

Arbeitskreis
„Maschinen und Anlagen in der
Süßwarenindustrie“

Leitfaden Instandhaltung im Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie

Stand: März 2007

Inhalt

1. Einleitung	<i>Seite 2</i>
2. Zweck und Geltungsbereich	<i>Seite 4</i>
2.1. Ziel	
2.2. Geltungsbereich	
3. Anforderungen der Betreiber sowie deren Aufgaben und Verantwortlichkeiten bei der Beschaffung und Nutzung von Maschinen und Anlagen	<i>Seite 4</i>
3.1. Anforderungen der Betreiber	
3.2. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber	
3.2.1. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber während der Phasen Design/Konstruktion sowie Erstellung/Beschaffung von technischen Betriebsmitteln	
3.2.2. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber in der Nutzungsphase von technischen Betriebsmitteln	
3.2.3. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber in der Verwertungsphase von technischen Betriebsmitteln	
4. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Maschinenhersteller bei der Konstruktion, Erstellung und Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen	<i>Seite 9</i>
4.1. Überblick	
4.2. Instandhaltungsgerechte Konstruktion technischer Ausrüstungen	
4.3. Ausgewählte Aspekte der instandhaltungsgerechten Gestaltung von Maschinen und Anlagen in der Süßwarenproduktion	
4.3.1. Vermeidung von Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektion, Wartung)	
4.3.2. Minimierung von Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektion, Wartung)	
4.3.3. Günstige Gestaltung zur Vereinfachung von Instandhaltungsmaßnahmen	
5. Zusammenfassung	<i>Seite 12</i>

1. Einleitung

Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie sind langlebige Investitionsgüter mit einer Lebensdauer von bis zu 30 und mehr Jahren. Neben Energieaufwand, Anlagenproduktivität und Prozesssicherheit sind die Instandhaltungskosten über diese lange Lebensdauer ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor, den es zu optimieren gilt.

Dazu ist es notwendig, „Instandhaltung“ als ein über den gesamten Lebenszyklus des jeweiligen Betriebsmittels relevantes Thema zu begreifen. In den jeweiligen Phasen sind unterschiedliche Aspekte wichtig. Bild 1 stellt im Überblick die in den einzelnen Lebenszyklusphasen zu bearbeitenden Punkte des Themas Instandhaltung dar. Zugleich zeigt dieses Bild, dass sowohl Maschinenhersteller als auch Betreiber Zuständigkeiten bzw. Verantwortlichkeiten haben, die sich bei ganzheitlicher Betrachtung des Themas „Instandhaltung“ wechselseitig beeinflussen.

Gemäß DIN 31051 umfasst der Begriff Instandhaltung alle Maßnahmen zur Bewahrung und Wieder-

herstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems. Die Maßnahmen werden untergliedert in Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung (Bild 2).

Minimale Lebenszykluskosten eines Betriebsmittels können nur durch eine enge Zusammenarbeit von Maschinenherstellern und Betreibern sichergestellt werden. Das beginnt mit der Erstellung des Lastenheftes, in dem neben der vom Betreiber geforderten Funktion des neuen Betriebsmittels zugleich Aussagen

- zur geforderten Overall Equipment Efficiency (O.E.E.),
- zur Organisation der betrieblichen Instandhaltung und
- zu den zu berücksichtigenden innerbetrieblichen technischen Standards getroffen werden.

Auf der Basis dieser Informationen können vorhandene Lösungen überprüft und Angebote erarbeitet werden. Bei Neu- und Weiterentwicklungen von Betriebsmitteln fließen diese Vorgaben in die Konstruktion ein. Das konstruktive Design entscheidet maß-

