



Lebensmittel und Getränke

Leitfaden für das Dampfqualitätsmanagement

Die bessere Anlage.

spirax
sarco

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT



Vorwort

von John Hola, Campden BRI

Campden BRI, mit Niederlassungen in Großbritannien und Ungarn, ist die weltweit größte unabhängige mitgliederbasierte Forschungs- und Entwicklungsorganisation für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie. Sie setzt sich dafür ein, Industrieunternehmen all jene wissenschaftlichen, technischen und beratenden Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen, die benötigt werden, um die Sicherheit und Qualität der Produkte sowie die Effizienz der eingesetzten Prozesse zu gewährleisten und um innovative Produkte und Prozesse zu entwickeln.

Der vorliegende Leitfaden stützt sich auf die von Campden BRI in langjähriger Arbeit gewonnene Erfahrung bei der Bereitstellung von Dienstleistungen im Zusammenhang mit Anwendungen, bei denen der Einsatz von Dampf einen hohen Stellenwert besitzt. Hierzu gehören Wärmeübertragungsprozesse (z. B. Blanchieren, Dosenabfüllung, aseptische Techniken), deren Validierung sowie die hygienische Auslegung und Wartung der Produktionsanlagen einschließlich Reinigung und Desinfektion.



Dampf stellt in vielen Bereichen der Lebensmittelindustrie eine unverzichtbare Komponente dar und wird in erster Linie als Wärmequelle für die Pasteurisierung und Sterilisation von Lebensmittelprodukten und der Dekontamination von Produktionsanlagen benötigt. Insbesondere wenn Dampf in direkten Kontakt mit dem Lebensmittel oder den mit diesem Produkt in Berührung kommenden Flächen gelangt, ist die hygienische Qualität des Dampfes von kritischer Bedeutung. Aus diesem Grunde müssen in der technischen Leistungsbeschreibung sowie bei Auslegung, Installation, Überwachung und Wartung von Dampfproduktionsanlagen alle erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden, damit sichergestellt ist, dass die Reinheit und Qualität des eingesetzten Dampfes höchsten Anforderungen gerecht wird.

Die in diesem Dokument skizzierten und von Campden BRI unterstützten Grundsätze sind – sofern sie korrekt eingehalten werden – dazu bestimmt, Lebensmittelherstellern zu helfen, das Risiko einer Produktkontamination seitens dieser Quelle zu minimieren.

Dr. John Holah
Head of Food Hygiene
Campden BRI



Die bessere Anlage.

Inhalt

1. Kurzzusammenfassung	4	6. Reindampf	21
2. Einleitung	5	6.1 Speisewasser für Reindampfanlagen	22
2.1 Gültigkeit	6	6.2 Anforderungen an eine Reindampfanlage	22
2.2 Regelventile	6	6.3 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften	22
3. Klassifikation von Dampf	7	6.4 Faktoren, die die Qualität und Reinheit des Reindampfes beeinflussen	23
3.1 Dampfqualität	7	6.5 Abhilfemaßnahmen	23
3.2 Dampfreinheit	8	7. Reinstdampf	23
4. Anlagendampf	9	8. Installation, Betrieb und Wartung	24
4.1 Anlagendampf-Kontaminanten	9	A1 Typische Anwendungen und Prozesse mit Dampf	28
4.1.1 Chemikalien	10	A2 Typische Wasseraufbereitungschemikalien	29
4.1.1.1 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften	10		
4.1.2 Mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissene Salze	11		
4.1.3 Kreuzkontamination	12		
4.1.3.1 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften	12		
4.1.4 Partikel	12		
4.1.5 Korrosionsprodukte in der Dampf- und Kondensatanlage	13		
4.1.6 Nicht kondensierbare Gase	13		
4.2 Abhilfemaßnahmen	13		
4.2.1 Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos von Kesselwasserübertrag und von suboptimal eingestellter Wasseraufbereitung	13		
4.2.2 Abhilfemaßnahmen gegen Kreuzkontamination	15		
4.3 Anlagendampf – Zusammenfassung	15		
5. Gefilterter Dampf	16		
5.1 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften	18		
5.1.1 Großbritannien/Europa	18		
5.1.2 USA	18		
5.2 Faktoren, die die Dampfqualität und -reinheit beeinträchtigen	19		
5.2.1 Wasseraufbereitung, im Dampf aus dem Kessel mitgerissene Salze und Kreuzkontamination	19		
5.3 Abhilfemaßnahmen	20		

1. Kurzzusammenfassung

Dampf ist das effizienteste, zuverlässigste und flexibelste Medium zur Wärmeübertragung für zahlreiche Arbeitsschritte bei der Herstellung von Lebensmitteln und Getränken. Dampf wird routinemäßig in direktem Kontakt mit Lebensmittelprodukten eingesetzt. Dies kann jedoch – sofern nicht der korrekte Dampfstandard eingehalten wird – Probleme im Zusammenhang mit der Qualität oder sogar der Sicherheit der Lebensmittel aufwerfen. Daher müssen Lebensmittel- und Getränkehersteller peinlich darum bemüht sein, die Qualität bzw. die Reinheit ihrer Dampfanlagen zu ermitteln und zu kontrollieren, um jegliches potenzielles Risiko der Produktkontamination zu vermeiden.

Für die Qualität von Dampf, der in direkten Kontakt mit Lebensmittelprodukten und Verarbeitungsprozessen gelangt, stehen derzeit nur wenige gesetzliche Regelwerke zur Verfügung. Indessen kann die Anwendung des korrekten Dampfstandards gewährleistet werden, indem die Hersteller das von ihnen für das Prozessmanagement eingesetzte Hazard Analysis Critical Control Points-Konzept (abgekürzt: HACCP-Konzept, deutsch: Gefahrenanalyse und kritische Lenkungspunkte) ebenfalls auf Dampfsysteme anwenden.

In der lebensmittelverarbeitenden Industrie werden mehrere **Klassen von Dampfqualität** unterschieden, die hinsichtlich des Kontaminationsrisikos sehr stark voneinander abweichen:

Die niedrigste Dampfklasse, bei der das höchste potenzielle Kontaminationsrisiko besteht, ist der **Anlagendampf** oder **industrielle Dampf**. Der Grad der Kontamination bei Einsatz von Anlagendampf wird durch folgende Faktoren bestimmt:

- Qualität des in den Kessel eingefüllten Speisewassers
- Menge der in die Anlage dosierten chemischen Substanzen und die Einhaltung der Wassersollwerte für die Wasseraufbereitung
- Korrekte Betriebsweise des Kessels, d.h. Kesselbefüllung, Füllstandsregelung, Leitfähigkeitskontrolle (Gesamtmenge der gelösten Feststoffe), Betriebsdruck, usw.
- Kreuzkontamination mit anderen Prozessen

Gefilterter Dampf, ebenfalls als kulinarischer Dampf bekannt, ist Anlagendampf, der durch einen Edelstahlfeinfilter mit einer typischen Porengröße von fünf Mikron geführt wurde. Bei Verwendung eines Filters für kulinarischen Dampf bleibt das potenzielle Risiko der Kontamination durch mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissenen Salzen und der Kreuzkontamination bestehen. Die den Filter passierende Partikelmenge ist abhängig von der Partikelmengenverteilung und der Gesamtmenge der Partikel, von der Art des Wartungskonzepts und der Dampfgeschwindigkeit.

Reindampf ist die höchste Dampfklasse für Anwendungen in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie. Er wird normalerweise in einem speziellen Reindampferzeuger aus vollentsalztem Wasser (VE-Wasser, Umkehrosmose) gewonnen. Reindampf sollte für qualitätskritische Prozesse in Erwägung gezogen werden.

Reinstampf ist Reindampf, der speziell beim Einsatz in der Pharmaindustrie Verwendung findet. Die Qualität und Reinheit von Reinstampf sind höher als beim heute in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie üblicherweise eingesetzten Dampf (siehe hierzu auch unsere Broschüre).

Der vorliegende Leitfaden analysiert die zwischen Anlagendampf, gefiltertem Dampf und Reindampf bestehenden Unterschiede sowie die Faktoren, die deren Qualität und Reinheit bestimmen. Er enthält eine Zusammenfassung der besten Praktiken zur Gewährleistung der optimalen betrieblichen Effizienz von Dampfanlagen, die vor allem auch künftige Kontaminationsprobleme von vornherein ausschließen sollen.

Die bessere Anlage.

2. Einleitung

Dank seiner flexiblen Eigenschaften bietet Dampf zahllose Möglichkeiten für den Einsatz beim Kochen, Sterilisieren, Befeuchten, Trocknen und generell bei Aufheizvorgängen in Tausenden von Anwendungen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie.

Dampf wird in großem Umfang in Produktion, Verarbeitung und Verpackung zahlreicher Lebensmittel- und Getränkeprodukte eingesetzt und gelangt sehr oft in direkten Kontakt mit dem Produkt. Eine Liste der typischen Anwendungen, bei denen Dampf in direktem Kontakt mit dem Produkt bzw. dem Prozess steht, finden Sie in Anhang 1.

Dampf wird oft als ideale sterile und kontaminationsfreie Energiequelle betrachtet. Wie bei allen Medien, die mit dem Produkt in Kontakt kommen, müssen auch bei Dampf Vorkehrungen getroffen werden, um das potenzielle Kontaminationsrisiko, das eine mögliche Gefährdung des Verbrauchers darstellt oder das Aussehen bzw. die Farbe des Produkts beeinträchtigen könnte, zu minimieren.

Hersteller von Lebensmitteln und Getränken sind kraft Gesetzes verpflichtet, die Qualität ihrer Endprodukte durch Ermittlung und Kontrolle der potenziellen Gefahren typischerweise durch einen HACCP-basierten Ansatz zu analysieren und zu belegen. Da derzeit keine gesetzlichen Regelwerke oder Vorschriften für die Qualität und Reinheit von Dampf existieren, müssen die Hersteller selbst dafür Sorge tragen, dass geeignete Überwachungsmaßnahmen angeordnet und eingehalten werden. Im Rahmen des HACCP-Konzepts können die Parameter Dampfqualität und Dampfsicherheit als HACCP-Voraussetzung oder, wenn der Dampf dem Produkt direkt zugeführt wird, als Stufe innerhalb des Lebensmittelproduktionsprozesses beschrieben werden.

Gegenstand dieses Leitfadens ist es, Herstellern von Lebensmitteln und Getränken Hilfestellung im Hinblick auf folgende Gesichtspunkte zu Dampfqualität und Reinheit zu leisten:

- Die verschiedenen Dampfqualitätsklassen, die Anwendern zur Verfügung stehen, und die Art und Weise, wie diese gewährleistet werden
- Potenzielle Kontaminationsquellen bedingt durch den Einsatz ungeeigneter Dampfklassen
- Beste Praktiken für Auslegung, Wartung und Überprüfung von Dampfanlagen, damit gewährleistet ist, dass nur Dampf der richtigen Qualität bzw. Reinheit dem Prozess zugeführt wird



2.1 Gültigkeit

Der vorliegende Leitfaden bezieht sich **nicht** auf den Einsatz von Reinstdampf, da dieser in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie nicht oder nur selten eingesetzt wird.

Der Leitfaden enthält Empfehlungen hinsichtlich der Art und Betriebsweise der innerhalb des gesamten Dampf- und Kondensatnetzes einzusetzenden Technik.

