Web-Formular ist in Abbildung 3 dargestellt. In dem Formular sind zur einfachen Bedienung mit Titeln beschriftete Buttons für die Funktionen „neuen Datensatz anlegen“, „Änderungen Sichern“, „Löschen“. Neben diesen Basisfunktionen gibt es noch die Möglichkeit, die Liste der letzten Löschungen oder Änderungen anzuzeigen und im Bedarfsfall rückgängig zu machen.

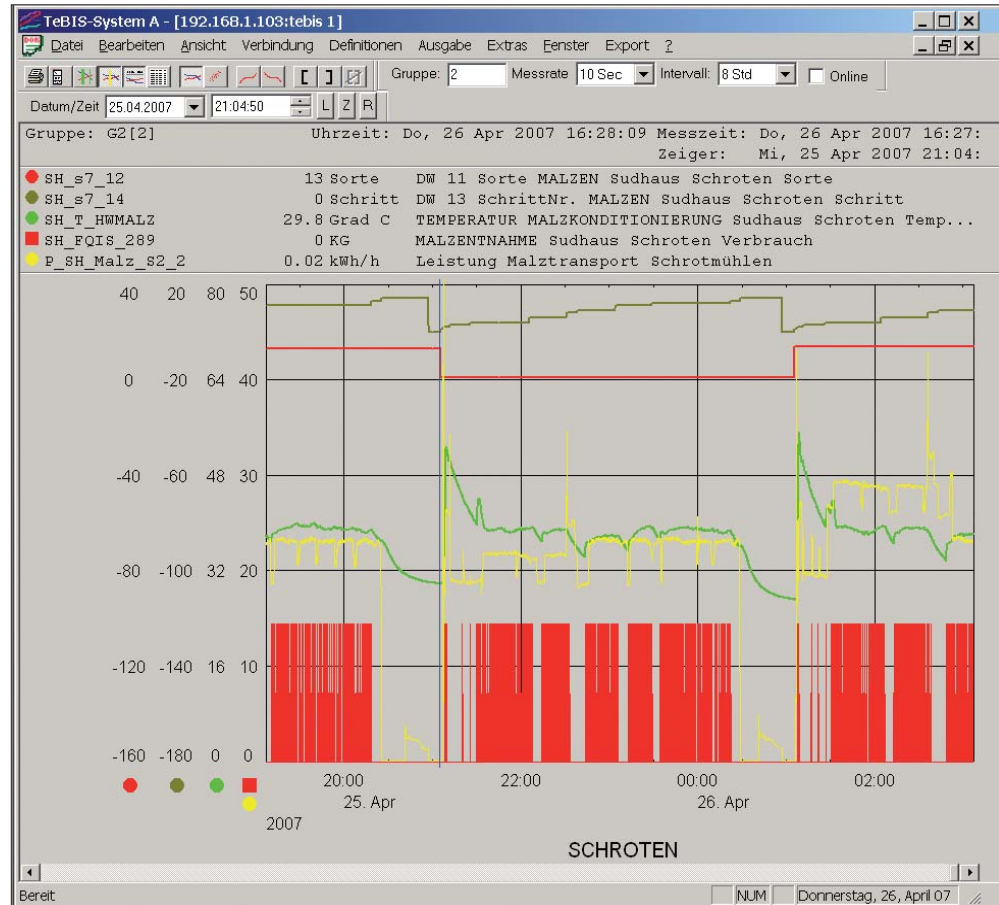


Abb. 1: Beispiel für eine Trendgraphik, Teilprozess Schrotten. In der oberen Bildhälfte sind rot und braun Daten des logischen Prozessabbildes, Programmschritt und Sorte zu erkennen. In der unteren Bildhälfte sieht man physische Werte, eine Temperatur (grün), eine Stromaufnahme (gelb) und die Zählpulse der Malzschüttung (rot). Im vorliegenden Fall beträgt die Auflösung (der zeitliche Abstand zwischen den Messpunkten) 10 Sekunden, die Zeitfensterlänge 8 Stunden. In TeBIS A sind Auflösungen von 1 Sekunde bis 1 Stunde mit Zeitfensterlängen von 2 Minuten bis 2 Jahren frei wählbar.

