

# Leitfaden „Grundlagen für die Anlagenbeschaffung und -abnahme in der Süßwarenindustrie“

Stand: 24. Oktober 2012

## Inhaltsverzeichnis

1. Ziel und Geltungsbereich .....	2
2. Definition und Anwendung des OEE .....	2
2.1. Anlagenverfügbarkeit.....	3
2.2. Leistungsgrad.....	3
2.3. Qualitätsgrad .....	3
2.4. Beeinflussbarkeit des OEE.....	4
2.5. Beeinflussbarkeit des OEE durch Anlagenlieferant und -betreiber .....	4
3. Projektmanagement .....	5
4. Lastenheft und Pflichtenheft.....	5
4.1. Lastenheft und Pflichtenheft – allgemeiner Teil .....	5
4.2. Lastenheft und Pflichtenheft – projektspezifischer Teil.....	6
4.2.1. Klärung der Projektanforderungen.....	6
4.2.2. Produktbeschreibung der Herstelltechnologie .....	6
4.2.3. Anlagenkennzahlen.....	6
4.2.4. Schnittstellen.....	6
4.2.5. Toleranzen und Reproduzierbarkeit.....	6
4.2.6. Rüstaufwand und Umstellzeiten .....	7
4.2.7. Instandhaltungsgerechte Konstruktion.....	7
4.2.8. Hygienische Konstruktion .....	7
5. Anlagenabnahme .....	7
6. Literatur.....	8

## 1. Ziel und Geltungsbereich

Der Investor von Produktionsanlagen benötigt für die Ermittlung des „Return on Investment“ Informationen über die Leistung, den Wirkungsgrad, die Verfügbarkeit sowie den Reinigungs- und Umstellungsaufwand der jeweils geplanten Anlage. Dabei sind die Begrifflichkeiten und Berechnungsmethoden häufig nicht eindeutig definiert. Deshalb werden für Produktionsanlagen die Verfügbarkeit, der Wirkungsgrad und auch der Qualitätsgrad von den Vertragspartnern unterschiedlich gedeutet. Dieser Leitfaden soll zur Klärung der Begrifflichkeiten beitragen, Berechnungsgrundlagen liefern und die Diskussion um Qualitätsparameter auf eine sachliche Grundlage stellen.

Die Empfehlungen und Hinweise des Leitfadens orientieren sich am aktuellen Stand der Technik sowie an Erfahrungen aus der Praxis im Umgang mit Maschinen und Anlagen in der Süßwarenindustrie. Der Leitfaden dient als Anhaltspunkt und bietet nur einen Überblick. Er erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Er darf nicht das Studium der relevanten Richtlinien, Gesetze und Verordnungen ersetzen. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Produkte sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen. Von daher sind bei den im Leitfaden angesprochenen Beurteilungen und Vorgehensweisen eine Vielzahl weiterer Konstellationen denkbar. Mit dem Leitfaden sollen exemplarische Lösungen als Orientierung für die tägliche Arbeit aufgezeigt werden.

## 2. Definition und Anwendung des OEE

Da der OEE (Overall Equipment Effectiveness) zunehmend Verbreitung findet, wird hier angeregt, diese Kennzahl auch zur Inbetriebnahme und Abnahme von Anlagen zu verwenden. Im deutschsprachigen Raum ist der OEE mit Gesamtanlageneffektivität (GAE) übersetzt.

Der OEE wird als Kennzahl zur Steuerung von Produktionslinien und Fabriken herangezogen. In vielen Produktionsstätten ist die Steigerung des OEE ein fester Bestandteil der Jahresziele geworden. Um die Reproduzierbarkeit des OEE im Produktionsbetrieb zu sichern und eine Grundlage für dessen Steigerung zu schaffen, ist diese Kennzahl bereits bei der Beschaffung und Abnahme von Produktionslinien verbindlich zu berücksichtigen.

Die systematische Einbeziehung des OEE in den Beschaffungsprozess kann dazu beitragen, dass die Inbetriebnahme erfolgreich verläuft und Konflikte zwischen Maschinenlieferanten und Anlagenbetreibern vermieden werden. Das Verfahren generiert zunächst Aufwand, trägt aber deutlich zur Vermeidung von Effizienzverlusten bei.