Darüber hinaus werden die zur Erhaltung der Dampfanlagenleistung erforderlichen Wartungsarbeiten sowie die Mess- und Testabläufe für die Überprüfung der Qualität bzw. Reinheit des in der Anlage produzierten Dampfes beschrieben.

2.2 Regelwerke

Für die Gewährleistung der Sicherheit bei der Lebensmittelproduktion gibt es zahlreiche Vorschriften, Richtlinien und Gesetze. Jedoch existieren (insbesondere in Europa) nur unzureichende Regelwerke, die sich mit speziellen Vorgaben für die Qualität und Reinheit des Dampfes in direktem Kontakt mit dem Prozess oder dem Produkt befassen. Nachstehend sind die Vorschriften aufgelistet, die im allgemeinen zugrunde gelegt werden:

- **UK:**
 - S.I. 2006 No. 14 - The Food Hygiene (England) Regulation
 - Guidelines for the Safe Production of Heat Preserved Food – Department of Health
- **Europa:**
 - Verordnung (EG) Nr. 853 / 2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene (Kapitel VII, Abschnitt 5)
 - Codex Alimentarius
 - European Hygienic Engineering and Design Guidelines (EHEDG)
- **USA:**
 - 3A Accepted Practices for A Method of Producing Culinary Steam, Number 609-03
 - FDA Code of Federal Regulations, 173.310, Title 21, Volume 3, Revised as of April 1, 2005
 - National Organic Standards Board (NOSB), Steam Generation in Organic Food Processing Systems TAP Review
- **International:**
 - PAS 220 Anforderungen für Programme zur Erhöhung der Sicherheit in der Lebensmittelproduktion

3. Klassifikation von Dampf

Beim Einsatz von Dampf muss jedes Unternehmen sich die folgende Frage stellen: „Besitzen wir ein umfassendes Verständnis aller potenziellen Probleme und Gefahrenquellen, die im Zusammenhang mit der Qualität und Reinheit des in den Prozess eingeleiteten Dampfes auftreten können?“ Um diese Frage zu beantworten, müssen wir zunächst die vier Dampfklassen kennen, die heute in der Industrie eingesetzt werden und wissen, welchen Rang sie hinsichtlich ihrer Reinheit einnehmen.

1. Anlagendampf 2. Filterdampf (kulinarischer Dampf) 3. Reindampf 4. Reinstdampf

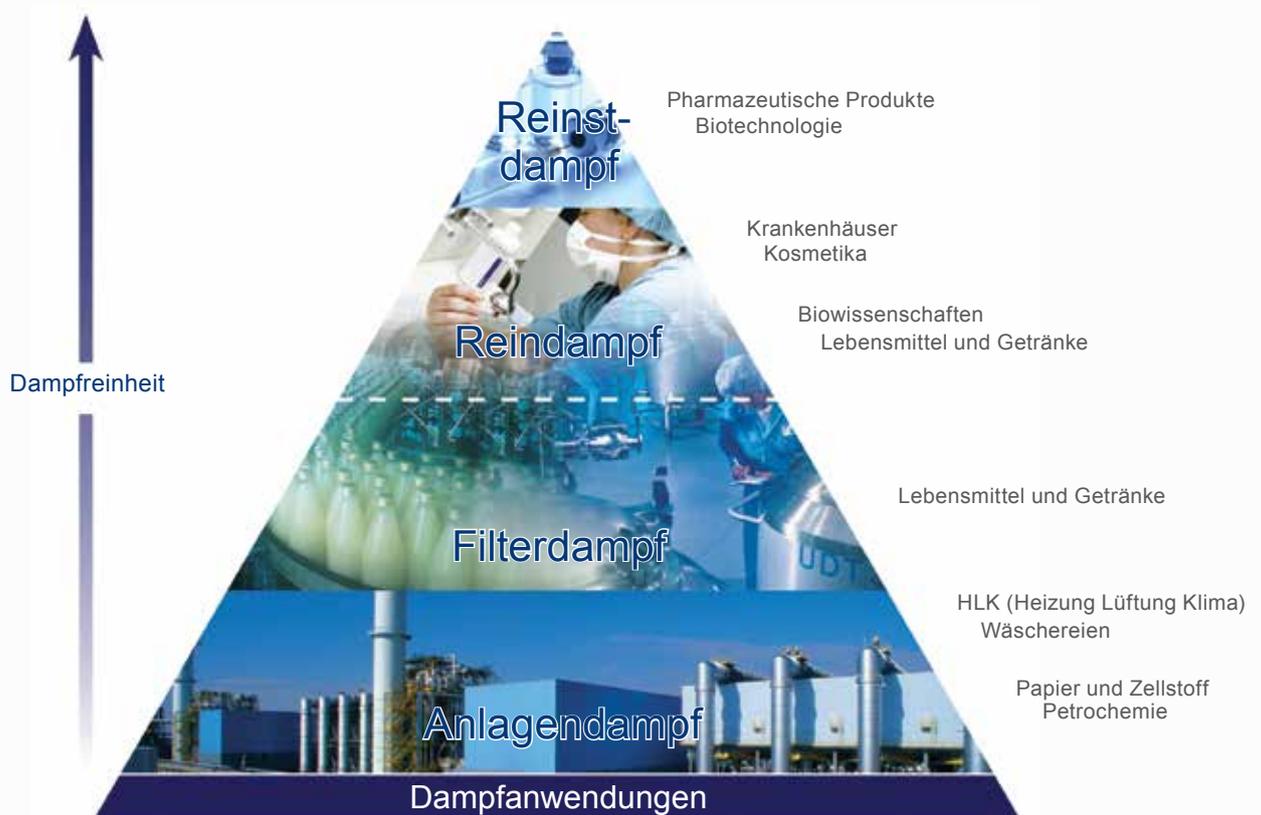


Bild 1

In den folgenden Abschnitten dieses Leitfadens möchten wir ausführlich darauf eingehen, wie die in Bild 1 aufgeführten Dampfklassen zustande kommen und welches ihre jeweiligen potenziellen Probleme sind. Die nachstehenden Definitionen dienen der terminologischen Klärung einiger Begriffe, die im Zusammenhang mit Dampf gebräuchlich sind.

3.1 Dampfqualität

Der Begriff Dampfqualität wird im Zusammenhang mit Dampfsystemen verwendet. In diesem Zusammenhang bezieht sich das Wort „Qualität“ im allgemeinen nur auf die im Dampf enthaltene Wassermenge, nicht jedoch auf irgendwelche Kontaminanten. Treffender wäre die Bezeichnung „Kondensatgehalt im Dampf“.

Der Dampfgehalt wird anhand der folgenden Verhältnisgleichung bestimmt:

$$\text{Dampfgehalt} = \frac{\text{Dampfmasse}}{\text{Dampfmasse} + \text{Dampffeuchte}}$$

Als Dampffeuchte bezeichnet man den Anteil an kondensierten Tröpfchen, die im Dampf enthalten sind.

Hinweis: Bei einem ermittelten Dampfgehalt entspricht z. B. der Wert 0,98 einem Dampfgehalt von 98 % und einem Kondensatgehalt im Dampf von 2 %.

3.2 Dampfreinheit

Die Dampfreinheit wird durch quantitative Messung der im Dampf enthaltenen gelösten Feststoffe, flüchtigen Substanzen und sonstigen Partikel bestimmt, die nach der primären Abscheidung nach dem Dampferzeuger oder nach dem Kessel verbleiben können.

In den folgenden Abschnitten werden die Merkmale der verschiedenen Dampfklassen ausführlich beschrieben. Außerdem erörtern wir die Frage, welche kritischen Aspekte kontrolliert werden müssen, um das Kontaminationsrisiko zu minimieren.

4. Anlagendampf

Ansatzpunkt für alle in der Lebensmittel- und Getränkeverarbeitung eingesetzten Dampfklassen ist der Anlagendampf, der gelegentlich auch als industrieller Dampf bezeichnet wird. Anlagendampf ist mit Sicherheit für alle Anwendungen geeignet, bei denen der Dampf nicht in direkten Kontakt mit dem Prozess oder dem Lebensmittel- bzw. Getränkeprodukt gelangt, z. B. in Wärmetauschern, Kochkesseln oder bei der Heißwassererzeugung. Wird Anlagendampf hingegen in direktem Kontakt mit dem Prozess eingesetzt, spielen Qualität bzw. Reinheit des in das Produkt eingeleiteten Dampfes eine wesentliche Rolle.

Anlagendampf wird normalerweise aus Speisewasser erzeugt, das entsprechend der Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Rohwassers aufbereitet wird. Das Speisewasser kann dann z. B. in einer Enthärtung, einer Umkehrosmose oder Entsalzung aufbereitet worden sein. Nach der Wasseraufbereitung kann das Wasser dann zwecks Verhinderung von Korrosion und Kalkablagerungen in der Anlage noch konditioniert werden.

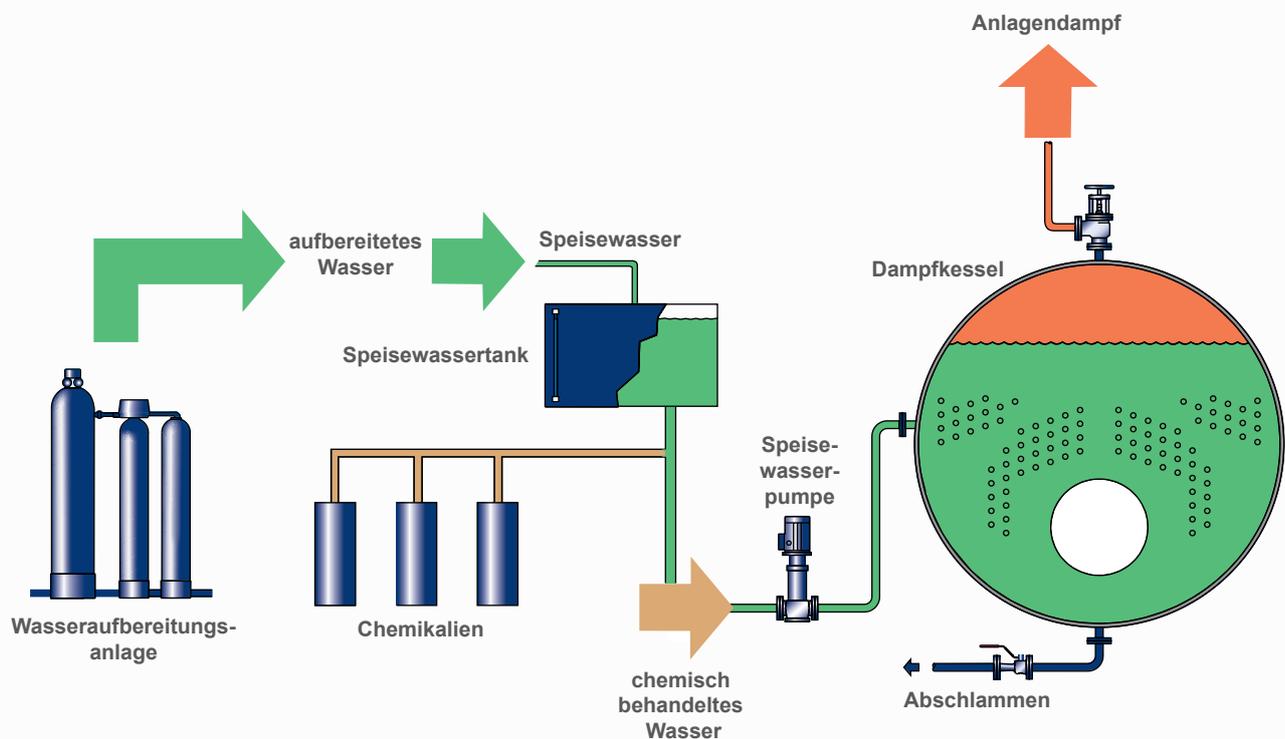


Bild 2: Erzeugung von Anlagendampf

Anlagendampf muss am Einsatzort in der richtigen Qualität, mit dem richtigen Druck, sauber, trocken und idealerweise frei von Rückständen, also frei von Luft und anderen nicht kondensierbaren Gasen und sonstigen Chemikalien, zur Verfügung stehen.