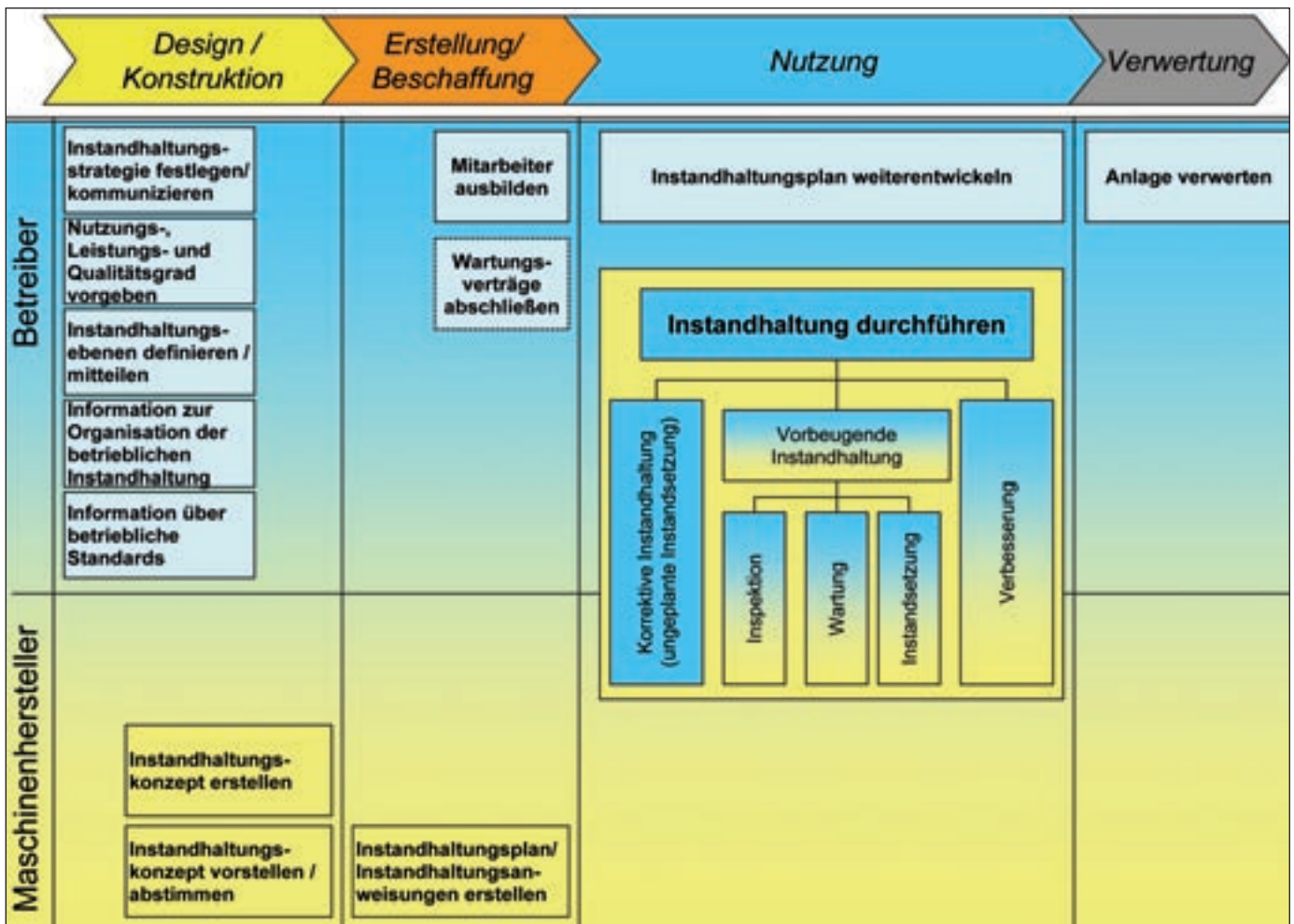


Bild 1: Instandhaltung im Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen



Bild 2: Instandhaltung nach DIN 31051

geblich über die künftigen Instandhaltungsaufwendungen der Betreiber. Es ist deshalb sinnvoll und notwendig, das der Konstruktion zugrunde liegende Instandhaltungskonzept frühzeitig mit dem künftigen Betreiber abzustimmen. Vor Auftragsvergabe sollten die wesentlichen Eckpunkte des künftigen Instandhaltungsaufwandes im Pflichtenheft festgeschrieben werden.

In der Nutzungsphase liegt die Verantwortung für die Instandhaltung in den Händen des Betreibers. In Abhängigkeit von seiner Instandhaltungsstrategie werden korrektive und vorbeugende Instandhaltung mit internen oder externen Instandhaltern und/oder durch die Maschinenbediener im Rahmen der betrieblichen Instandhaltung durchgeführt.

Die Instandhaltungsstrategie beinhaltet grundlegende Festlegungen, ob, wo und welche Instandhaltungsmaßnahmen durch wen, wann und wie vorgenommen werden sollen. Sie ist abhängig von

- den technischen Gegebenheiten des Instandhaltungsobjektes,
- den Wirtschaftlichkeits- und Verfügbarkeitsanforderungen,
- den Umgebungs- und Umweltbedingungen.

Die betriebliche Praxis der Instandhaltung zielt auf die Minimierung der Aufwendungen während der Nutzungsphase bei Sicherstellung der geforderten Overall Equipment Efficiency. Durch Kenntnis der Einsatzbedingungen, der Flexibilitätsanforderungen und der

beim Betreiber vorhandenen Instandhaltungsfähigkeiten können Maschinenlieferant und Betreiber gemeinsam prüfen, ob der mit der Anlage gelieferte Instandhaltungsplan optimiert ist, indem

- sämtliche Instandhaltungsmaßnahmen kritisch auf Komplexität, Ausbildungsanforderung, Kosten und Wichtigkeit geprüft werden und jede Verschwendung vermieden wird,
- die Ziele „definierte/konstante Produktqualität“ sowie „Sicherstellung der geforderten O.E.E.“ realisiert werden, wenn ein gewisses Maß an geplanter, vorbeugender Instandhaltung (Wartung, Inspektion und geplante Instandsetzung) durchgeführt wird,
- Instandhaltungsmaßnahmen einfach und sicher durchgeführt werden können.

Während der Nutzung der Betriebsmittel erfolgen Weiterentwicklungen und Verbesserungen durch die günstigere Gestaltung kritischer Teile, die bisher einer erhöhten Abnutzung unterliegen, indem

- völlig neue technische Lösungen realisiert werden,
- ein größerer Abnutzungsvorrat eingebaut wird,
- durch eine veränderte Wartung eine Verminderung der Abnutzung erreicht wird (besseres Schmierkonzept),
- die Inspektion des Abnutzungsgrades des Bauteils für die Mitarbeiter des Betreibers einfach durchführbar (möglichst ohne Hilfsmittel), ohne Einfluss auf die Produktion (im Betrieb durchführbar) und eindeutig ist.

Das Auffinden und Realisieren von günstigen Lösungen erfordert eine intensive Zusammenarbeit zwischen Maschinenhersteller und künftigem Betreiber. Nur so ist es möglich, Anlagen mit minimalen Lebenszykluskosten zu entwickeln und zu betreiben. Aus diesem Grunde wendet sich dieser Leitfaden sowohl an die Hersteller von Süßwarenmaschinen als auch an die Betreiber, um die Kommunikation zwischen beiden zu fördern und Standardisierungen zum gegenseitigen Vorteil zu erreichen.

2. Zweck und Geltungsbereich

2.1. Ziel

Ziel dieses Leitfadens ist es, die Zusammenarbeit von Maschinenherstellern und Betreibern bezüglich der Entwicklung, des Baues, der Nutzung und der Verwertung von Instandhaltungsgerechten Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie zu verbessern. Darüber hinaus werden Ansätze zur Vereinheitlichung von Instandhaltungsunterlagen und Anregungen zur anforderungsgerechten Gestaltung von Maschinen und Anlagen vorgestellt.

2.2. Geltungsbereich

Die Empfehlungen und Hinweise dieses Leitfadens orientieren sich am aktuellen Stand der Technik sowie an Erfahrungen aus der Praxis im Umgang mit Maschinen und Anlagen in der Süßwarenindustrie. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern sollen eher exemplarisch günstige Lösungen als Orientierung für die tägliche Arbeit aufzeigen. Sie schließen Verpackungsanlagen explizit aus.

3. Anforderungen der Betreiber sowie deren Aufgaben und Verantwortlichkeiten bei der Beschaffung und Nutzung von Maschinen und Anlagen

3.1. Anforderungen der Betreiber

Bild 3 zeigt im Überblick Anforderungen, welche die Betreiber bezüglich Instandhaltung an die Hersteller von Maschinen stellen. Zunächst steht dabei das Er-



Bild 3: Anforderungen der Betreiber an die Maschinenhersteller bezüglich Instandhaltung

reichen eines Optimums zwischen minimalem Aufwand für die Instandhaltung einerseits und der Sicherstellung eines hohen O.E.E. andererseits im Vordergrund.

Für die Betreiber ist es im Rahmen der Beschaffung der Betriebsmittel wichtig, sich bereits vor der eigentlichen Auftragsvergabe darüber klar zu werden, wie hoch der künftige Instandhaltungsaufwand sein wird und ob der im Pflichtenheft beschriebene konkrete Lösungsvorschlag den Anforderungen entspricht. Bestimmt wird der Instandhaltungsaufwand durch:

- die Konstruktion der Maschine,
- die konkrete Aufstellung (Layoutplanung),
- die Berücksichtigung der technischen Betreiberstandards,
- die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Instandhaltungsorganisation des Betreibers.

3.2. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber

Die Betreiber haben unterschiedliche Aufgaben und Verantwortlichkeiten in den Phasen der Entwicklung und Erstellung sowie der Nutzung und Verwertung der technischen Betriebsmittel.