ID	SudID	Beginn	Ende	Sorte	BeschrKurzt	Silo1	Silo2	Silo3
10167	70299	25.04.23:07	26.04.05:01	14 SWO		0	800	0
10166	70298	25.04.19:07	26.04.00:57	1 SWO		0	775	0
10165	70297	25.04.15:07	25.04.20:57	13 SWO		0	800	0
10164	70296	25.04.11:07	25.04.16:57	1 SWO		0	800	0
10163	70295	25.04.07:07	25.04.12:57	3 WH		350	800	0
10162	70294	25.04.03:20	25.04.09:00	3 WH		350	800	0
10161	70293	24.04.23:27	25.04.05:17	3 WH		350	800	0
10160	70292	24.04.19:07	25.04.01:18	18 SWH		375	825	0
10159	70291	24.04.12:32	24.04.18:23	2 AV		0	800	0
10158	70290	24.04.08:32	24.04.14:28	2 AV		0	800	0
10157	70289	24.04.03:18	24.04.09:08	2 AV		0	800	0
10156	70288	23.04.23:07	24.04.04:58	4 SP		0	850	0
10155	70287	23.04.19:08	24.04.00:57	13 SWO		0	800	0
10154	70286	23.04.15:07	23.04.20:57	1 SWO		0	800	0
10153	70285	23.04.11:07	23.04.16:57	1 SWO		0	800	0
10152	70284	23.04.07:07	23.04.12:57	1 SWO		0	800	0
10151	70283	23.04.03:07	23.04.08:57	1 SWO		0	825	0
10150	70282	22.04.22:58	23.04.04:58	8 SWO		0	800	0
10149	70281	18.04.19:17	19.04.01:15	14 SWO		0	850	0
10148	70280	18.04.15:07	18.04.21:14	1 SWO		0	150	725

Abb. 2: Beispiel einer Chargenliste, Teilprozess Schrotten. Die aus der Steuerung chargenbezogen übernommenen Daten werden in eine Datenbank (ORACLE) übertragen und im Intranet mit Web-Browsern für alle berechtigten Personen ohne spezielle Clientsoftware sichtbar gemacht.

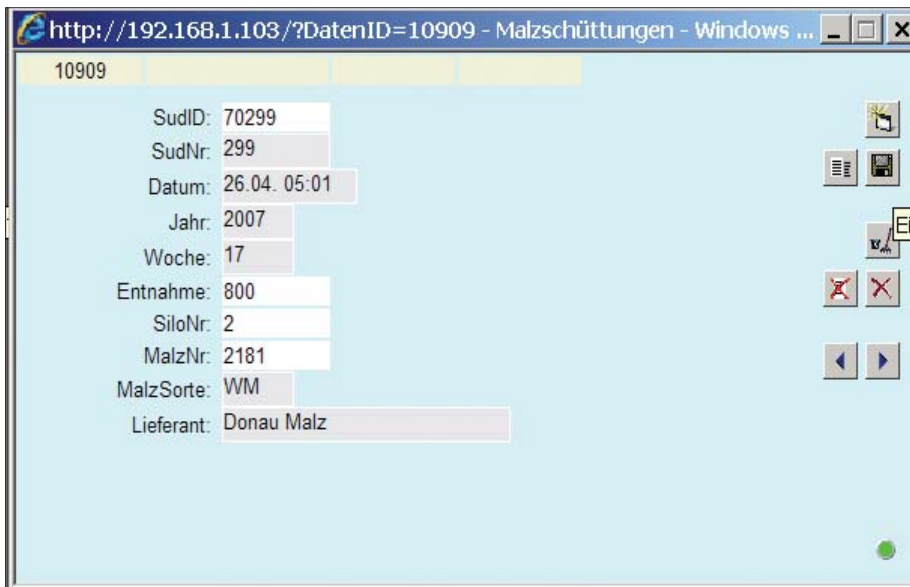


Abb. 3: Ein einfaches Webformular zur manuellen Korrektur der aus der Steuerung übernommenen Daten. In diesem Formular können nur die weiß hinterlegten Felder verändert werden, die Daten in den grauen Feldern stammen aus verknüpften Tabellen und dienen der Information. Wird beispielsweise die MalzNr verändert, wird die entsprechende Malzsorte und der Lieferant automatisch angezeigt. Wird eine Korrektur durchgeführt, wird die Liste (siehe Abbildung 2) automatisch aktualisiert.