Sofern dies möglich und zulässig ist, sollte das im Prozess anfallende Kondensat grundsätzlich für die Energierückgewinnung zurück in den Kessel geleitet werden, da dies die Wiederverwendung wertvoller Energie und des Wassers ermöglicht.

4.1 Anlagendampf-Kontaminanten

Auf dem Weg des Dampfes von der Dampferzeugung bis zu seinem eigentlichen Verbrauchsort, können Qualität und Reinheit des Dampfes von zahlreichen potenziellen Faktoren beeinflusst werden. In den folgenden Abschnitten befassen wir uns ausführlich mit den kritischen Punkten, die überwacht werden müssen, um das potenzielle Kontaminationsrisiko zu minimieren.

4.1.1 Chemikalien

Die Qualität des für die Herstellung von Anlagendampf verwendeten Wassers wirkt sich tiefgreifend auf die Effizienz und die Betriebssicherheit des Kessels und das Rohrleitungssystem der Dampfanlage aus. Neben den im Rohwasser vorhandenen Substanzen werden dem Kesselspeisewasser oft diverse Chemikalien zugesetzt, die dazu dienen, Kessel und Anlage vor Bildung von Ablagerungen sowie vor Korrosion und Chemikalienangriff zu schützen. Des Weiteren können auch Korrosionsinhibitoren nach dem Kessel-Dampfauslass zugesetzt werden.

In Anhang 2 finden Sie eine Liste der Chemikalien, die dem Speisewasser generell im Rahmen des Wasseraufbereitungsprogramms zugesetzt werden. Die verwendeten Chemikalien können aufgrund von diversen Randbedingungen von Land zu Land unterschiedlich sein.

Anhang 2 enthält eine Liste der Chemikalien, die (von der FDA - USA) für den Einsatz in Verbindung mit Lebensmittel- und Getränkeprodukten zugelassen wurden, mit Angabe der jeweils vertretbaren Konzentrationen.

4.1.1.1 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften

Die dem Kesselwasser zugesetzten chemischen Substanzen unterliegen der Einhaltung strenger Vorschriften für die chemische Aufbereitung.

Die Richtlinien BS 2486: 1997 und BS EN 12953 –10 2003 sind Beispiele für die Richtlinien zur Reglementierung der Wasseraufbereitung in Großbritannien und der EU. Bei Nichteinhaltung dieser Richtlinien besteht die Gefahr, dass zu große Mengen chemischer Substanzen in die Dampfanlage gelangen und erhebliche Schwankungen der Qualität und Reinheit des dem Prozess zugeführten Dampfes verursachen, während unzureichende Chemikaliendosierung zu übermäßiger Korrosion und zu Kalkablagerungen innerhalb der Dampf- und Kondensatanlage führen kann.

Europa: Zum gegenwärtigen Zeitpunkt existieren keinerlei Standards für die Reglementierung sowohl der Art der Chemikalien (z. B. für Lebensmittel zugelassen oder nicht) als auch der Menge der Kesselchemikalien, die über die Dampfanlage in den Lebensmittelprozess gelangen können. Da in vielen Fällen keine Kontrollen der Dampfqualität vorgenommen werden, bleiben Art (für Lebensmittel zugelassen oder nicht) und Konzentration der im Dampf enthaltenen chemischen Substanzen oftmals unbekannt.

Sobald Anlagendampf in direkten Kontakt mit dem Prozess gelangt, dürfen keine Kesselchemikalien eingesetzt werden, die nicht für Lebensmittel zugelassen sind (z. B. ohne FDA-Zulassung)! Nicht zugelassene chemische Substanzen, die im Dampf vorgefunden werden, können potenziell zur Kontamination aller mit dem Dampf in Kontakt gelangenden Lebensmittel führen. Die Rückstände dieser chemischen Verbindungen können von lang andauernder Wirkung sein. Damit gewährleistet ist, dass sowohl die Qualität als auch die Reinheit auf einen für den Prozess vertretbaren Level begrenzt bleiben, müssen regelmäßige Kontrollen der Dampfqualität durchgeführt werden (ausführliche Beschreibung siehe Abschnitt 4.2.2).

Obwohl die FDA-Vorschriften in Europa nicht anerkannt sind, ist es in ganz Europa üblich, in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie Chemikalien einzusetzen, die nach FDA-Standard zugelassen wurden.

USA: Bei Einsatz von Chemikalien, die von der FDA zugelassen wurden, ist es Vorschrift, die Menge der mit dem Produkt bzw. dem Prozess in Kontakt stehenden chemischen Substanzen in Übereinstimmung mit FDA, Code of Federal Regulation, Title 21, Volume 3, Section 173.310, boiler water additives (Kesselwasserzusätze) zu überprüfen. Dabei ist zu beachten, dass diese Vorschrift bestimmte Grenzwerte für die Mengen an Kesselchemikalien im mit dem Produkt bzw. dem Prozess in Kontakt gelangenden „Dampf“ (in Dampfform) angibt. Unbedingt zu beachten ist, dass Kesselwasserübertrag (mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissene Salze) nicht zulässig ist, also Null-Grenzwerte vorgeschrieben sind, eben weil der Kesselwasserübertrag in der Regel erhebliche Chemikalienkonzentrationen aufweist. Obwohl die FDA eindeutige Grenzwerte für die Konzentration der vorhandenen Chemikalien vorgibt, ist es erforderlich, die Festlegung der Häufigkeit und die Art der Messmethoden für die Überprüfung dieser Werte einer sorgfältigen Planung und Überprüfung zu unterziehen.

Die bessere Anlage.

Der folgende Abschnitt enthält einen Auszug aus der FDA-Vorschrift zur Kontrolle der Speisewasserchemikalien:

„Der Einsatz von Kesselwasserzusätzen bei der Erzeugung von mit Lebensmitteln in Kontakt gelangendem Dampf wird unter folgenden Voraussetzungen als zulässig erachtet: (a) Es wird nicht mehr zugesetzt, als für den beabsichtigten Zweck erforderlich, und es gelangt nicht mehr Dampf mit dem Lebensmittel in Kontakt, als für die Erzeugung der beabsichtigten Wirkung in oder auf dem Lebensmittel erforderlich ist...“

International: Die Vorschrift PAS 220, „Prerequisite programmes in food safety for food manufacturing“ soll in Verbindung mit der ISO 22000, dem international anerkannten Standard für Lebensmittelsicherheits-Managementsysteme, angewendet werden. Abschnitt 6.3 der PAS 220 sieht vor, dass etwaige Kesselwasserchemikalien folgenden Voraussetzungen gerecht werden müssen:

- a) Es muss sich um genehmigte Lebensmittelzusätze handeln, die die einschlägigen Vorschriften für Zusätze erfüllen müssen; oder um
- b) Zusätze, die von der zuständigen reglementierenden Stelle als für die Verwendung in für den menschlichen Verzehr bestimmtem Wasser als sicher zugelassen wurden.

4.1.2 Mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissene Salze

Es muss unbedingt darauf hingewiesen werden, dass es sich bei Kesselwasserübertrag oder dem sogenannten Spucken und Schäumen des Kessels, um mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissene Salze und nicht lediglich um Dampf handelt. Dieser Kesselwasserübertrag, meist in Form von Schaum sichtbar, enthält potenziell hohe Konzentrationen chemischer Wasseraufbereitungssubstanzen, die im Laufe des Betriebs des Dampfkessels aufkonzentriert worden sind.

Ein Film in deutscher Sprache mit dem Titel „Dampfkessel – Informationen für Insider“ können Sie im Internet auf unserer Homepage unter www.spiraxsarco.de ansehen.

Der Kesselwasserübertrag muss unbedingt verhindert werden!

Salze können, bedingt durch zwei Faktoren, mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissen werden:

- **Spucken des Kessels** – Hierbei handelt es sich um das plötzliche Übertragen von Kesselwasser in die Dampfleitung, bedingt durch einen oder mehrere der folgenden Faktoren:
 - Fehlerhafte Auswahl, Installation oder Wartung der Wasseraufbereitungsanlage
 - Kesselbetrieb mit zu hohem Wasserstand; das Kesselwasser wird bereits bei normaler Betriebsweise in die Dampfanlage gezogen
 - Betrieb des Kessels bei einem zu tiefem Druck; hierdurch werden die Siedebblasen und damit das sichtbare Volumen des Wassers größer, ganz einfach, weil bei tieferem Druck größere Dampfblasen entstehen. Gleichzeitig wird bei Dampfaustritt die Oberfläche unruhiger
 - Plötzliche übermäßige Dampfabnahme
- **Schäumen des Kessels** – Hierunter versteht man die Schaumbildung im Raum zwischen der Wasseroberfläche und dem Dampfzug. Ein Film zum Thema finden Sie auf unserer Homepage unter www.spiraxsarco.de mit dem Titel „Dampfkessel – Informationen für Insider“.

Je mehr Schaumbildung erfolgt, desto größer werden die zu erwartenden und auftretenden Probleme. Schaumbildung ist im allgemeinen durch einen oder mehrere der folgenden Faktoren bedingt:

- eine zu hohe Konzentration an gelösten Feststoffen / Salzen im Kessel (zu hohe Leitfähigkeit)
- Zu hoch dosierte Wasseraufbereitungschemikalien, d.h. in der Regel durch Nichteinhaltung der Sollwerte der Wasseraufbereitungsanlage
- Kontamination des Kesselwassers aus anderen Prozessbereichen (z. B. Einbruch von Säuren oder Laugen)
- Hohe Alkalität (>1000 ppm)

4.1.3 Kreuzkontamination

Die meisten Lebensmittel- und Getränkehersteller führen Kondensate aus möglichst vielen Anlagenbereichen zurück, um Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch zu reduzieren. Hierdurch entstehen viele Möglichkeiten, bei denen Dampf bzw. Kondensat potenziell kontaminiert werden kann. Anbei einige mögliche Kreuzkontaminationsquellen:

- **CIP-Anlage (Clean-In-Place):** Zur Erzeugung von Warmwasser für die CIP-Anlage wird häufig Dampf eingesetzt. Eventuell vorhandene Löcher oder Risse im CIP-Wärmeaustauscher können potenziell zur Kontamination des Kondensats (d.h. ätzende Substanzen, chemische Reinigungsmittel usw.) führen, das seinerseits den im Kontakt mit dem Produkt oder dem Prozess stehenden Dampf kontaminiert.
- **Der Prozess:** Die Liste der potenziellen Kontaminationsquellen von den verschiedenen Prozessanwendungen ist lang. Daher gilt es, die Aufmerksamkeit auf diejenigen Bereiche zu konzentrieren, bei denen Dampf oder Kondensat der potenziellen Kontamination durch den Prozess selbst unterliegen können.