Der OEE ist eine vom Japan Institute of Plant Maintenance erstellte Kennzahl als Maß für die Wertschöpfung einer Anlage während der zur Verfügung stehenden Betriebszeiten bzw. Arbeitsschichten. Der OEE einer Anlage ist als Produkt der folgenden drei Faktoren definiert:

- Anlagenverfügbarkeit/Verfügbarkeitsfaktor (AV)
- Leistungsgrad/Anlagennutzungsgrad (AN)
- Qualitätsgrad (Q)

$$\text{OEE} = \text{AV} \cdot \text{AN} \cdot \text{Q}$$

Der Wertebereich liegt zwischen 0 und 1 oder zwischen 0 % und 100 %.

## 2.1. Anlagenverfügbarkeit

Die Anlagenverfügbarkeit ist das Verhältnis der Stillstandzeit zur theoretisch möglichen Produktionszeit. Die Stillstandzeit resultiert aus Zeitspannen für:

- **RÜSTEN**

Der Anlagenhersteller zeigt mit geeignetem Personal, dass die im Lastenheft geforderten Rüstzeiten unter Nutzung der im Pflichtenheft dargestellten Rahmenbedingungen (wie Hilfsvorrichtungen, Formateile usw.) erbracht werden können.

- **REINIGEN UND INSTANDHALTEN**

Reinigung ist notwendig zur Aufrechterhaltung des Produktionszustandes und zur Einhaltung hygienischer Anforderungen. Der Anlagenhersteller zeigt mit eigenem Personal oder unter dessen Anleitung die vereinbarten Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten in der vereinbarten Zeitspanne. Vereinbarungen zu Reinigungszyklen und Reinigungsaufwand sollten im Vorfeld definiert werden.

- **TECHNISCHE STÖRUNGEN**

Unter Störungen werden Ereignisse verstanden, die streng ursächlich nur vom Abnahmegegenstand hervorgerufen werden oder vertraglich einer Sonderregelung unterliegen. Dazu zählen Ereignisse im vorgelagerten Prozess, z.B. kurzzeitige Netzspannungsschwankungen.

## 2.2. Leistungsgrad

Der Leistungsgrad ist die tatsächlich erreichte Leistung bezogen auf die vereinbarte Leistung gemäß Lastenheft für das jeweilige Produkt. Basis ist die Nettobetriebszeit (= theoretisch mögliche Produktionszeit minus Stillstandszeit). Der Leistungsgrad wird durch verminderte Arbeitgeschwindigkeit gesenkt, verursacht durch Personal, Organisation, Rohstoff- und Produktqualität, Packmaterialqualität oder Umgebungsbedingungen. Aus Sicht der Vertragspartner sollten während der Abnahme die vereinbarten Schwankungen der Rohstoff- und Produktqualität in den Produktionsprozess einfließen.

Verantwortung für Personal, Organisation und stabile Umgebungsbedingungen ist allein vom Anlagenbetreiber zu übernehmen.