3.2.1. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber während der Phasen Design/Konstruktion sowie Erstellung/Beschaffung von technischen Betriebsmitteln

Wie bereits im Bild 1 dargestellt haben die Betreiber in den Phasen Design/Konstruktion sowie Erstel-

lung/Beschaffung die Aufgabe, dem Hersteller des technischen Betriebsmittels (Maschine/Anlage) umfassende Informationen in Bezug auf die Beantwortung instandhaltungsrelevanter Fragen zur Verfügung zu stellen. Dies beinhaltet:

Allgemeine Informationen

- Aussagen zur bisherigen Instandhaltungsstrategie des Betreibers und zur Organisation der betrieblichen Instandhaltung. Falls mit der neuen Maschine Änderungen geplant sind, so sind diese an den Maschinenlieferanten zu kommunizieren.
 - Definition der Instandhaltungsebenen und der Fähigkeiten und Fertigkeiten der einzelnen Ebenen (Bediener, interne Instandhalter, interne/externe Instandhaltungsspezialisten).
 - Welche Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen werden durch die Maschinenbediener und welche durch technisches Fachpersonal durchgeführt?
 - Aussagen zur Qualifikation der Maschinen- und Anlagenbediener in Bezug auf die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen.
- Informationen über vorhandene Standards bezüglich verwendeter mechanischer und elektrischer Bauteile, Steuerungssysteme sowie Betriebsstoffe (Schmierstoffe).
- Informationen über Standards zur prinzipiellen Gestaltung von Schnittstellen.

Spezifische Anforderungen

- Definition der geforderten Overall Equipment Efficiency (O.E.E.) der Betriebsanlage.
- Aussage zur durchschnittlichen unterbrechungsfreien Produktionsdauer.

- Aussage zum akzeptierten Inspektionsaufwand mit notwendigem Anlagenstillstand (Häufigkeit und Einzelaufwand). Wie im Bild 4 dargestellt, ergibt sich die Notwendigkeit, häufige Inspektionen im laufenden Betrieb durchzuführen. Das ist in der Design-/Konstruktionsphase bereits zu berücksichtigen.

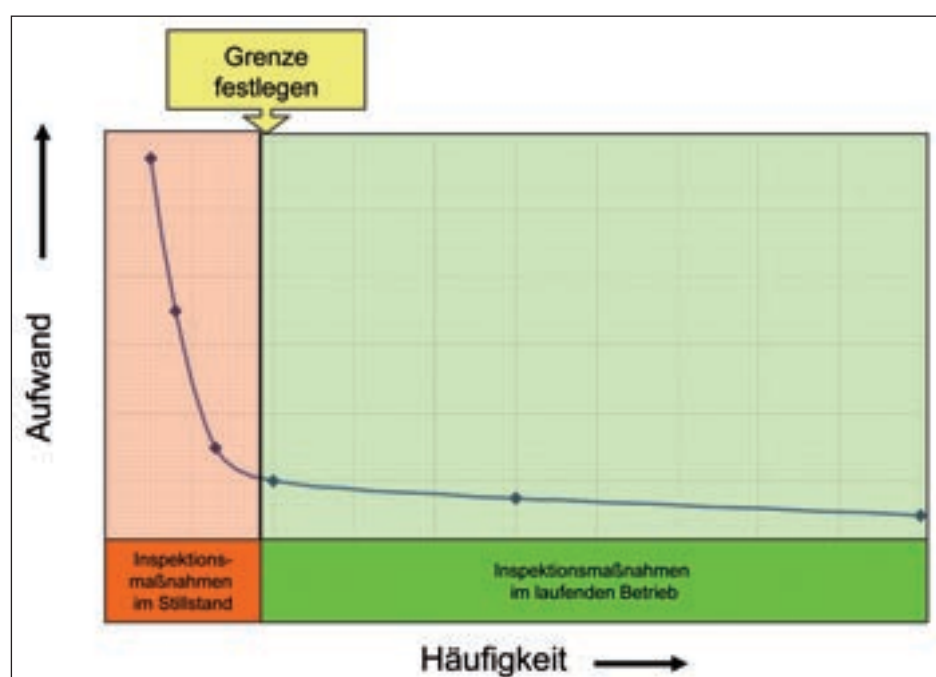


Bild 4: Zusammenhang zwischen Inspektionsaufwand und Häufigkeit sowie der Festlegung der Art der Inspektionsdurchführung (im Stillstand, im Betrieb)

Feld	Inhalt	Feld	Inhalt
1	Betriebsmittelbezeichnung	8	Material Welches Material (Verschleißteil, Betriebsstoff, etc.) wird zur Durchführung benötigt?
2	Baugruppenbezeichnung	9	Hilfsmaterial Welches Werkzeug (Hebezeug, Hilfsmaterial, etc.) wird zur Durchführung benötigt?
3	Baugruppennummer	10	Aussage zur Häufigkeit / Frequenz
4	Art der Instandhaltungsmaßnahme I = Inspektion W = Wartung	11	Verweis auf weiterführende Unterlagen (siehe Handbuch....., Kapitel...., oder Link in elektronischem Handbuch)
5	Klassifizierung 1 = gesetzliche, behördliche Auflage 2 = Personensicherheit 3 = Anlagen- / Prozesssicherheit 4 = Qualitätsfähigkeit 5 = Abnutzung	12	Instandhaltungsebene / notwendige Qualifikation Instandhaltungsebenen: 1 = Maschinen- / Anlagenbediener 2 = Instandhalter Betreiber/ Dienstleister 3 = Spezialist
6	Betriebszustand zur Durchführung der Instandhaltungsmaßnahme 0 = Stillstand 1 = im Betrieb	13	Zeitaufwand zur Durchführung der Instandhaltungsmaßnahme (in Personenminuten pro Instandhaltungsmaßnahme)
7	Kurzbeschreibung der Instandhaltungsmaßnahme (max. 255 Zeichen)	14	Sonstige Informationen

Bild 5: Vorschlag zur inhaltlichen Gestaltung standardisierter Instandhaltungspläne

3.2.2. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber in der Nutzungsphase von technischen Betriebsmitteln

Während der Nutzung der Anlagen ist es Aufgabe des Betreibers, den Instandhaltungsprozess auf der Basis eines aktuellen Instandhaltungsplanes und aktueller Instandhaltungsanweisungen für das jeweilige Betriebsmittel verantwortlich zu führen. Der Maschinenhersteller gibt in dem mitgelieferten Instandhaltungsplan Art, Häufigkeit und Aufwand der notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen vor. Auf der Basis

dieses Instandhaltungsplanes obliegt es dem Betreiber, die Instandhaltung intern zu organisieren und den Erfordernissen entsprechend weiterzuentwickeln. Das bedeutet, dass die Ausführung der einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen in die interne Organisation des laufenden Instandhaltungsprozesses im Unternehmen integriert werden muss. Dabei werden erste Anpassungen vorgenommen, die insbesondere die Erfahrungen des Betreibers widerspiegeln. Veränderungen, z.B. eine Verlängerung von Instandhaltungsintervallen, sind während der Garantiedauer unbedingt mit dem Lieferanten abzustimmen,