4.1.3.1 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften

Gesetzliche Vorschriften über Risiken einer Kreuzkontamination existieren weder in der EU noch in den USA. Hierbei handelt es sich um ein echtes Problem, dessen Auftreten für erhebliche Dauer unerkannt bleiben kann. In den Kondensatrücklauf eingebaute Technik zur Kontaminationsdetektion ermöglicht die Früherkennung und -warnung bei potenziellen Problemen (siehe Abschnitt 4.2.2).

4.1.4 Partikel

Durch Einsatz einer dem Prozess angepassten Wasseraufbereitungsanlage und durch deren regelmäßige Wartung wird die Wahrscheinlichkeit von Ablagerungen und Korrosion in der Dampf- und Kondensatanlage auf ein Minimum reduziert. Insbesondere Kohlendioxid und Sauerstoff können schwere Korrosion in Dampf- bzw. Kondensatrohren und im Kessel verursachen. Die ausgefällten Korrosionsprodukte können Ablagerungen bilden und über die Dampfzufuhrwege alle übrigen Bereiche, in denen Dampf eingesetzt wird, kontaminieren.

Kalkablagerungen



Bild 3: Ablagerungen aus Kalziumkarbonat auf den Dampfkesselrohren und auf der Oberfläche eines Großraumkessels

Korrosion



Bild 4: Beschädigungen von Dampfkondensatrohren können in relativ kurzer Zeit durch Sauerstoffkorrosion entstehen.

Die bessere Anlage.

4.1.5 Korrosionsprodukte in der Dampf- und Kondensatanlage

Wir möchten hier nochmals explizit darauf hinweisen, dass viele Probleme in einer Dampfanlage und dem Kondensatsystem durch mit dem Kesselwasser übertragene Salze verursacht werden. Dies gilt es unbedingt zu verhindern. Speziell in schwarzen Systemen führen diese Salze zu einer Vielzahl von Korrosionsprodukten, die sich dann in den Rohrleitungen ablagern und Armaturen zusetzen. Besonders Dampffilter mit ihren feinen Filterelementen setzen sich bei Vorliegen von solchen Korrosionsprodukten schnell zu. In der Praxis führt dies zu einem erhöhten und unerwünschten Wartungsmehraufwand.

4.1.6 Nicht kondensierbare Gase

Sauerstoff, Ammoniak, Kohlendioxid und andere im Speisewasser gelöste oder auf andere Weise eingetretene Gase können im Dampfsystem unerwünschte Wirkungen verursachen (d.h. Korrosion, verminderte Wärmeübertragung usw.). Diese Gase müssen einerseits durch korrekte Einstellung der Wasseraufbereitung geeignet vorbehandelt werden, andererseits durch richtig angeordnete Entgasungs- und Entlüftungsvorrichtungen in der Dampfanlage innerhalb vertretbarer Grenzwerte gehalten werden.

Insbesondere Kohlendioxid und Sauerstoff können schwere Korrosionsschäden in Dampf- bzw. Kondensatrohren und im Kessel verursachen.

4.2 Abhilfemaßnahmen

4.2.1 Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos von Kesselwasserübertrag und von suboptimal eingestellter Wasseraufbereitung

Folgende Präventivmaßnahmen minimieren das potenzielle Risiko von Kesselwasserübertrag:

- **Betrieb** – Gleichmäßiger Kesselbetrieb ist wichtig. Beim Kesselbetrieb mit relativ konstanter Last und innerhalb der Auslegungsparameter sollte die im Dampf mitgerissene Feuchtigkeit unter 2 % betragen.

Bei schnellen und großen Laständerungen kann der Kesseldruck beträchtlich fallen und extreme Turbulenzen beim Übergang des Wassers in Dampf verursachen (bei der Dampfentstehung). Schlimmer noch: Der Druckabfall verursacht eine scheinbare Erhöhung des im Kessel enthaltenen Wasservolumens, weil die Schaumblasen durch den geringeren Druck proportional größer als vorher sind. Das sichtbare Wasserniveau steigt also und dies kann dazu führen, dass erhebliche Mengen Wasser bzw. Wasser mit Schaum in den Dampfzug und damit in die Dampfanlage gelangen. Neben der eben beschriebenen potenziellen Prozesskontamination beeinflusst auch der Kondensatgehalt im Dampf die Wärmeübertragung negativ.

Niedrige Kesselspeisewassertemperaturen (< 80 °C) führen durch kurzzeitige Unterdrückung des Siedevorgangs zu einer weiteren Verschärfung des Problems und damit zu einer Reduzierung der Ausdampfmenge. Kühles Speisewasser lässt den Druck im Kessel abfallen und bewirkt zusätzlich eine Erhöhung der in die Dampf- und Kondensatanlage eingeleiteten Sauerstoffmenge.

Bei regelmäßig auftretenden starken Lastschwankungen in der Anlage kann es empfehlenswert sein, folgende Maßnahmen in Erwägung zu ziehen:

- Wenn Ein-/Aus-Niveauregelung installiert ist: auf eine stetige Niveauregelung umrüsten
- Weitere Verbesserungen mit einer stetigen Niveauregelung lassen sich erzielen, indem man diese direkt mit einem Dampfdurchflussmessgerät verbindet, sodass der Kessel direkt auf die Dampfabnahme (zwei Komponenten-Regelung) reagieren kann, anstatt den sich ergebenden Abfall des Kesselwasserstandes abzuwarten
- Überströmventil installieren; es begrenzt den Wert des Druckes, auf den der Kesseldruck abfallen darf.
- Dampfspeicher puffern plötzliche Dampfentnahmen
- Langsam öffnende Regelventile als Anfahrbegrenzung oder zur zeitlichen Abnahmebegrenzung

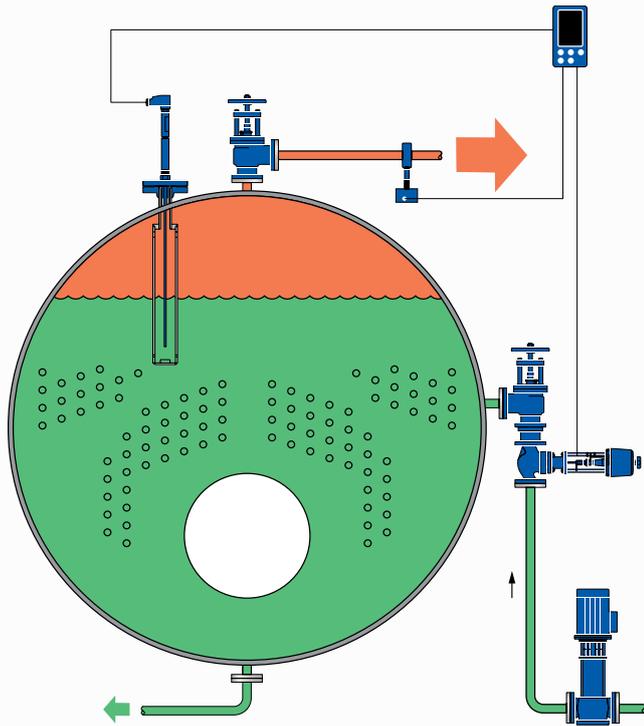


Bild 5: Stetige Niveauregelung am Dampfkessel

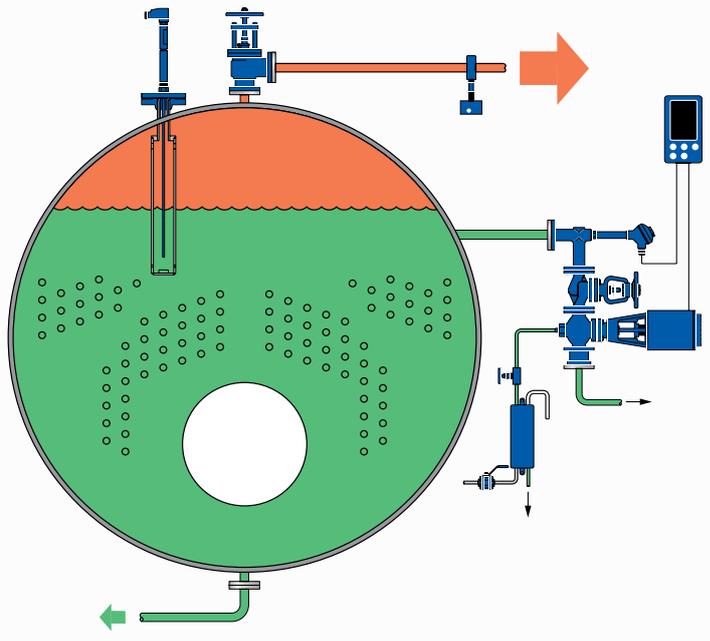


Bild 6: Kontinuierliches Absalzsystem am Dampfkessel

- „Anstauen“ von Dampf in parallel geschalteten Kesseln im Stand-by-Betrieb, die lediglich unter Druck gehalten werden. Sie können bei Druckabfall Dampf in Form von Nachdampf abgeben – ähnlich wie ein Dampfspeicher
- Kessel-Folgeschaltung durch geeignete, anlagenoptimierte Zuschaltparameter
- **Chemikalienkontrolle** – Die Dosierung von Chemikalien in den Kessel muss dem Wasseraufbereitungsprogramm angepasst sein. Es dürfen „nicht mehr Chemikalien zugesetzt werden, als dies für den beabsichtigten Zweck erforderlich ist...“ (siehe FDA).
- **Kontrolle der gelösten Feststoffe (Salze)** – Die Leitfähigkeit für die im Kesselwasser gelösten Feststoffe muss sich innerhalb der vom Kesselhersteller angegebenen Grenzen bewegen und mit denen der Richtlinien für die Wasseraufbereitung übereinstimmen. Sie sind unbedingt in einem Bereich zu halten, bei dem möglichst wenig Schaumbildung auftritt. Der Kessel wird mit einem automatischen Absalzsystem auf einen optimalen Wert eingestellt und muss regelmäßig überwacht werden.
- **Kondensat- und Dampfüberwachung** – Es sind regelmäßige Kondensat- und Dampfqualitätsmessungen vorzunehmen und die entnommenen Proben sind auf Einhaltung der Wasserwerte zu überprüfen. Die Proben müssen einer Kondensatentnahmestelle unmittelbar vor der Prozessanwendung an einem installierten Dampftrockner entnommen werden. Dampfproben sind mittels eines unmittelbar vor der Prozessanwendung installierten Probeentnahmekühlers zu entnehmen (in Bild 8 auf Seite 16 ist ein typischer Probenentnahmeaufbau, installiert hinter einem Filter für kulinarischen Dampf, dargestellt).
Da Kesselwasserübertrag vielen verschiedenen Einflüssen unterliegt, ist es mit sporadischen Messungen nicht immer möglich, festzustellen, ob bzw. wann Kesselwasserübertrag stattgefunden hat. Eine regelmäßige Überwachung ist daher erforderlich.