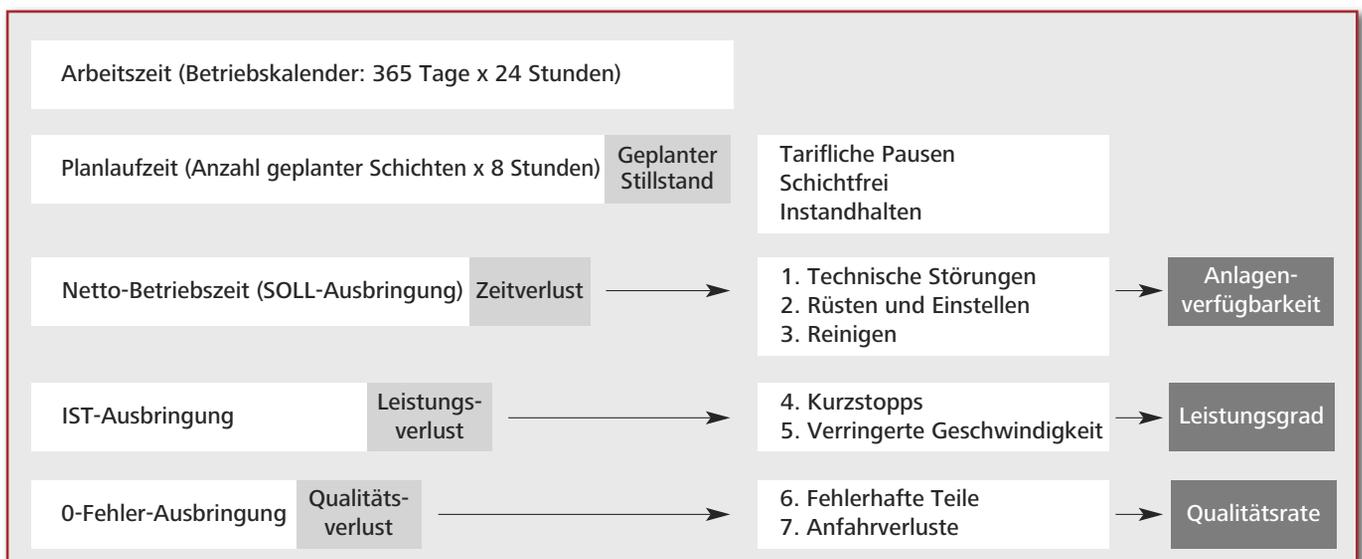
## 2.3. Qualitätsgrad

Der Qualitätsgrad ist das Verhältnis von Gutmenge zur tatsächlich eingesetzten Rohstoffmenge.

Der Qualitätsgrad wird gemindert durch:

- An-, Abfahr- und Spülverluste
- Ausschuss
- Prozessbedingte Verluste (z.B. durch Ausdampfen)

Durch Vorabdefinition der Qualitätskriterien für Gutware, bezogen auf jede Rezeptur des Produktportfolios, können spätere Unstimmigkeiten vermieden werden.



### Faktoren der Gesamtanlageneffektivität

Verfügbarkeit	$\frac{\text{Verfügbare Zeit (h)} - \text{Ausfallzeit (h)}}{\text{Verfügbare Zeit (h)}}$
Leistungsgrad	$\frac{\text{Istmenge (t)}}{\text{Nennleistung (t/h)} \cdot \text{Istzeit (h)}}$
Qualitätsrate	$\frac{\text{Istmenge (t)} - \text{Ausschussmenge (t)}}{\text{Istmenge (t)}}$

## 2.4. Beeinflussbarkeit des OEE

Der theoretisch größte OEE wird erreicht, wenn

- 100 % der Betriebszeit (siehe AV) produziert wird
- 100 % der geplanten Geschwindigkeit (siehe AN) gefahren wird
- 100 % der Produkte in der definierten Qualität (siehe Q) produziert wird

Abweichungen von den 100 % gelten als Verluste. Durch frühzeitige genaue Analyse der Verlustfaktoren können Hinweise zur Verbesserung der Maschinen und Anlagen gefunden und in die Konstruktion mit einbezogen werden. Diese Analyse ist immer produkt- und projektspezifisch durchzuführen. Beispielsweise spielen Rüstzeitverluste bei Anlagen, die Monoartikel fertigen, nur eine untergeordnete Rolle. Bei Produktionslinien, die eine große Produktrange herstellen, können die Rüstzeitverluste dagegen in einer Größenordnung von 10 bis 40 % liegen.

Ebenso hat die teilweise sehr unterschiedliche Qualifikation und Verfügbarkeit von Bedienpersonal am jeweiligen Produktionsstandort Auswirkungen auf den OEE.

#### Anmerkung:

Der Personalaufwand wird im OEE nicht systematisch berücksichtigt oder ausgewertet. Aus diesem Grund ist der quantitative und qualitative Personaleinsatz im Lastenheft explizit zu regeln – fallweise für den Produktionsvorgang, das Rüsten und Reinigen einer Anlage sowie für die geplante Instandhaltung.

## 2.5. Beeinflussbarkeit des OEE durch Anlagenlieferant und -betreiber

In den OEE fließen sowohl Faktoren ein, die vom Maschinenlieferanten zu vertreten sind, als auch Faktoren, für die der Anlagenbetreiber verantwortlich ist. Beispielsweise hat der Maschinenlieferant, in Absprache mit dem Anlagenbetreiber, eine Mitverantwortung bei der anlagenspezifischen Qualifizierung des Produktionspersonals. Der Anlagenbetreiber beeinflusst durch die bereit gestellte Personalkapazität und -qualifikation, ob ein höherer OEE erreicht wird oder OEE-Verluste in Kauf genommen werden.