ID	SudNr	PlanBeginn	PlanSorte	Silo1	Silo2	Silo3	Silo4	Silo5	Silo6	Silo7
70299	299	26.04.05:00	SW Original	0	850	0	0	2.450	0	0
70298	298	26.04.01:00	SW Original	0	850	0	2.450	0	0	0
70297	297	25.04.21:00	SW Original	0	850	0	2.450	0	0	0
70296	296	25.04.17:00	SW Original	0	850	0	2.450	0	0	0
70295	295	25.04.13:00	SW Weizenhell	400	800	0	2.450	0	0	0
70294	294	25.04.09:00	SW Weizenhell	400	800	0	2.450	0	0	0
70293	293	25.04.05:00	SW Weizenhell	400	800	0	2.450	0	0	0
70292	292	25.04.01:00	SW Weizenhell	400	800	0	2.450	0	1.450	0
70291	291	24.04.17:00	Aventinus	0	850	0	2.550	0	1.500	0
70290	290	24.04.13:00	Aventinus	0	850	0	2.550	0	1.500	0
70289	289	24.04.09:00	Aventinus	0	850	0	2.550	0	1.500	0
70288	288	24.04.05:00	SW Speise	0	900	0	2.650	0	1.500	0
70287	287	24.04.01:00	SW Original	0	850	0	0	2.450	1.350	0
70286	286	23.04.21:00	SW Original	0	850	0	0	2.450	1.350	0
70285	285	23.04.17:00	SW Original	0	850	0	0	2.450	1.350	0
70284	284	23.04.13:00	SW Original	0	850	0	0	2.450	1.350	0
70283	283	23.04.09:00	SW Original	0	850	0	0	2.450	1.350	0

Abb. 4: Ausschnitt aus einem Sudplan, der mit Hilfe von Excel erstellt wurde und als .txt-Liste in die Datenbank übertragen wurde. Zur besseren Übersicht wurden die verschiedenen Produktsorten mit verschiedenen Farben hinterlegt.

Untersuchungsparameter	Einheit	Ausgabe der Ergebnisse (Dezimale)	Soilwert	Warnwert LaP oben	Warnwert LaP unten	Grenzwert LfP oben	Grenzwert LfP unten	
Glattwasser Extrakt	Speise	Gew %	0,1	-	-	-	4	0,2
	SW Leicht	Gew %	0,1	-	-	-	4	0,2
	SW Weizenhell	Gew %	0,1	-	-	-	4	0,2
	SW Original	Gew %	0,1	-	-	-	4	0,2
	Wiesen Edel Weisse	Gew %	0,1	-	-	-	4	0,2
	Aventinus	Gew %	0,1	-	-	-	4	0,2
Ausschlagwürze Extrakt	Speise	Gew %	0,1	-	-	-	16	10
	SW Leicht	Gew %	0,1	-	-	-	16	10
	SW Weizenhell	Gew %	0,1	-	-	-	16	10
	SW Original	Gew %	0,1	-	-	-	16	10
	Wiesen Edel Weisse	Gew %	0,1	-	-	-	16	10
	Aventinus	Gew %	0,1	-	-	-	16	10

Abb. 5: Beispiel für einen Ausschnitt der Sollwertlisten für einen Laborwert (Extraktgehalt) an zwei verschiedenen Prüfpunkten im Sudhaus für sechs verschiedene Sorten. Die Grenzwerte sind Beispielwerte.

Datenübernahme durch formatierte Listen

Außerordentlich weit verbreitet ist die Verwendung von Microsoft Excel zur Verwaltung und Visualisierung überschaubarer Datenmengen und Strukturen. Diese Excel-Listen können – unter Umständen mit Hilfe von Makros umstrukturiert – als .txt oder .csv-Listen an eine Datenbank weitergegeben werden. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus einem Sudplan für eine Woche, der aus einer Excel-Liste übernommen wurde. Da jetzt die Plandaten und die Ist-Daten vorliegen, können diese direkt verglichen und Abweichungen sofort sichtbar gemacht werden. Außerdem besteht grundsätzlich die Möglichkeit, die Plandaten über die Module von TeBIS direkt in die Steuerung zu laden.

Ein weiteres Beispiel für die Datenübernahme aus formatierten Listen stellt der Biermessplatz dar. Der Biermessplatz besteht aus einem Analyseautomaten, der Messwerte, wie z. B. pH-Wert, Dichte, Farbe, Stammwürze, Vergärungsgrad etc. ermittelt und zusammen mit vorher eingegebenen Probanddaten als Papierliste oder Textdatei ausgibt.

Problem und Risiko automatischer Datenverarbeitung

Schreibt man Daten manuell auf, nimmt man diese normalerweise aktiv wahr. Dies ist, wenn es sich um qualitätsrelevante Daten handelt, ein essentieller Sachverhalt. Außerdem begrenzt die manuelle Datenverarbeitung die Datenflut. Daraus resultiert eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass durch die Einführung von Computern und Software die Arbeit nicht in jedem Fall besser und einfacher wird.