Die bessere Anlage.

4.2.2 Abhilfemaßnahmen gegen Kreuzkontamination

Kreuzkontamination der Dampfanlage aus anderen Quellen kann jederzeit auftreten. Daher sollten die möglichen Quellen einer ständigen Überwachung unterliegen. Durch den Einbau von Systemen für die Erkennung einer Kondensatkontamination (engl. CCD-System) ist es möglich, den Zustand der in den Kessel zurückzuführenden Kondensate zu überwachen. Bild 7 zeigt die schematische Darstellung eines typischen Beispiels für ein Kontaminations-Überwachungssystem, das in die Hauptkondensatrücklaufleitung installiert werden sollte.

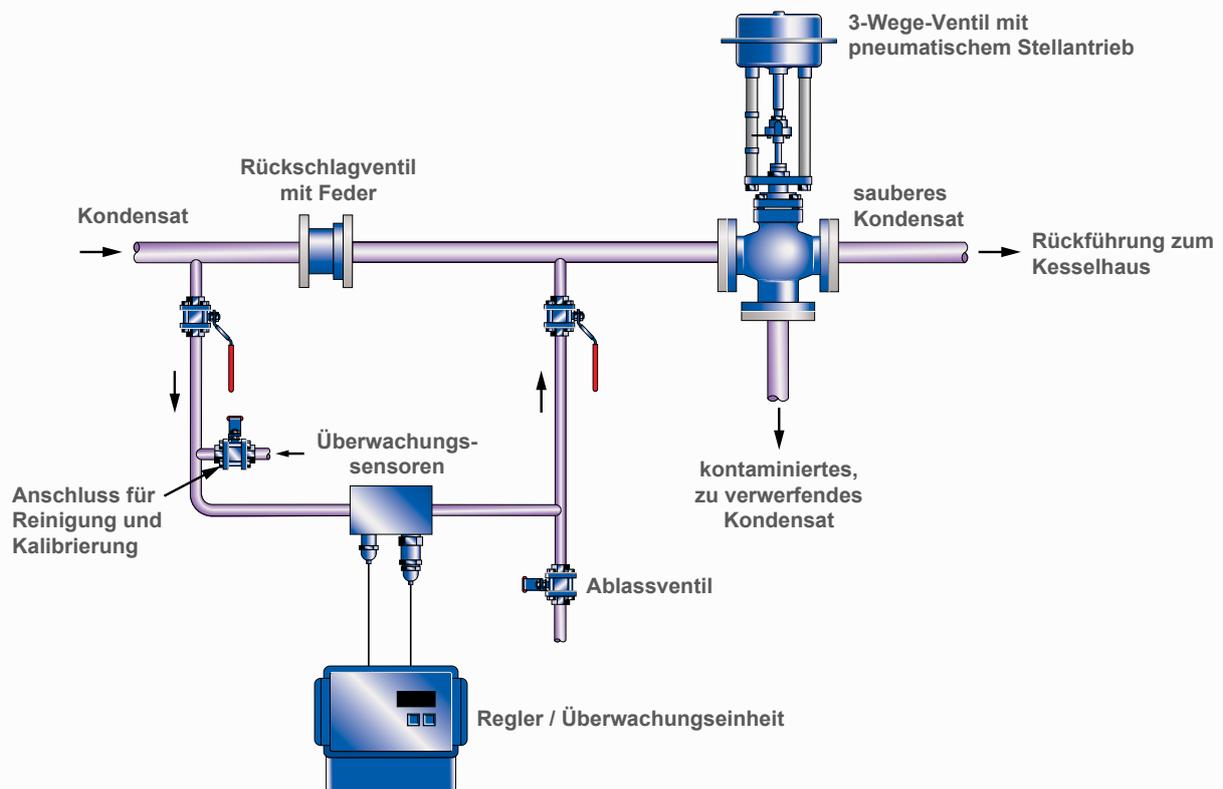


Bild 7: System für die Erkennung und Verwerfung von Kondensatkontamination

Welche Sensortypen im Rahmen des Kontaminations-Überwachungssystems installiert werden, ist von der Art der zu erkennenden Kontamination abhängig, z. B. Trübungsüberwachungsgerät zur Erkennung von Verunreinigung durch Öle oder Fette, Leitfähigkeitüberwachungsgerät zur Erkennung von Säuren und Laugen und anderen leitfähigen Flüssigkeiten, pH-Wert-Überwachung zur Erkennung von Säuren und Laugen.

Dampf, der mit dem Produkt in Kontakt steht, muss regelmäßig überprüft und analysiert werden. Die Art der Analyse der Proben ist vom potenziellen Kontaminationsrisiko durch andere Prozesse bzw. Quellen abhängig (siehe Bild 8 auf Seite 16).

4.3 Anlagendampf – Zusammenfassung

Die Qualität bzw. die Reinheit des Anlagendampfes ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Qualität des in den Kessel eingespeisten Speisewassers.
- Menge der in die Anlage dosierten Chemikalien und sorgfältige Überwachung der Wasseraufbereitungsanlage.
- Ordnungsgemäßer Kesselbetrieb, d.h. Kessellast, Wasserstandsregelung, Leitfähigkeitsregelung, Betriebsdruck, usw.
- Kreuzkontamination aus anderen Prozessen.

5. Gefilterter Dampf

Der Begriff „gefilterter Dampf“, der in vielen Fällen auch „kulinarischer Dampf“ genannt wird, bezeichnet Dampf, der durch einen Edelstahlfeinfilter mit einer typischen Porengröße von 5 Mikron ($5\ \mu\text{m}$) geführt wurde.

Filterelemente mit einer Feinheit von 5 Mikron filtern 95 % aller Partikel mit einer Größe von mehr als 2 Mikron und sind in den USA als für kulinarischen Dampf geeignet zugelassen.

Beim Einsatz eines Dampffilters muss stromaufwärts unbedingt ein Schmutzfänger mit Feinsieb (100er Maschenweite) installiert sein, der zu schnelles Zusetzen (Verstopfen) des Dampffilters verhindert. Der Differenzdruck über dem Dampffilter sollte unbedingt überwacht werden. Das folgende Bild veranschaulicht die empfohlenen Komponenten für eine kulinarische Dampfanlage komplett mit Probeentnahmekühler.

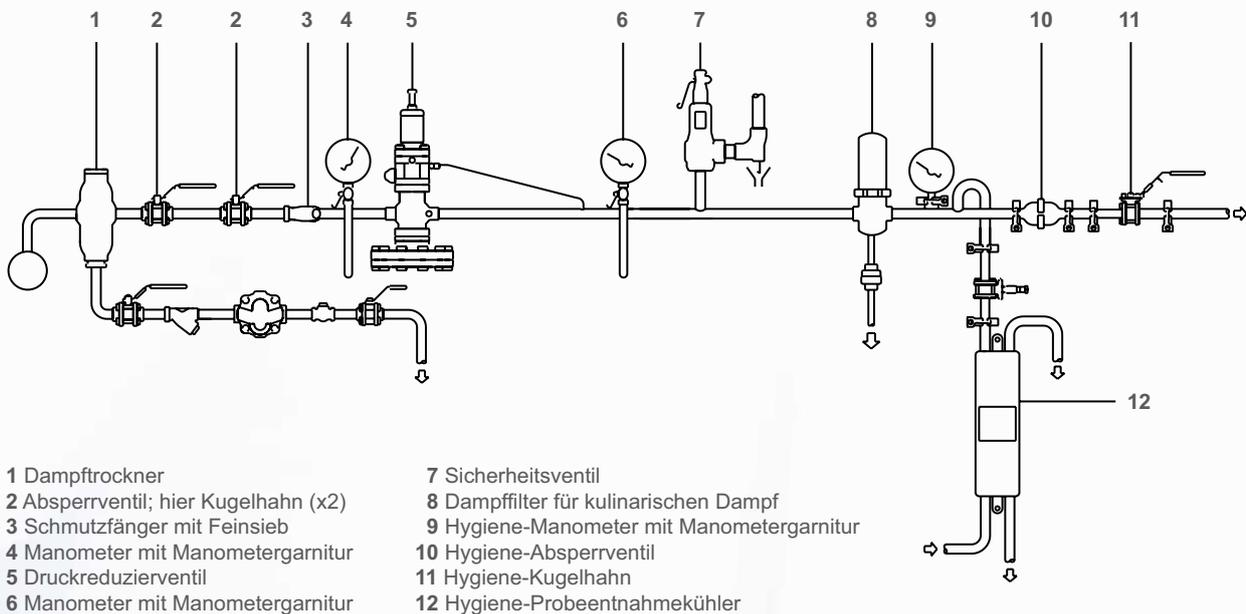


Bild 8: Typischer Aufbau einer Station zur Erzeugung von gefiltertem Dampf

In Bild 9 sind Größen von diversen in der Praxis vorkommenden Partikeln oder Verunreinigungen grafisch dargestellt. In der linken Spalte ist zusätzlich ein typisches Verfahren zum Nachweis dieser Partikelgrößen aufgeführt. In der rechten Spalte ist das Aufbereitungsverfahren benannt, mit dessen Hilfe sich der jeweilige Grad der Partikelabscheidung erzielen lässt. Der für kulinarischen Dampf empfohlene Filtrationsgrad von 5 Mikron ist in Bild 9 durch einen Balken hervorgehoben.