Über die Wahl der technischen Lösungen werden die technisch bedingten Rüstzeiten, die Anlagenverfügbarkeit sowie die Lebensdauer der Teile maßgeblich beeinflusst.

Im Zusammenwirken aller am Beschaffungs- und Inbetriebnahmeprozess beteiligten Personen können optimale Ergebnisse erreicht werden: Ein integratives Projektmanagement sowie ein verbindliches Lasten- und Pflichtenheft sind hierfür entscheidend.

## 3. Projektmanagement

Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Anlagenbetreibern und Maschinenlieferanten ist die Schaffung von Rahmenbedingungen, die eine vertrauensvolle kooperative Zusammenarbeit ermöglichen.

Eine geeignete Projektorganisation ist möglichst frühzeitig zu etablieren und es sind Meilensteine zur Fortschrittskontrolle zu definieren. Alle, die einen Beitrag zur gewünschten Zielerreichung leisten können, müssen beteiligt werden. Auf Betreiberseite gehören dazu z.B. Entwicklung, Technik, Produktion, Arbeitssicherheit, Instandhaltung, Reinigungsmannschaft, Einkauf und Qualitätsmanagement. Auf der Seite des Maschinenlieferanten müssen ebenfalls die jeweiligen Fachkompetenzen bereit gestellt und gegebenenfalls Unterlieferanten und Dienstleister einbezogen werden.

## 4. Lastenheft und Pflichtenheft

(Quelle: DIN 69905 „Projektmanagement, Projektmanagementsysteme“)

Die Gesamtheit der Anforderungen des Auftraggebers an die Lieferung und Leistung des Auftragnehmers werden zweckmäßigerweise in einem Lastenheft beschrieben. Vom Auftragnehmer wird auf dieser Grundlage ein Pflichtenheft erstellt, welches in konkreter Form darlegt, wie er die Anforderungen des Lastenhefts zu lösen gedenkt. Die Praxis zeigt, dass exakt ausgearbeitete Lastenhefte zur Vermeidung von Fehlern dienen, besonders wenn sie in einen allgemeinen und einen projektspezifischen Teil gegliedert sind.

In diesem Zusammenhang sind auch die Fragen von geistigem Eigentum, gemeinsamen Entwicklungen, Versuchen im Technikum und vertragliche Definitionen zu regeln.

### 4.1. Lastenheft und Pflichtenheft – allgemeiner Teil

Der allgemeine Teil kann beispielhaft wie folgt gegliedert werden:

#### Allgemeines

- Geltungsbereich
- Projektleitung/Projektteam
- Vertraulichkeitserklärung
- Gültigkeit von Gesetzen, Normen, Richtlinien, Vorschriften, Stand der Technik etc.
- Lebensmittelrechtliche Anforderungen/Konformitäten der eingesetzten Materialien
- Technische Spezifikation von Bauteilen (Hausstandards)
- Verpflichtung des Auftragnehmers, nur gemäß den Vorgaben des Lastenheftes anzubieten und zu liefern; bei Abweichungen vom Lastenheft besteht Genehmigungspflicht
- Informationspflicht des Auftragnehmers

#### Sicherheitsbestimmungen

- Allgemeines
- Umweltschutz und Entsorgung

#### Liefer-, Zahlungsvereinbarungen

#### Gefahrenübergang

- Wahl der Incoterms
- Regelung des Verantwortungsübergangs bei Inbetriebnahme

#### Hygiene

#### Unterlagen, Kennzeichnung, technische Dokumentation

- CE-Zeichen, Konformitätserklärung, Typenschild
- Betriebsanleitung
- Risikobeurteilung

#### Garantie- und Abnahmebedingungen

#### Wartung, Service und Instandhaltung, Verfügbarkeit von Ersatzteilen

#### Anhänge

## 4.2. Lastenheft und Pflichtenheft - projektspezifischer Teil

### 4.2.1. Klärung der Projektanforderungen

Alle produkt- und prozessspezifischen Anforderungen müssen möglichst frühzeitig geklärt und kommuniziert werden. Insbesondere steht die Definition am Anfang:

- Was muss die Produktionsanlage (oder das einzelne Anlagenteil) können?
- Was kann zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet werden?
- Aussagen zu Produkt und Leistung
- Aussagen zu Umfeld und Platzverhältnissen
- Aussagen zur Versorgungstechnik
- Aussagen zu Personal (Besetzung, Qualifikation, Schulungsbedarf)
- Aussagen zur Instandhaltungsanforderung

### 4.2.2. Produktbeschreibung und Herstelltechnologie

- Vorstellung der Produkte/Produktidee an den Anlagenhersteller. Dabei werden die Herstellungsschritte und/oder produkt- und rohstoffspezifische Eigenheiten – soweit bekannt – offengelegt und dokumentiert
- MUSS-Konfiguration der Anlage festlegen (z.B. dunkler Schokoladenüberzug)
- SOLL-Konfiguration festlegen (z.B. Überzug mit Milchmasse ist in Zukunft zu realisieren)
- KANN-Konfiguration – soweit bereits bekannt – festlegen (z.B. Option für zukünftige Dekoration der Produkte)
- Darstellung des Anlagenherstellers, wie die MUSS- und SOLL-Konfigurationen erfüllt werden und was die Anlage an weiteren Optionen bietet
- Präsentation der möglichen Herstellungstechnologie durch den Anlagenhersteller, idealerweise unter Verwendung der originalen Rohstoffe des Anlagenbetreibers
- Bei Abweichungen von der Erfüllung der vorgegebenen Produktidee sind gemeinsame Entwicklungen oder Anpassungen der Produktvorgaben vorzunehmen

- Alle messbaren und maßgeblichen Prozess- und Qualitätsparameter exakt definieren und Toleranzen festlegen
- Alle nicht messbaren Qualitätskriterien wie sensorische, haptische oder visuelle Eindrücke bestmöglich beschreiben
- Wo machbar und sinnvoll werden beiderseitig bestimmte und akzeptierte Referenzmuster ausgewählt und eingelagert

#### **Anmerkung:**

Ist die Erfüllung der vorgegebenen Produktidee mit den bekannten Technologien nicht möglich, ist ein Entwicklungsvertrag sinnvoll.

### 4.2.3. Anlagenkennzahlen

- Angaben des Anlagenherstellers zu den Parametern Durchsatz, Taktzahl, Personalbesetzung usw. (kg/h, Taktzahl)
- Vereinbarungen zu den OEE-Parametern Anlagenverfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsgrad

### 4.2.4. Schnittstellen

- Schnittstellen zu vorgelagerten und nachfolgenden Maschinen und Prozessen
- Anbindungsvereinbarung für Software, Produktionsleit- und Managementinformationssysteme

### 4.2.5. Toleranzen und Reproduzierbarkeit

Produkttoleranzen müssen grundsätzlich offengelegt und verbindlich festgeschrieben werden. Bei Form- und Gießanlagen kommt z.B. der Gleichmäßigkeit und Reproduzierbarkeit der hergestellten Produkte über die gesamte Anlagenbreite große Bedeutung zu. Deshalb ist es wichtig, die zu erwartenden Toleranzen frühzeitig zu klären und verbindlich zu definieren.

#### 4.2.6. Rüstaufwand und Umstellzeiten

Der zunehmenden Bedeutung von Rüstvorgängen kann durch Entwicklung und Optimierung einer Umstellmatrix Rechnung getragen werden. Aus dieser Matrix lassen sich notwendige Konstruktionsmaßnahmen und Verbesserungen ableiten, um den Rüstaufwand zu minimieren und die Rüstzeit zu verkürzen.

#### 4.2.7. Instandhaltungsgerechte Konstruktion

Unter dem Aspekt des OEE sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Minimierung von Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektion, Wartung)
- Günstige Gestaltung zur Vereinfachung von Instandhaltungsmaßnahmen (siehe dazu auch Leitfaden „Instandhaltung im Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie“)

#### 4.2.8. Hygienegerechte Konstruktion

Die Reinigungsfreundlichkeit soll durch eine hygienegerechte Konstruktion erreicht werden. Eine gute Zugänglichkeit, Vermeidung von Toträumen, richtige Werkstoffauswahl, geeignete Reinigungskonzepte usw. sind zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, die DIN EN 1672-2 „Sicherheit von Nahrungsmittelmaschinen Teil 2 – Hygieneanforderungen“ und die einschlägigen EHEDG-Leitlinien zu beachten.