Aspekte zur Bewertung der Instandhaltungsmaßnahmen			
Risiken	Produkt/Prozess	Maschine	Störungen
Arbeitssicherheit	Produktqualität	Herstellerangaben	Datenauswertung O.E.E.
Anlagensicherheit	Materialbilanz	Begehung / Sichtkontrolle	Befragung Mitarbeiter
Behördenaufgaben	Ausbeute	Sauberkeit	Nutzungsgrad
Umwelt	Effektivität des Prozesses	Abnutzung	Leistungsgrad
Produktsicherheit	Prozessfähigkeit	Betriebsmittel	Qualitätsabweichung
Lieferbereitschaft		Betriebsdaten	Instandsetzung
Know-how		Hilfssysteme	Mitarbeiterverfügbarkeit
		Betriebsstoffbedarf	Instandhaltungs-Know-how
		lfd. Instandhaltungskosten	

Bild 6: Aspekte zur periodischen Bewertung/Risikoeinschätzung der Notwendigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen

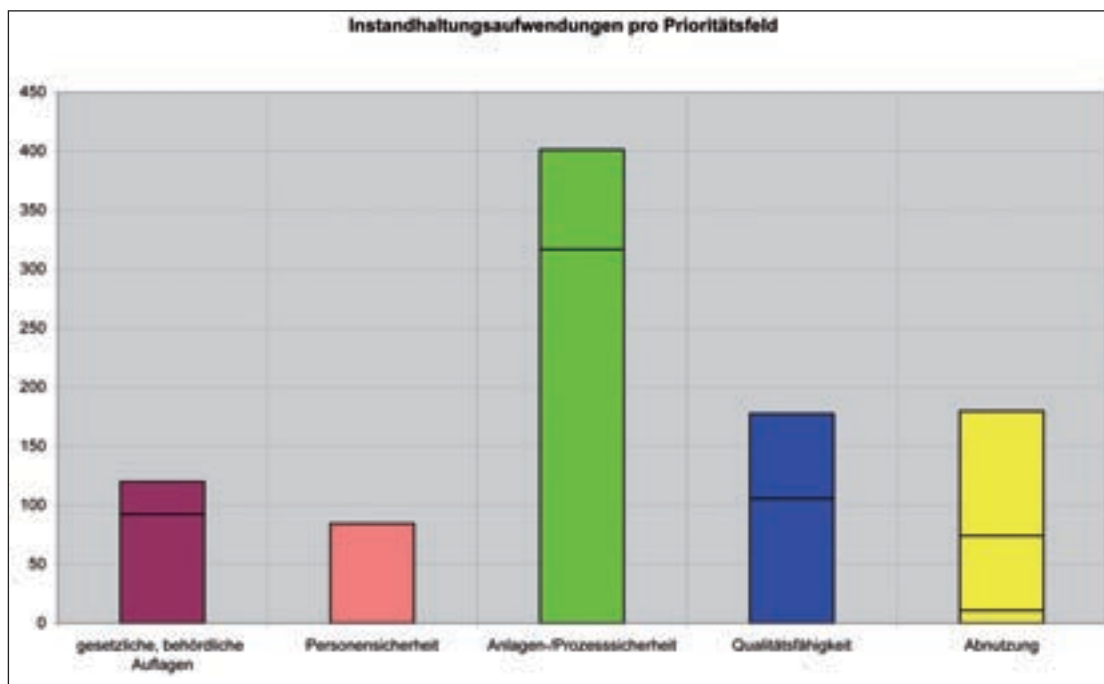


Bild 7: Verdichtung von Instandhaltungsmaßnahmen nach unterschiedlichen Klassen (Prioritätsfeldern)

um Nachteile für den Betreiber im Garantiefall auszuschließen. Eine schnelle Integration der durchzuführenden Instandhaltungsmaßnahmen für eine neue Betriebsanlage in das bestehende System der betrieblichen Instandhaltung wird erleichtert, indem die neuen Instandhaltungspläne dem Betreiber von den Maschinenherstellern in standardisierter und maschinenlesbarer Form zur Verfügung gestellt werden (EXCEL-, XML-Format). Das ist im Einzelfall im Rahmen der Bestellanforderung zwischen den Vertragspartnern zu klären. Bild 5 enthält einen Vorschlag für eine einheitliche Struktur der Instandhaltungspläne.

Die Weiterentwicklung der betrieblichen Instandhaltungspläne erfolgt durch den Betreiber periodisch (z.B. jährlich). Dazu werden die einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Aspekten neu bewertet. Bild 6 gibt dazu einen Überblick.

Auf der Basis einer Klassifikation der im Rahmen der Instandhaltung der Betriebsanlage durchzuführenden Maßnahmen (Bild 7) kann bei knappen Ressourcen eine Managemententscheidung getroffen werden, in welchem Bereich Aufwand reduziert wird. Das kann z.B. die Streichung von Einzelmaßnahmen oder die Veränderung von Instandhaltungs-

intervallen etc. bedeuten. Andererseits kann eine Weiterentwicklung des bestehenden Instandhaltungssystems derart erfolgen, dass mit den vorhandenen Ressourcen der betrieblichen Instandhaltung effizienter gearbeitet wird und somit Verschwendung in der betrieblichen Instandhaltung reduziert wird.

Weitere Möglichkeiten sind die Einführung der autonomen Instandhaltung, d.h. die Übernahme eines Teiles einfacher Instandhaltungsmaßnahmen (einfache visuelle Inspektionen, einfache Wartungstätigkeiten) durch die Maschinen- und Anlagenbediener sowie die Verbindung von Anlagenreinigung und -inspektion.

Bild 8 stellt vereinfacht die periodische Fortentwicklung des Gesamtplanes der betrieblichen Instandhaltungsmaßnahmen dar. Diese sollte mindestens einmal jährlich im Managementprozess bzw. mit jeder Veränderung des Bestandes an Betriebsanlagen stattfinden.