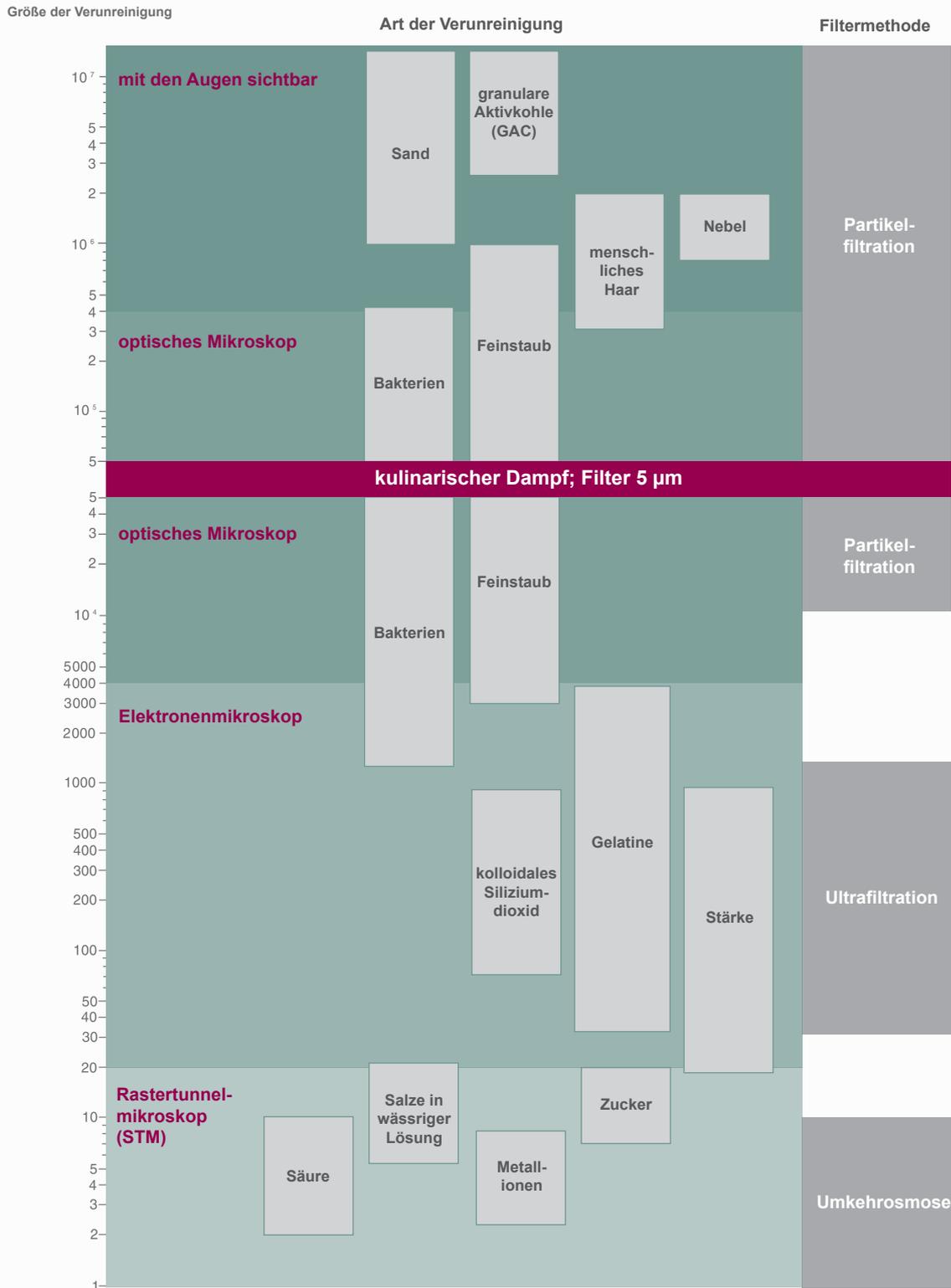


Bild 9: Filtrationsspektrum

5.1 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften

5.1.1 Europa

In der Vorschrift (EG) Nr. 852 / 2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über die Hygiene von Lebensmitteln (Kapitel VII, Abschnitt 5) heißt es: „Dampf, der in direkten Kontakt mit Lebensmittelprodukten gelangt, darf keine Substanzen enthalten, die eine Gesundheitsgefährdung darstellen oder das Lebensmittelprodukt kontaminieren“.

Die obige Bestimmung schreibt zwar vor, dass Kontamination unzulässig ist, enthält jedoch keine spezielle Empfehlung für die vertretbare Qualität oder Reinheit des Dampfes, der in direktem Kontakt zum Prozess steht.

In der Praxis verwenden viele Anlagenbetreiber in Europa den amerikanischen 3A Leitfaden als Referenz für die Erzeugung von gefiltertem (kulinarischem) Dampf (siehe Abschnitt 5.1.2.)

5.1.2 USA

Bei der „3A Accepted Practices for a Method of Producing Culinary Steam, Number 609 – 3“ handelt es sich um eine in den USA entwickelte Vorschrift, mit der die „minimalen“ hygienischen Anforderungen für die Erzeugung von kulinarischem Dampf festgelegt werden. Der 3A-Standard (im englischen Sprachgebrauch „Triple-A“) wurde ursprünglich für die Lebensmittelindustrie und die Molkereitechnik entwickelt. Inzwischen wird dieser Standard auch in vielen anderen Anwendungen, die ähnliche hygienische Anforderungen haben, als Referenz herangezogen. Der 3A-Standard beschreibt die konstruktiven Merkmale von Geräten zusammen mit der Art und Weise des Einsatzes entsprechend den anerkannten Regeln der Technik. Der 3A-Leitfaden für die Praxis (3A accepted practice No. 609-03) beschreibt alle Details und Empfehlungen für die Ausführung einer Dampffiltration, wenn Dampf in kulinarischer Qualität erzeugt wird. Produkte und Armaturen für den Dampfeinsatz werden von 3A nicht beschrieben, sondern lediglich das Produkt berührende Armaturen, d.h. z. B. ein Ventil, durch das Milch fließt.

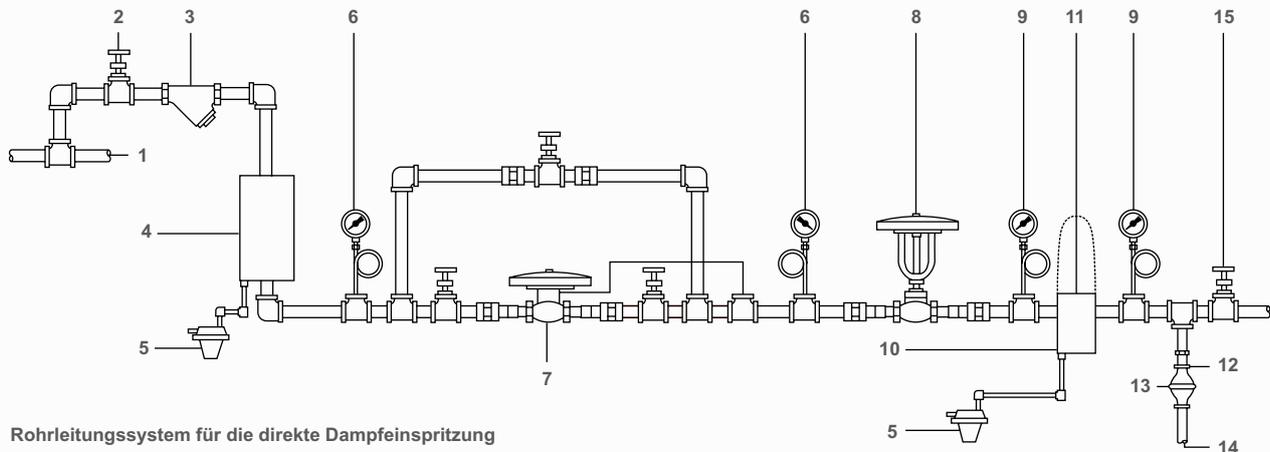
Ein Dampfventil, das den Dampf, der direkt auf das Lebensmittel trifft, regelt, wird durch 3A nicht definiert.

Die Vorschrift reglementiert die Anforderungen an die eingesetzten Materialien, deren Oberflächengüte sowie den Anlagen- und Kesselbetrieb beim Einsatz von kulinarischem Dampf.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass der Abschnitt über den Kesselbetrieb in der Vorschrift 3A vorsieht, dass der Kessel in einer Weise zu „betreiben“ ist, dass Schaumbildung und übermäßiges Mitreißen von Kesselwasser mit dem Dampf in den Dampfabzug und damit in die Dampfanlage verhindert werden.

Siehe Abschnitt 4.2.1 und 4.1.5 über Abhilfemaßnahmen zur Verhinderung von mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissenen Salzen.

Bild 10 ist ein Auszug aus der Vorschrift über die erforderlichen Systemkomponenten für kulinarischen Dampf nach der Vorschrift 3A Accepted Practices:



Rohrleitungssystem für die direkte Dampfeinspritzung

- | | | |
|----------------------|---|--|
| 1 Dampfnetz | 6 Manometer mit Manometerngarnitur | 11* Edelstahlarmaturen und Rohrleitung ab diesem Punkt |
| 2 Absperrventil | 7 Dampfdruckreduzierventil (Druckminderer) | 12* Sanitärrohr und Sanitärarmaturen ab diesem Punkt |
| 3 Schmutzfänger | 8 Absperrventil (automatisch oder manuell) | 13* Rückschlagventil (federbelastet) |
| 4* Dampftrockner | 9* Differenzdruck-Messvorrichtung (Filterüberwachung) | 14* Sanitärrohr zur Prozesstechnik |
| 5* Kondensatableiter | 10* Dampffilter | 15* Probeentnahmevorrichtung |
| | | * obligatorisch vorzusehen |

Bild 10: Auszug aus Vorschrift 3A für kulinarischen Dampf

5.2 Faktoren, die die Dampfqualität und -reinheit beeinträchtigen

5.2.1 Wasseraufbereitung; aus dem Kessel mitgerissene Salze und Kreuzkontamination

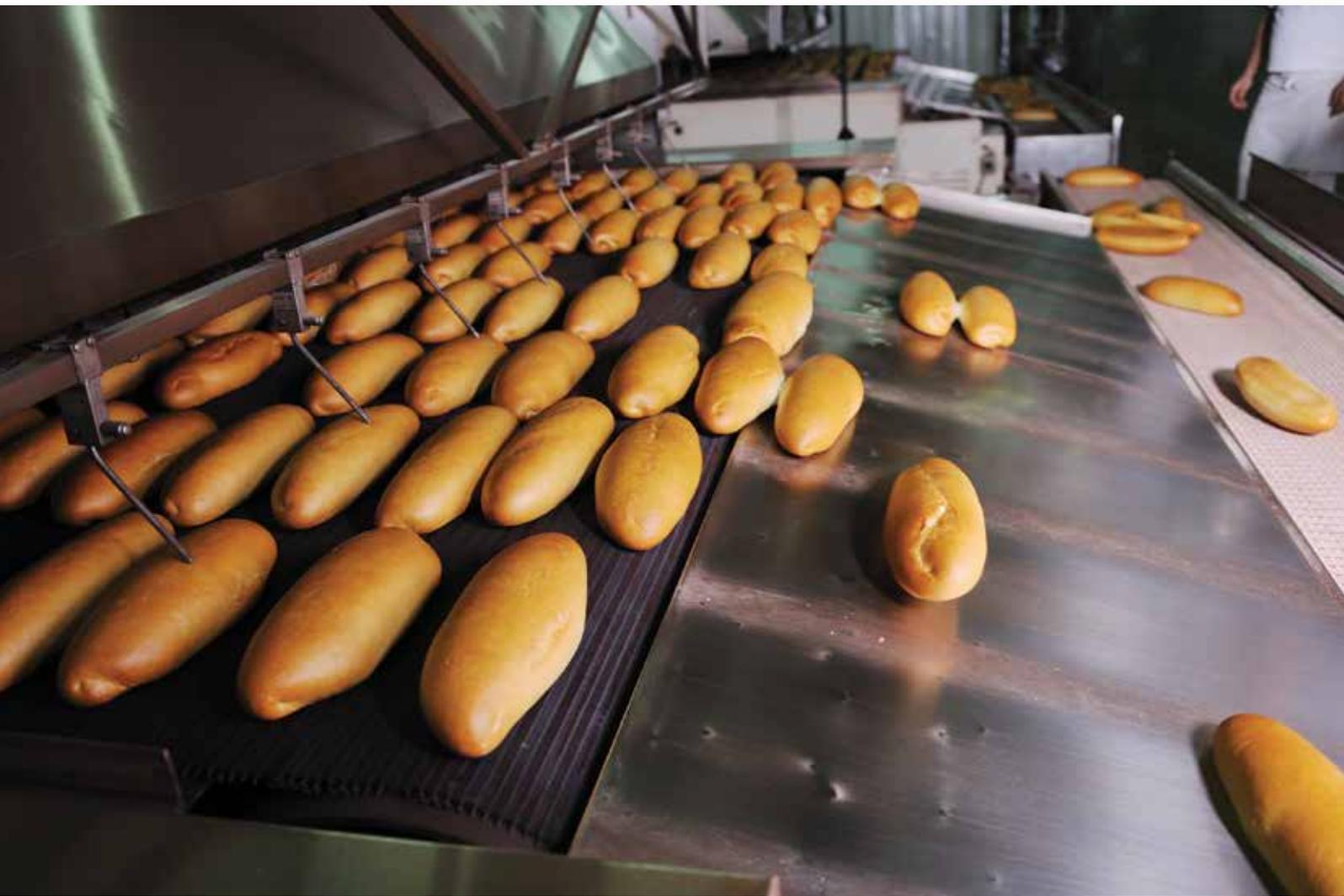
Aus dem in Bild 9 dargestellten Filtrationsspektrum geht hervor, dass ein 5-Mikron-Filter außerstande ist, „wässrige Salze“ herauszufiltern. Obwohl „kulinarische“ Dampffilter die Funktion einer potenziellen Barriere übernehmen, sind sie nicht geeignet, mitgerissenes Wasser mit gelösten Salzen, welches aus dem Kessel mitgerissen wurde, zu entfernen. Folglich kann trotz des Filters Kesselwasser mitgerissen werden, das Salze oder chemische Zusätze enthält. Dies kann daher zu einer Prozess- bzw. Produktkontamination führen.