## 5. Anlagenabnahme

Die Abnahme einer Produktionsanlage sollte in mehreren Stufen erfolgen.

- Vorabnahme beim Lieferanten (FAT = Factory Acceptance Test)
- Probetrieb beim Auftraggeber
- Produktabhängige Teilabnahmen
- Nachbesserung und Optimierung
- Endabnahme unter Produktionsbedingungen (SAT = Side Acceptance Test)
- Übergabe an den Auftraggeber

Für die einzelnen Stufen der Anlagenabnahme sollten vorab Checklisten mit allen relevanten Prüfkriterien erarbeitet und Ablaufpläne erstellt werden. Besondere Bedeutung für die erfolgreiche Anlagenabnahme kommt der frühzeitigen Abstimmung des Abnahmeprozesses mit allen Beteiligten zu.

Für die Inbetriebnahmephase sind insbesondere das Produktportfolio, der Zeitbedarf, der Umgang mit Ausschuss, der Support im Schichtbetrieb und das Verhalten bei unerwarteten Störungen zu regeln.

Da sich der Abnahmeprozess über einen längeren Zeitraum hinziehen kann, muss eventuell verkaufsfähiges Produkt auf einer nicht endgültig abgenommenen Anlage hergestellt werden. Hierfür ist es erforderlich, die Produktionsfähigkeit der Anlage zu definieren und den Gefahrenübergang zu regeln.

Grundlage für eine Endabnahme ist das Vorhandensein der kompletten Dokumentation. In EU-Ländern ist gemäß CE-Konformität auch eine Übersetzung in die Landessprache des Anlagenbetreibers vorzulegen.

#### **Empfehlung:**

#### **OEE – Verbesserung als Daueraufgabe**

Im Rahmen der Inbetriebnahme neuer Produktionsanlagen wird die Erreichung vereinbarter Leistungs- und Qualitätskriterien festgestellt und dokumentiert.

Erfahrungsgemäß sind zur Verbesserung des OEE mehrere Optimierungsschleifen notwendig. Deshalb ist es vorteilhaft die vertragliche Zusammenarbeit zwischen Maschinenlieferanten und Anlagenbetreibern längerfristig anzulegen.

Beispielsweise können jährliche Treffen zur OEE-Verbesserung als fester Bestandteil der Zusammenarbeit etabliert werden. Hilfreich könnten dabei Methoden wie Six Sigma, TPM o.ä. sein.

## 6. Literatur

DIN EN 1672-2 „Sicherheit von Nahrungsmittelmaschinen Teil 2 – Hygieneanforderungen“

DIN 69905 „Projektmanagement, Projektmanagementsysteme“

Leitfaden „Instandhaltung im Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie“, Arbeitskreis „Maschinen und Anlagen in der Süßwarenindustrie“, März 2007

### An der Erstellung des Leitfadens wirkten mit:

Augustin, K. H.	(Nestlé Deutschland AG)
Bindler, U.	(Ubitec GmbH)
Dr. Bretschneider, U.	(Bahlsen GmbH & Co. KG)
Dr. Eckermann, B.	(Solent GmbH & Co. KG)
Essig, J.	(Bühler Barth GmbH)
Fischer, J.	(Food Masters Freiberg GmbH)
Freund, D.	(Van Netten GmbH)
Fraese, B.	(VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.)
Graf, J.	(Alfred Ritter GmbH & Co. KG)
Dr. Hauger, R.	(Kraft Foods Deutschland Services GmbH & Co. KG)
Herrmann, V.	(LT Food Medien-Verlag GmbH)
Keme, T.	(Keme Food Engineering AG)
Mahn, C.	(Niederegger GmbH & Co. KG)
Prof. Dr. Matissek, R.	(LCI - Lebensmittelchemisches Institut des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e.V.)
Markwardt, K.	(Chocotech GmbH)
Ochsner, C.	(Chocolate Frey AG)
Runkel, R.	(WDS – Winkler und Dünnebier Süßwarenmaschinen GmbH)
Dr. Schlame, C.	(LT Food Medien-Verlag GmbH)
Seidensticker, K.	(August Storck KG)
Sollich, Th.	(Sollich KG)
Stiefel, M.	(Chocoladefabriken Lindt & Sprüngli AG)
Ulrich, M.	(Nestlé Deutschland AG)