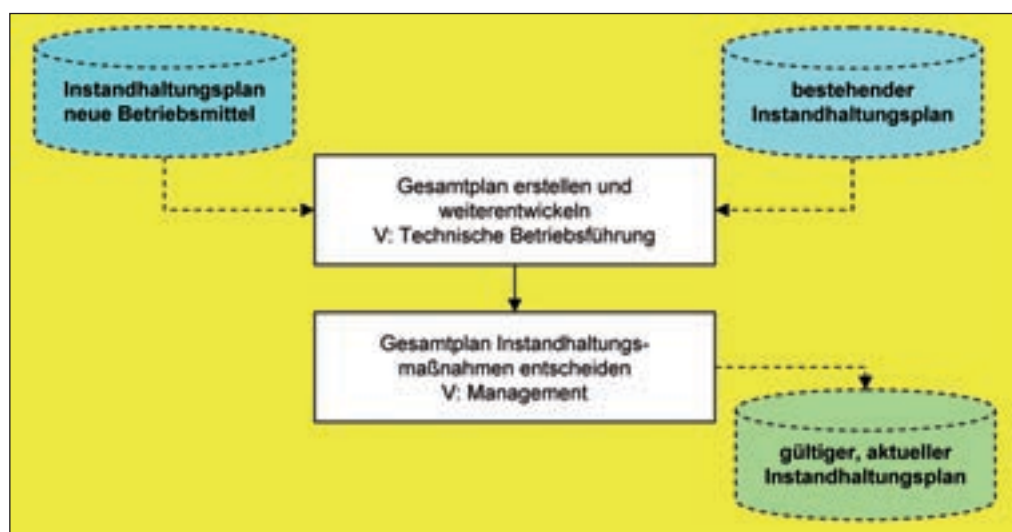


Bild 8: Entwicklung der betrieblichen Instandhaltungspläne bei Erweiterung der Betriebsanlagen

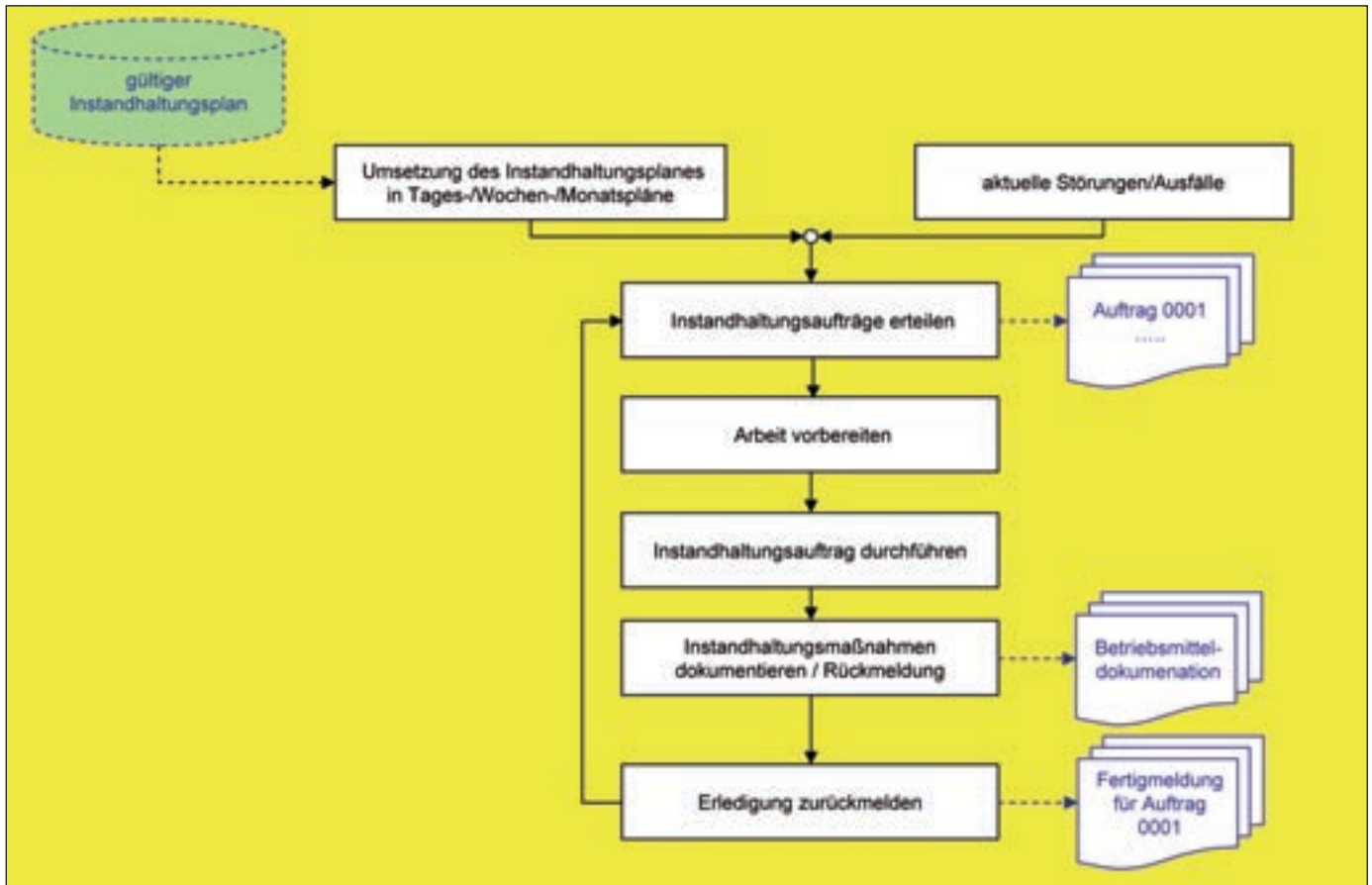


Bild 9: Vereinfachte Darstellung der operativen, betrieblichen Instandhaltung

Auftragsteil:

- Bezeichnung des Betriebsmittels/der Betriebsanlage
- Baugruppenbezeichnung
- Bezeichnung der Instandhaltungsstelle
- Grund der Maßnahme (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung)
- Art der Maßnahme (z. B. Ölwechsel)
- Material
- Hilfsmaterial, Werkzeuge
- Verweis auf Wartungshandbuch des Maschinenlieferanten bzw. interner Instandhaltungsanweisungen
- Zieltermin
- Verantwortlicher

Durchführungsteil/-kontrolle:

- Wer hat die Maßnahme durchgeführt?
- Wann wurde die Maßnahme durchgeführt?
- Welches Ergebnis wurde erzielt?
- Bemerkungen/Hinweise
- Verteiler/Ablage

Bild 10: Dokumentation von innerbetrieblichen Instandhaltungsaufträgen

Die operative Planung und Durchführung der betrieblichen Instandhaltung zeigt vereinfacht Bild 9. Die administrative Umsetzung dieses operativen Prozesses ist in Abhängigkeit von der Größe des Unternehmens sehr unterschiedlich. Während kleine Unternehmen mit einfachen Checklisten erfolgreich arbeiten, haben sich bei größeren Unternehmen, die über eine Vielzahl von komplexen Anlagen verfügen, rechnerunterstützte Lösungen zur Organisation, Durchführung und Kontrolle des operativen Instandhaltungsprozesses durchgesetzt.