Der Einsatz eines gut entwässerten Dampftrockners hilft, dieses Problem zu lösen, indem Wassertröpfchen aus dem Dampf abgeschieden werden, wobei die Effizienz der Abscheidung stark von folgenden Faktoren abhängig ist:

- Dampfgeschwindigkeit (abhängig von der Rohrgröße und Dampfabnahme)
- Art des installierten Dampftrockners, d.h. Zyklonabscheider, Prallplattenabscheider usw.
- Menge des im Dampf aus dem Kessel mitgerissenen Wassers (Kesselwasserübertrag)
- Korrekt ausgewählter Kondensatableiter
- Überwachung und Wartung des Kondensatableiters
- Ausführung der Kondensatleitung; Zustand der Kondensatanlage
- Unzulässig hoher Gegendruck in der Kondensatanlage

5.3 Abhilfemaßnahmen

Das potenzielle Risiko einer Kontamination durch Mitreißen von Substanzen aus dem Kessel oder durch Kreuzkontamination wird durch den Einsatz eines kulinarischen Filters nicht ausgeschlossen. Die Menge der Kontamination, die potenziell ihren Weg durch den Filter findet, ist vom Schweregrad des Problems abhängig. Die Abschnitte 4.2.1 und 4.2.2 befassen sich mit Abhilfemaßnahmen zur Reduzierung von mitgerissene Substanzen oder Verringerung des Kreuzkontaminationsrisikos.



Die bessere Anlage.

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT

6. Reindampf

Reindampf ist eine Möglichkeit, die in den vorausgehenden Abschnitten erläuterten Kontaminationsrisiken auszuschließen.

Für die Erzeugung von Reindampf wird ein Reindampferzeuger mit überwachter Speisewasserqualität eingesetzt, um zu gewährleisten, dass die Dampfqualität und -reinheit auf einem zuvor festgelegten, hohen Niveau bleibt. Die Auslegung des Dampfnetzes, die Materialauswahl und die Installationspraktiken sind kritische Faktoren für die Minimierung der Beeinträchtigung der Dampfqualität und somit für die Gewährleistung einer akzeptablen Reinheit und Qualität am Einsatzpunkt. Bild 11 veranschaulicht das Prinzip der Erzeugung von Reindampf mit einem Reindampferzeuger:

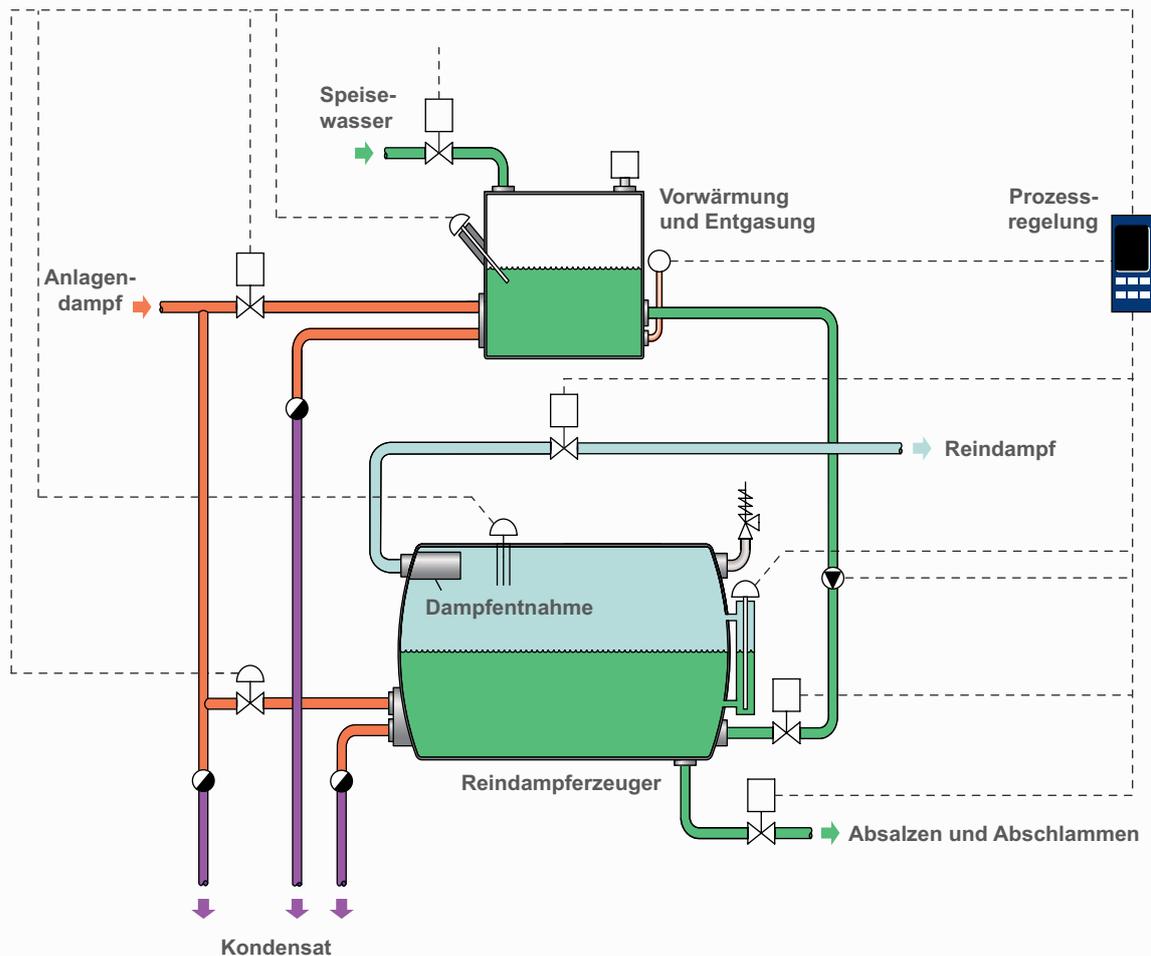


Bild 11: Schematische Darstellung eines Reindampferzeugersystems

6.1 Speisewasser für Reindampfanlagen

Reindampferzeuger dürfen nur unter der Voraussetzung eingesetzt werden, dass die Qualität des Speisewassers den Anforderungen für Reindampf-Speisewasser entspricht. Rohwasser ist nicht geeignet und erfordert eine Vorbehandlung, die sich nach der Art und Konzentration der im Wasser enthaltenen Substanzen richtet. Umkehrosmose (RO), Deionat (DI-Wasser) und kontinuierlich elektro-deionisiertes Wasser (CEDI) sind einige Beispiele der Möglichkeiten der Wasseraufbereitung. Das für die Reindampferzeugung verwendete Speisewasser wird nicht chemisch aufbereitet, da die meisten Partikel, anorganische Bestandteile, gelöste Feststoffe usw. bereits während der Vorbehandlung entfernt werden.

6.2 Anforderungen an eine Reindampfanlage

Obwohl die meisten Reindampferzeuger „normalen“ Anlagendampf als primäre Wärmequelle einsetzen, ist die Qualität (Dampfgehalt) des Anlagendampfes wichtig für die Aufrechterhaltung einer guten Wärmeübertragung und somit für die Gewährleistung maximaler Effizienz.

Neben der Qualität / Reinheit des Reindampfes, der den Dampferzeuger verlässt, sind bei der Installation einer Reindampfanlage ebenfalls noch andere Faktoren zu berücksichtigen. Hierzu gehören:

- Werkstoffe: Reindampf ist normalerweise sehr aggressiv, da viele der Elemente entfernt wurden. Um Korrosion von vornherein auszuschließen, werden üblicherweise in der gesamten Anlage hochwertige Edelstahlqualitäten wie AISI 304, 316 oder 316L eingesetzt.
- Oberflächengüte: Die Forderung nach einer hochwertigen Oberflächenbearbeitung dient in erster Linie dem Zweck, die Sterilität der Anlage durch Verringerung des Risikos eines Mikroorganismenwachstums, z. B. in den Spalten, zu gewährleisten. Ziel ist es, mit Hilfe einer definierten, hohen Dampftemperatur möglichst alle Mikroorganismen effektiv abzutöten.
- Anlagenauslegung: Genau wie die Oberflächengüte ist auch die Auslegung der Anlage entscheidend für das Mikrobenwachstum. In der gesamten Reindampfanlage, die spaltenfrei auszulegen ist, müssen Selbstentleerungsvorrichtungen vorgesehen sein. Wegweisend sind in dieser Hinsicht die 3A Sanitary Standards.
- Prozessanschluss: Während für Reindampfanlagen in vielen Fällen Tri-Clamp-Klemmverbindungen bevorzugt werden (wegen der problemlosen Möglichkeit der Reinigung), können ebenfalls Schraubverbindungen und Schweißverbindungen (BW) genutzt werden. Hierzu können die 3A Sanitary Standards zu Rate gezogen werden.

6.3 Richtlinien und gesetzliche Vorschriften

In der pharmazeutischen Industrie existieren für die Erzeugung sowohl von Rein- als auch von Reinstdampf strenge Richtlinien. Diese Standards sind zwar für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie nicht anwendbar, können jedoch als Anhaltspunkte für die Qualität, Reinheit und Auslegung einer Anlage für Reindampf verwendet werden. Zu den typischen Standards gehören EN 285 und HTM2031.

Bestimmte verfahrenstechnische Industrien und Lebensmittelhersteller sehen in zunehmendem Umfang die Vorteile des Einsatzes von Reindampf zur Minimierung von Kontaminanten, die den Geschmack beeinträchtigen oder das Endprodukt kontaminieren könnten.

Die bessere Anlage.