Amerikanischen Untersuchungen zufolge werden nur zehn Prozent aller Softwareprojekte, die beauftragt werden, ein Erfolg. Die Frage, warum sich dieser Sachverhalt in den letzten 30 Jahren nicht verbessert hat, wurde von führenden Experten mit einem häufigen Philosophie-wechsel innerhalb der Softwareentwicklung begründet. Zusätzlich spielen Schwächen in der Systemanalyse eine wichtige Rolle.

Automatische Überprüfung auf Sollwertabweichungen und Bewertung von Ergebnissen

Im Falle der Laborarbeit müssen Ergebnisse von Prüfungen, z. B. Analysewerten des Biermessplatzes auf Abweichungen von Sollwerten kontrolliert werden. Versteht man unter Qualität die prüf- und bewertbaren Eigenschaften, so kann man für jede Eigenschaft Soll-, Warn- und Grenzwerte definieren. Diese Werte werden in Listen hinterlegt, die Bestandteil des Qualitätssicherungssystems sind (siehe Abbildung 5).

Berechnet man die Anzahl der Prüfungen, Sorten und Parameter, kommt man zu dem Ergebnis, dass der manuelle Abgleich der Messwerte mit den Sollwertlisten nur noch in Form von Stichproben erfolgen kann. Eine vollständige Aufzeichnung aller Werte mit dem Computer wäre hier also nur eine Hilfe bei der Rückverfolgung

von Reklamationsgründen, aber keine Hilfe bei der Verbesserung der Qualitätssicherung. Abhilfe von dieser unbefriedigenden Situation kann nur geschaffen werden, wenn die Überprüfung auf Abweichungen ebenfalls durch den Computer erfolgt.

Hierbei wurde folgende Methode angewendet: Am Biermessplatz erhält eine zu untersuchende Probe eine Chargenkennzeichnung, eine (Zwischen-)Produktkennzeichnung und eine Sortenangabe. Z. B. Sudnummer für die Charge, Ausschlagwürze für das Zwischenprodukt und SW Original für die Sorte. Erkennt der Rechner die Kombination in der Sollwertliste, wird der Messwert verglichen und enthält, je nach Ergebnis, eine von fünf Farben, die folgende Zustände repräsentieren: Grenzwertunterschreitung, Warnwertunterschreitung, Gutbefund, Warnwertüberschreitung und Grenzwertüberschreitung (siehe Abbildung 6).

Durch die Farbgebung und die strukturierte Auswertung entstehen

bei Messreihen Muster, die systematische Abweichungen schnell und sicher erkennbar machen. Beispielsweise können Laborwerte durch die Verwendung von Malz aus zwei bestimmten Silos abweichen. Dieser Sachverhalt wird dann offensichtlich, wenn man die Daten der Abbildung 3 oder 4 mit den Daten der Abbildung 6 kombiniert betrachtet.

Chargenrückverfolgung

Chargenrückverfolgung wird als Begriff oft missverständlich gebraucht. Gesetzlich vorgeschrieben ist Chargenverfolgung für den Weg des Endproduktes zum Handel, um schnelle und sichere Rückrufaktionen zu gewährleisten. Dieser Teil wird normalerweise mit kommerziellen EDV-Systemen, wie z. B. SAP abgedeckt. Die innerbetriebliche Chargenverfolgung soll den an der Produktion beteiligten Personen zeigen, welche Rohstoffe und Verarbeitungsschritte an einem Endprodukt in Frage