Die Organisation des Instandhaltungsprozesses stellt die Erledigung geplanter und ungeplanter Instandhaltung sicher.

Bild 10 gibt einen Vorschlag für die Dokumentation der Abarbeitung der Instandhaltungsaufträge. Beachtet werden sollte, dass insbesondere der Teil „Durchführungsteil/-kontrolle“ für die Ausführenden möglichst sehr einfach gestaltet werden sollte. Günstig sind z.B. vorgefertigte Listen mit anzukreuzenden Feldern.

Neben dem organisatorisch technischen Teil obliegt es ebenfalls dem Betreiber, ausreichend qualifiziertes und geschultes Personal bereitzustellen. Dies kann z.B. erreicht werden durch:

Einbindung und Beteiligung der Mitarbeiter

- Frühzeitige Einbeziehung der Mitarbeiter aus Produktion und Technik in die Anlagenplanung.
- Schulung und Vorabnahme von Anlagen im Hause des Herstellers.

Qualifikation und Weiterbildung der Mitarbeiter

- Schulung und Training während der Inbetriebnahme beim Betreiber.
- Vermittlung ganzheitlicher Arbeitsinhalte.
- Förderung der Multifunktionalität (Bedienung, Wartung, einfache Inspektionen, Reinigen und Rüsten durch den Mitarbeiter).

Neben der Kontrolle und Erhaltung des Sollzustandes durch Inspektion, Wartung und Instandsetzung kommt der kontinuierlichen Verbesserung der Betriebsanlagen im Rahmen der Instandhaltung eine wichtige Bedeutung zu. Das beinhaltet

- das Erfassen und Auswerten der Erfahrungen von Bedienern und technischem Personal bezüglich Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsgrad,
- eine genaue Ursachenanalyse bei Erkennen von erhöhter Abnutzung bzw. bei Versagen und die Ausarbeitung von Lösungen zur Vermeidung oder Verminderung der Abnutzung,
- die Umsetzung der Lösungen sowie
- Kontrolle des Erfolges der Verbesserung.

Sicherheit und Hygiene bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen an Betriebsanlagen sind jederzeit zu gewährleisten. Vor Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen hat der Betreiber eine ausreichende Sicherung der Anlage vorzunehmen. Das ist in die Arbeitsanweisungen für das Instandhaltungspersonal aufzunehmen. Nach Instandsetzungen oder Verbesserungen und bei Wartungsmaßnahmen, bei denen wesentliche Teile demontiert und neu montiert wurden, sind grundsätzlich eine Maschinenabnahme (Funktion, Hygiene) und ein Sicherheitscheck durchzuführen.

3.2.3. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Betreiber in der Verwertungsphase von technischen Betriebsmitteln

In der Verwertungsphase von technischen Betriebsmitteln wird die Betriebsanlage außer Betrieb gesetzt und demontiert. Die Verantwortung für die sachgerechte Entsorgung liegt beim Betreiber. Zur Ausführung der damit verbundenen Arbeiten werden oft Spezialfirmen eingesetzt. Beachtet werden müssen in diesem Zusammenhang die sichere hygienegerechte Abtrennung der betroffenen Betriebsbereiche sowie die Gewährleistung der Einhaltung der Bestimmungen von Arbeitssicherheit, Brand- und Umweltschutz.

Befinden sich Betriebsstoffe in den Anlagen (Kältemittel, Öle etc.), so sind diese sachgerecht aus den Anlagen zu entfernen und bestimmungsgemäß zu entsorgen.

4. Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Maschinenhersteller bei der Konstruktion, Erstellung und Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen

4.1. Überblick

In der Design- und Konstruktionsphase sowie während der Erstellung/Beschaffung des Betriebsmittels ist der Betreiber durch den Lieferanten umfangreich zu beraten. Dies betrifft insbesondere die

- Beratung bezüglich einer günstigen Aufstellungs-/Layoutplanung (d.h. Sicherstellung von Freiflächen im Umfeld der Betriebsmittel für die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen),
- Weiterentwicklung der betrieblichen Instandhaltung bezüglich der notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Im Lastenheft des künftigen Betreibers sind dem künftigen Maschinenhersteller die unter Punkt 3.2.1. aufgeführten Punkte zu instandhaltungsrelevanten Fragen/Informationen mitzuteilen. Mit dem Vorliegen des vollständigen Lastenheftes liegen dem Maschinenhersteller einzuhaltende betriebliche Standards, Aussagen zur betrieblichen Instandhaltungsorganisation sowie die Anforderungen an den sicherzustellenden O.E.E. vor.

Soweit es sich um eine Serienmaschine handelt, kann der Maschinenlieferant nun sein System bezüglich der Anforderungen überprüfen und bei Übereinstimmung ein entsprechendes Angebot unterbreiten. Handelt es sich um eine Modifikation, Neu- oder Weiterentwicklung einer Maschine sind diese Informationen die Grundlage für das in der Design-/Konstruktionsphase zu realisierende Instandhaltungskonzept. Der Maschinenlieferant hat die Maschinen unter Berücksichtigung/Einhaltung der Vorgaben des Lastenheftes instandhaltungsgerecht zu konstruieren und zu bauen (siehe Punkt 4.2.). In der Praxis ist es sinnvoll, sehr eng mit dem künftigen Betreiber zusammenzuarbeiten und ihm das künftige Instandhaltungskonzept und dessen konkrete Umsetzung be-

reits frühzeitig im Rahmen von Projektbesprechungen zu erläutern. Der Maschinenhersteller sollte bereits zum Zeitpunkt des konkreten Angebotes eine Aussage über die künftigen Instandhaltungsaufwendungen in Form eines vereinfachten Instandhaltungsplanes treffen können.

Nach der Auftragsvergabe sind die im Pflichtenheft oder Detailangebot beschriebenen und fixierten Lösungen umzusetzen. Werden Probleme bei der Realisierung des abgestimmten Instandhaltungskonzeptes erkannt, so sind diese mit dem künftigen Betreiber frühzeitig zu besprechen und alternative Lösungen auszuarbeiten.

Mit der Auslieferung der Maschine sind dem Betreiber im Rahmen der technischen Dokumentation der Anlage der Instandhaltungsplan und entsprechende Arbeitsanweisungen zur Verfügung zu stellen. Zur Sicherstellung einer einheitlichen Struktur und eines einheitlichen Aufbaues wird die im Bild 5 dargestellte Struktur für die Gestaltung von Instandhaltungsplä-

1. Minimierung des Instandhaltungsaufwandes durch instandhaltungsgerechte Konstruktion. Zielvorstellung für den Konstrukteur sind instandhaltungsfreie, mindestens instandhaltungsarme und auf jeden Fall instandhaltungsfreundliche Konstruktionen der Bauteile und Baugruppen einer Maschine.

2. Katalog der Grundanforderungen:

- a. Sicherstellung der Identifizierbarkeit (z. B. Teilenummer)
- b. Sicherstellung der Zugänglichkeit und Austauschbarkeit
- c. Sicherstellung der Wartbarkeit
- d. Sicherstellung der Inspizierbarkeit, Prüfbarkeit
- e. Sicherstellung der Transportfähigkeit und Lagerbarkeit
- f. Sicherstellung der Standardisierung

3. Baugruppen- und baugruppenspezifische Anforderungen zur günstigen, instandhaltungsgerechten Gestaltung von

- a. mechanischen Bauteilen und Baugruppen,
- b. Schmiereinrichtungen,
- c. hydraulischen und pneumatischen Baugruppen,
- d. elektrischen und elektronischen Baugruppen sowie
- e. der Gesamtstruktur und des gesamten Maschinen-/Anlagendesigns.

nen empfohlen. Im Einzelfall sind diese zwischen Maschinenherstellern und Betreibern inklusive des jeweiligen Formates (EXCEL, XML, ...) abzustimmen. Darüber hinaus sollte der Maschinenhersteller den Betreiber durch Angebote zur Fernwartung, der kurzfristigen Bereitstellung von Ersatzteilen und der Schulung des Betreiberpersonals bezüglich der Durchführung von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen für die Instandhaltungsebenen 1 und 2 (Maschinenbediener und internes Instandhaltungspersonal) unterstützen. Im Einzelfall kann es sein, dass der Betreiber einen Teil seiner Wartungs- und Inspektionsaufgaben an den Maschinenhersteller oder einen spezialisierten Servicepartner vergibt. Üblich ist diese Vorgehensweise bei komplizierten technischen Systemen, bei denen die Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen Mitarbeiter mit Spezialkenntnissen erfordern, die der Betreiber nicht vorhält.

4.2. Instandhaltungsgerechte Konstruktion technischer Ausrüstungen

Die VDI 2246 behandelt umfassend das Thema der instandhaltungsgerechten Konstruktion für technische Erzeugnisse im Allgemeinen. Bild 11 gibt hierzu einen kurzen Überblick über die in diesen Vorschriften behandelten Fragestellungen und Empfehlungen zur günstigen technischen Gestaltung. Für ein genaueres Studium sei direkt auf die VDI-Richtlinie 2246 Blatt 1 und 2 verwiesen /2/, /3/.

4.3. Ausgewählte Aspekte der instandhaltungsgerechten Gestaltung von Maschinen und Anlagen in der Süßwarenproduktion

Zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen ist es bei engerer Betrachtung der Maschinen/Anlagen der Süßwarenherstellung möglich, konkretere Aussagen zur günstigen Gestaltung zu machen. Zunächst gilt grundsätzlich:

1. vermeiden,
2. minimieren,
3. günstig gestalten.

4.3.1. Vermeidung von Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektion, Wartung)

Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie sind zumeist langlebige technische Ausrüstungen mit einer Lebensdauer von mehr als zehn Jahren. Das Vermeiden von Instandhaltungsmaßnahmen kann durch eine verschleißfreie oder eine verschleißarme Kon-

Bild 11: Überblick über die VDI 2246 – Konstruieren instandhaltungsgerechter technischer Erzeugnisse

struktion erzielt werden, bei der der vorhandene Abnutzungsvorrat nicht aufgebraucht wird. Das kann erreicht werden durch

- richtig dimensionierte Wirkpaarung,
- günstige Werkstoffwahl,
 - Einsatz technischer Lösungen, die erfahrungsgemäß lange Standzeiten erreichen, wie
 - Einsatz von Flanschmotoren anstatt Kettenantrieben,
 - Einsatz von lebensdauer geschmierten Lagern,
- Einsatz von selbstüberwachten, automatischen Schmier systemen, die ein optimales Nachschmieren sicherstellen,
- Einsatz von sich selbst überwachenden und korrigierenden Systemen während der gesamten Lebensdauer der Maschine und Anlage, wie
 - selbst nachstellende Spannvorrichtungen für Bänder, Ketten etc.,
 - automatische Bandsteuerung.

4.3.2. Minimierung von Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektion, Wartung)

Neben dem Vermeiden spielen Überlegungen zum Minimieren eine wichtige Rolle:

- Anzahl der Inspektions-/Wartungsstellen minimieren.
- Art der Instandhaltungsmaßnahmen einfach gestalten, so dass die Tätigkeiten nach Möglichkeit schnell und einfach durch das Bedienpersonal durchgeführt werden können und die frühzeitige Erkennung einer Abweichung (Temperaturanstieg, Verfärbung Schmiermittel, Produktabweichung) sowie eine ausreichende Reaktionszeit gewährleistet sind.
- Entwicklung eines geeigneten Schmierkonzeptes zugelassener Schmierstoffe, die mit dem Betreiber abgestimmt und bei ihm verfügbar sind (Komplexitätsreduktion beim Betreiber).
- Minimierung der Stillstandzeiten für Instandhaltungsmaßnahmen durch
 - Modularität,
 - Entkoppelung von Baugruppen,
 - Inspektion/Wartung an laufender Maschine,
 - verwechslungssicheren und eindeutigen Einbau von Verschleißteilen und Sicherstellung einer sofortigen Betriebsbereitschaft durch Voreinstellung bzw. automatische Justage und Einstellung.
- Verlängerung der Inspektions-/Wartungsintervalle durch Übergang von kalendarisch festgelegten Inspektions-/Wartungsintervallen zur betriebsstunden- bzw. zustandsabhängigen Festlegung von Instandhaltungsmaßnahmen.
- Entwicklung eines Designs und einer Steuerung

der Maschine, welche die Umsetzung der zustandsabhängigen Festlegung von Instandhaltungsmaßnahmen unterstützen. Das bedeutet beispielsweise:

- Inspektion während des laufenden Betriebes ohne Beeinträchtigung der Prozesse ermöglichen.
- Installieren von Systemen zur Online-Fehlerdiagnose für die Früherkennung des Erreichens des Abnutzungsvorrates.
 - Beispiel: Schwingungsanalyse von Wellen und Lagern zur Früherkennung von Lager schäden.
 - Für Verschleißteile sind die Verschleißgrenzen zu definieren und nach Möglichkeit direkt an der Maschine erkennbar zu machen.
- Überprüfung, ob neue Lösungen für bisherige Verschleißteile einsetzbar sind.