Produktion		Jungbier bewertet							
		Sorte: SW Original, Jahr: 2007							
		Zeile 1 bis 247 von 247 Zeilen							
ID	Datum	Sud Nr.	Bottich	pH	Es	*P	GV	Alc	
23786	25.04.07		42	4.33	2.43	12.60	80.70	5.43	
23788	25.04.07		44	4.14	2.52	12.67	80.10	5.42	
23787	25.04.07		43	4.16	2.43	12.65	80.80	5.45	
23789	25.04.07		45	4.12	2.49	12.69	80.20	5.39	
23751	24.04.07	277	49	4.14	2.40	12.57	80.90	5.43	
23749	24.04.07	276	48	4.14	2.47	12.46	80.10	5.33	
23701	23.04.07	270	39	4.23	2.53	12.65	80.00	5.40	
23700	23.04.07	269	38	4.14	2.52	12.59	80.00	5.38	
23675	20.04.07	265	34	4.21	2.58	12.65	79.60	5.38	
23677	20.04.07	267	36	4.09	2.98	12.63	76.40	5.16	
23676	20.04.07	266	35	4.28	3.26	12.74	74.40	5.07	
23678	20.04.07	268	37	4.21	3.40	12.65	73.10	4.95	
23612	18.04.07	258	44	4.18	2.32	12.61	81.60	5.49	
23611	18.04.07	257	43	4.14	2.24	12.62	82.30	5.54	
23613	18.04.07	259	45	4.13	2.30	12.54	81.70	5.46	
23610	18.04.07	256	42	4.18	2.31	12.51	81.50	5.44	
23549	16.04.07	252	39	4.08	2.64	12.49	78.90	5.25	
23550	16.04.07	254	40	4.12	2.59	12.50	79.30	5.29	
23551	16.04.07	255	41	4.09	2.27	12.38	81.70	5.38	
23547	16.04.07	251	38	4.19	2.71	12.53	78.40	5.24	
23523	13.04.07	248	35	4.25	2.91	12.52	76.70	5.13	
23522	13.04.07	247	34	4.27	3.03	12.46	75.20	5.01	
23524	13.04.07	249	36	4.23	3.35	12.50	73.20	4.89	
23525	13.04.07	250	37	4.16	3.13	12.45	74.40	4.94	

Abb. 6: Bewertete Prüfungsergebnisse. Mit Hilfe hinterlegter Sollwertlisten werden Analysewerte eingefärbt. Damit können beachtenswerte Abweichungen durch die Anwender des Systems besser wahrgenommen werden.

kommen. Der Schlüssel zur Identifikation der Produktionskette ist der Aufdruck MHD (Mindesthaltbarkeitsdatum) und ein spezieller Code auf dem Etikett des Verkaufsproduktes.

Falls in der Produktion zur Einhaltung bestimmter Qualitätsmerkmale stark verschnitten wird, ist die Rückverfolgbarkeitsgrenze der Blendingbereich. Bei der Brauerei Schneider wird vergleichsweise sehr wenig verschnitten, sodass mit Hilfe einer Zuordnungstabelle verfolgt werden kann, welcher Sud in welchen Gärbottich, welcher Gärbottichinhalt in welchen Mischtank und welcher Mischtankinhalt wann mit welchem MHD in welches Gebinde abgefüllt wird. Bezogen auf den Sud ist feststellbar, welches Malz (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3) und welcher Hopfen verwendet wurde. Damit ist eine lückenlose innerbetriebliche Rückverfolgbarkeit gewährleistet.

Neben dem Einfluss der Rohstoffe spielt, wie eingangs bereits erwähnt, die Qualität der Verarbeitungsprozesse eine entscheidende Rolle. Durch betriebliche Probleme, z. B. Endschalter, Rührwerksantriebe etc. können sich Verschiebungen in Zeiten ergeben, die das Produkt nachteilig verändern. Hierzu gehören die Rasten beim Maischen. Die Rastzeiten können mit TeBIS P (z. B. als Minuten bei 65 °C) der Sudnummer zugeordnet werden und damit in gleicher Weise behandelt werden, wie z. B. der

Stammwürzegehalt der Kaltwürze. Die Möglichkeit, Prozessdaten mit TeBIS P in gleicher Weise zur Qualitätsbeurteilung heranzuziehen, wie Labordaten, hat, nach einjähriger Testphase in einem bedeutenden Pharmaunternehmen dazu geführt, dass TeBIS P einer Einzelabnahme nach FDA (Food and Drug Administration, entscheidend für den amerikanischen Markt) unterzogen wurde und anschließend als Standard für den entsprechenden Standort festgelegt wurde.

Zusammenfassung

Die Verknüpfung von Planungsdaten, Produktionsdaten und Laborwerten in einem einheitlichen System ermöglicht die Konsolidierung immer komplexer werdender Aufgaben. Sie reduziert nach einer mit erheblicher Anstrengung verbundenen Übergangphase sowohl den Arbeitsaufwand, als auch die Fehlerrate in der Dokumentation. Damit verbunden wird die Wahrscheinlichkeit und die Wirkung von Fehlern in der Produktion minimiert. Letztendlich lässt sich damit die Forderung nach immer besserer Qualität bei gleichzeitig niedrigeren Kosten leichter erreichen.

Die Wirtschaftlichkeit der Investition in Datenverarbeitung in der Technik lässt sich im Voraus nicht beziffern. Im Nachhinein ergibt sich immer eine Produktivitätssteigerung der Mitarbeiter durch gute Informationssysteme.