4.3.3. Günstige Gestaltung zur Vereinfachung von Instandhaltungsmaßnahmen

Die Einfachheit der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen ist ein wichtiger Faktor in der täglichen Praxis. Das kann erreicht werden durch:

- Gute räumliche Zugänglichkeit im Umfeld und innerhalb der Betriebsanlage (Layoutplanung).
 - Raum für Demontage/Montage bei der Layoutplanung vorsehen.
 - Fluchtwege vorsehen („Rücken frei halten“).
 - Kein Verbauen durch Masserohrleitungen, Kabelkanäle, Wasserleitungen, Nebenaggregate etc.
 - Montageplattformen oder Begehungsbühnen vorsehen.
 - Zugänglichkeit innerhalb der Anlagen beachten.
- Schnelle Zugänglichkeit durch geeignete Wahl/Konstruktion der Schutzeinrichtungen.
 - Möglichst Einsatz von Lichtgittern bzw. Sichtfenstern anstatt nicht durchsichtiger Schutzhauben.
 - Schutzeinrichtungen mit geringem Gewicht (Frauenarbeitsplätze).
 - Klappbare Schutzhauben über Schuttschalter sicherheitstechnisch verriegeln anstatt verschraubter Schutzverkleidungen.
- Verwendung standardisierter Teile, Baugruppen, Aggregate.
- Reduzierung von Teilevielfalt beispielsweise durch Verwendung von möglichst gleichen Normteilen.
- Unternehmensübergreifende Herstellerstandards festlegen/verwenden.
- Beachtung der Betreiberstandards (Elektronik, elektrische Bauelemente, Steuerungstechnik, mechanische Bauelemente, Pneumatik, Schmierstoffe, etc.), falls keine übergreifende Standardisierung existiert.
- Technische Ausrüstung so konstruieren, dass In-

standhaltungstätigkeiten ohne Einsatz von besonderem Werkzeug sicher und ergonomisch durchgeführt werden können, z.B. durch

- Schnellkupplungen (z.B. Wasserkreisläufe bei Mühlen) und Steckverbinder (z.B. an Servomotoren),
- Lösbare Verbindungen (Schrauben, Klemmverschlüsse, Bajonettverschlüsse etc.), nicht lösbare Verbindungen möglichst vermeiden (Schweißen, Nieten etc.),
- einfach wechselbare Wartungs-/Austauschmodule,
- Tausch von ganzen Baugruppen (Mahlwerkzeuge an Kakaomühlen, Gieß-/Formwerkzeuge), die einfach und schnell demontiert werden können,
- vorgesehene Anschlagpunkte, Ösen oder andere Demontagehilfen bei schweren Komponenten.
- Bereitstellung von speziellen Werkzeugen und Montagehilfen als integraler Bestandteil der Maschine (Fixierungshilfen, Schlitten, Hebezeuge; speziell gestaltete und dimensionierte Werkzeuge sind an definierten Plätzen an der Maschine oder in der Nähe der Maschine positioniert.)
- Inspektions-/Wartungsmaßnahmen bildlich an den Maschinen erklären, Beispiele:
 - Piktogramme weisen auf einfache Wartungstätigkeiten hin (z.B. Ölkanne für: Hier ist zu ölen!).
 - In der Maschinensteuerung wird betriebsstunden- oder zustandsabhängig eine Wartungsmaßnahme aufgerufen und bildlich die Anleitung zur Durchführung gezeigt.

Die Einhaltung der Arbeitssicherheit und der geltenden gesetzlichen Vorschriften für alle Maßnahmen der Instandhaltung beim Betreiber sind bereits bei Konstruktion und Bau der Anlage sicherzustellen. In der technischen Dokumentation der Anlage, im Instandhaltungsplan und in den Instandsetzungsanweisungen ist auf einzuhaltende Gesetze und Vorschriften sowie sonstige Risiken hinzuweisen.

5. Zusammenfassung

Der Leitfaden „Instandhaltung im Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie“ beschreibt die Aufgaben und Verantwortlichkeiten von Betreibern und Maschinenherstellern in den verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Betriebsmittels/einer Betriebsanlage. Die Durchgängigkeit der Instandhaltungsthematik vom Instandhaltungskonzept, welches mit der Konstruktion einer Maschine/Anlage festgelegt wird, über die Nutzung und die während

dieser Phase zu realisierenden Instandhaltungsmaßnahmen bis zur Verwertung werden dargestellt. An einfachen Beispielen werden Möglichkeiten der praktischen Umsetzung gezeigt. Ein besonderer Schwerpunkt wird auf die Verbesserung der Abstimmung zwischen Maschinenlieferanten und Betreibern in der Design- und Erstellungsphase gelegt, da in dieser Phase die künftigen Instandhaltungsaufwendungen für die Nutzungsphase ganz wesentlich vorbestimmt werden. Zur schnellen Anpassung der betrieblichen Instandhaltung bei Erweiterung von Betriebsanlagen wird ein Vorschlag für den einheitlichen Aufbau eines standardisierten, maschinenlesbaren Instandhaltungsplanes unterbreitet. Insgesamt zielt der vorliegende Leitfaden auf die Verbesserung und Strukturierung der Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Betreibern und den Herstellern von Maschinen bezüglich der instandhaltungsgerechten Gestaltung von Maschinen und Anlagen der Süßwarenindustrie einerseits und der günstigen Organisation und Durchführung der betrieblichen Instandhaltung andererseits.

Literaturverzeichnis

- /1/ N.N. „Grundlagen der Instandhaltung“, DIN 31051 (Stand: Juni 2003)
- /2/ N.N. „Konstruieren instandhaltungsgerechter technischer Erzeugnisse – Grundlagen“, VDI-Vorschrift 2246 Blatt 1
- /3/ N.N. „Konstruieren instandhaltungsgerechter technischer Erzeugnisse – Anforderungskatalog“, VDI-Vorschrift 2246 Blatt 2
- /4/ N.N. „Zustandsorientierte Instandhaltung“, VDI-Vorschrift 2888
- /5/ N.N. „Planmäßige Instandhaltung – Anleitung zur Erstellung von Wartungs- und Inspektionsplänen“, VDI-Vorschrift 2890
- /6/ N.N. „Instandhaltungskriterien bei der Beschaffung von Investitionsgütern“, VDI-Vorschrift 2891
- /7/ Benz, A., Scheiffele, H., Modernes Service- und Instandhaltungsmanagement, TÜV-Verlag, Köln, 2001
- /8/ Mehdi, A., Total Productive Management, Carl-Hanser-Verlag München Wien, 2. Auflage, 2002
- /9/ Matyas, K., Taschenbuch Instandhaltungslogistik, Carl-Hanser-Verlag, München/Wien, 2005
- /10/ Rötzel, A., Instandhaltung – eine betriebliche Herausforderung, VDE Verlag GmbH, Berlin und Offenbach, 2005
- /11/ Kalaitzis, D., Instandhaltungscontrolling, TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group, Köln, 2006