6.4 Faktoren, die die Qualität und Reinheit des Reindampfes beeinflussen

Das potenzielle Risiko einer Kontamination durch Partikel, Kesselchemikalien und Kreuzkontamination wird durch den Einsatz von Reindampf vermieden. Die Gründe sind:

- Hohe Qualität des verwendeten Speisewassers
- Sekundäre Reindampferzeugung und sekundärer Reindampfkreislauf
- Keine Übertrag von Wasseraufbereitungschemikalien

6.5 Abhilfemaßnahmen

Beim Einsatz von Reindampf ist die Installation von Dampftrocknern empfehlenswert, da potenziell immer noch die Möglichkeit besteht, dass infolge abrupter übermäßiger Leistungsanforderungen Wassertröpfchen aus dem Reindampferzeuger in die Dampfanlage gelangen. Durch das Rohrleitungssystem bedingter Wärmeverlust führt ebenfalls zu Kondensatbildung. Es ist deshalb stets sinnvoll, vor einem Dampfverbraucher oder einer Apparatur einen Dampftrockner einzusetzen. Wir möchten nochmals explizit darauf hinweisen, dass ein Dampftrockner nur dann zuverlässig Kondensat abscheidet, wenn zur Entwässerung ein geeigneter Kondensatableitertyp ausgewählt wurde, also wenn das abgeschiedene Kondensat verzögerungsfrei abgeleitet werden kann.

7. Reinstdampf

Da die Verwendung von Reinstdampf im allgemeinen auf die pharmazeutische Industrie beschränkt ist, soll im Rahmen dieses Leitfadens von einer ausführlichen Befassung mit dem Thema Reinstdampf abgesehen werden. Der vorliegende Abschnitt dient lediglich der Information darüber, dass ein vierter Dampf-Reinheitsgrad existiert.

Genau wie Reindampf wird auch Reinstdampf mit einem speziellen Reinstdampferzeuger generiert, der jedoch in Übereinstimmung mit den „Pharmaceutical Good Manufacturing Practices (GMP)“ und den entsprechenden Vorschriften ausgelegt, gebaut und betrieben werden muss. Der so erzeugte Dampf ist von derartig hoher Reinheit, dass sein Kondensat die regulatorischen Vorschriften für Injektionswasser erfüllt. Mit anderen Worten: Er ist so rein, dass er ohne irgendwelche schädlichen Auswirkungen in den menschlichen Körper injiziert werden könnte.

8. Installation, Betrieb und Wartung

In der folgenden Tabelle sind die verschiedenen Elemente eines Systems für Anlagendampf / gefilterten Dampf zusammengefasst, einige der potenziellen Faktoren, die die Dampfqualität / -reinheit beeinträchtigen können, hervorgehoben und die jeweiligen Abhilfemaßnahmen zur Lösung dieser Probleme angegeben. Für Prozesse, bei denen das Risiko einer potenziellen Kontamination minimiert werden muss, ist der Einsatz von Reindampf in Betracht zu ziehen (siehe Pos. 7 in Bild 12).

Dampf- und Kondensatanlagen Bereich	Dampfqualität und Kondensatqualität werden maßgeblich beeinflusst durch folgende Faktoren: (Problem / mögliche Abhilfe)
Wasseraufbereitung	Mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissene Salze. Ist das Speisewasser der Wasseraufbereitungsanlage chloriert, können Chlor (Cl ₂) und die damit verbundenen Substanzen und deren Reaktionsprodukte ins Speisewasser und folglich in den Kessel oder Dampferzeuger gelangen. Diese Produkte werden im Kessel aufgespalten und gelangen entweder in Form von Gasen oder als aus dem Kessel mitgerissene Salze in den Dampfkreislauf.
	Eine hohe Alkalität des Rohwassers bewirkt eine hohe Alkalität im Kessel und verursacht zusätzliche Kohlen-säurekorrosion im Kondensatkreislauf.
Speisewasser / Dosierung von Chemikalien	Salze , die mit dem entnommenen Dampf aus dem Kessel in die Dampfanlage mitgerissen werden, verursacht durch eine übermäßig hohe Dosierung von Chemikalien. Die Zudosierung kann an verschiedenen Stellen erfolgen, meist erfolgt sie in den Speisewassertank oder in die zum Kessel führende Kesselspeisewasserleitung.
	Einsatz falscher oder falsch dosierter Chemikalien bei der Kesselwasseraufbereitung verursacht potenzielle Prozesskontamination durch den Eintrag von Chemikalien und/oder durch Korrosionsprodukte.
Kesselbetrieb	Ein hoher Kesselwasserstand führt dazu, dass mit dem Dampf Wasser aus dem Kessel in die Dampfanlage mitgerissen wird. In dem mitgerissenen Wasser befinden sich auch unerwünschte Salze.
	Ein niedriger Betriebsdruck im Kessel führt zur Bildung von größeren Siedebblasen und zu einer unruhigeren Kesselwasseroberfläche und reduziert damit dessen Dampfspeicherkapazität und erhöht somit das Risiko von Kesselwasserübertrag (mit dem Dampf aus dem Kessel mitgerissener Salze).
	Schaumbildung im Kessel infolge zu hoher Leitfähigkeit des Kesselwassers. Leitfähigkeitsregelung überprüfen.
	Kesselwasserübertrag , bedingt durch schnelle Steigerung der Dampfabnahme oder durch schnelle Lastwechsel. Die Fahrweise des Kessels optimieren, z. B. durch Analyse der Dampfabnahme durch einzelne Verbraucher. Dies könnte mit Dampfmenagemessungen erfolgen.
Dampfverteilung	Nassdampf , bedingt durch mangelhaften Aufbau und Entwässerung des Dampfnetzes und unsachgemäße Auslegung der diversen Rohrleitungsabschnitte und Entwässerungsstellen und Auswahl der eingesetzten Geräte.
	Wasserschläge und Nassdampf aufgrund fehlender oder mangelhafter Wartung der Kondensatableiter.
	Prozesskontamination durch Partikel bzw. Korrosionsprodukte.
	Regelmäßiges und vorzeitiges Zusetzen der kulinarischen Dampffilter durch Korrosionsprodukte.
Kondensatrücklauf	Kontamination des Kondensatsystems durch den Prozess oder andere Quellen, z. B. durch Fremdeinbruch von CIP-Flüssigkeiten, Ölen und Fetten, Säuren und Laugen oder salzigen Flüssigkeiten.

Die bessere Anlage.

Hinweis: Die unten stehenden Empfehlungen beziehen sich auf Faktoren, die die Qualität und Reinheit von Anlagen-dampf und gefiltertem Dampf maßgeblich beeinträchtigen können. Bei Prozessen, bei denen das potenzielle Kontaminationsrisiko auf ein Minimum reduziert werden muss, ist der Einsatz von Reindampf in einem sekundären Kreislauf unbedingt in Erwägung zu ziehen (siehe Kapitel 6).

Pos.-Nr. in Bild 12	Installation, Betrieb und Wartung
1	<p>Falsche Auswahl / Installation / Betriebsweise der Wasseraufbereitungstechnik. Die bestgeeignetsten und wirtschaftlichsten Geräte für die Wasseraufbereitung werden von der Qualität des Rohwassers und den Anforderungen des Prozesses bestimmt. Für die Auswahl der richtigen Geräte ist es empfehlenswert, die geeigneten Spezialisten zu Rate zu ziehen.</p> <p>Wasseraufbereitungsanlage regelmäßig überwachen und warten.</p>
1	Die korrekte Auswahl und Installation der Wasseraufbereitungstechnik muss gewährleistet sein.
2	<p>Unzureichender Plan zur Überwachung der Wasseraufbereitungstechnik. In Europa gelten für die Wasseraufbereitung die Normen EN 12953 – 10 2003 (und BS 2486). Bei Abweichungen von diesen Normen können zu hohe Chemikalienmengen in den Dampfkessel gelangen, was zu unzulässigem Kesselwasserübertrag führen kann. Weiterhin besteht die Gefahr der Produktkontamination.</p> <p>Regelmäßige Probenahme und Überwachung der Wasserqualität und Wasserreinheit.</p> <p>Festlegung eines Wartungsplans, z. B. mit täglicher Kontrolle der Wasseraufbereitung und der Chemikaliendosierung durch eigenes Personal, sowie regelmäßige Wartung durch Fachkräfte des Herstellers.</p>
2	<p>Sofern Dampf in Kontakt mit dem Prozess / Produkt gelangt, sind grundsätzlich ausschließlich zugelassene Chemikalien für die Wasseraufbereitung zu verwenden.</p> <p>Regelmäßige Probenahme und Überwachung der Dampfqualität / -reinheit.</p>
3	Jährliche Kesselwartung, um die richtige Einstellung der Niveauregelung zu gewährleisten (Kalibrierung).
3	Es ist sicherzustellen, dass die vom Kesselhersteller angegebenen Sollwerte korrekt eingehalten und eingestellt sind.
3	<p>Regelmäßige Wartung des automatischen Leitfähigkeits-Überwachungssystems (Kalibrierung, Sollwerte).</p> <p>Regelmäßige Probenahme und Überwachung der Kesselwasserqualität / -werte.</p>
3	<p>Installation von Dampfmenagemessgeräten zur Überwachung der Lastspitzen; optimieren der Dampfabnahme.</p> <p>Bei Installation mehrerer Kessel ist auf korrekte Kesselfolgesteuerung zu achten.</p> <p>Sofern ein Großraumwasserkessel im Standby bereit steht, kann dieser auch als Dampfspeicher dienen.</p> <p>Bei Dampfkesseln mit stark schwankender Fahrweise eine Aufrüstung zur Zwei- / Dreikomponentenregelung in Betracht ziehen. Dies erhöht die Anpassungsgeschwindigkeit des Kessels an den Prozess.</p> <p>Einsatz eines Dampfspeichers zur Abfederung von Lastspitzen oder zur besseren Auslastung der vorhandenen Dampfkesselkapazität.</p> <p>Einsatz von Überströmventilen zur Vermeidung von unzulässigen Druckabfällen im Dampfkessel.</p>
4	<p>Auf korrekte Entwässerung der kompletten Dampfanlage achten. Kondensatableiter und Dampftrockner mit entsprechend ausgewählten Kondensatableitern an den richtigen Stellen im Dampfverteilungssystem vorsehen und eine regelmäßige Wartung planen und überwachen. Zur Überprüfung der Dampfanlage und Ermittlung der Schwachstellen wird empfohlen, eine Anlagenbegehung (Audit) mit Kondensatableiterüberprüfung in Auftrag zu geben / durchzuführen.</p> <p>Regelmäßige Probeentnahme und Überwachung der Dampfqualität/-reinheit an diversen charakteristischen Stellen der Anlage.</p>
4	Regelmäßige (mindestens jährliche) Überprüfung und Wartung der Kondensatableiter durchführen lassen.
5	Druckregler und Filter für kulinarischen Dampf mit notwendigem Zubehör sind vor dem Prozess zu installieren (siehe Abschnitt 5).
5	Überprüfungsmöglichkeit für Qualität des gefilterten Dampfes schaffen. Überwachungsintervalle für Dampffilter festlegen und regelmäßige Kontrolle überwachen. Gegenbenenfalls Wartungsintervalle der Filter anpassen.
6	<p>Einsatz von Kondensat-Kontaminations-Überwachungsgeräten (CCD-Systeme) für die Erkennung unzulässiger Änderungen wichtiger Prozesswerte z. B. der Leitfähigkeit, Trübung bzw. des pH-Wertes an kritischen Stellen in Betracht ziehen.</p> <p>Regelmäßige Probenahme und Überwachung der Dampfqualität / -reinheit.</p>

Faktoren zur Bestimmung von Dampfqualität- und reinheit

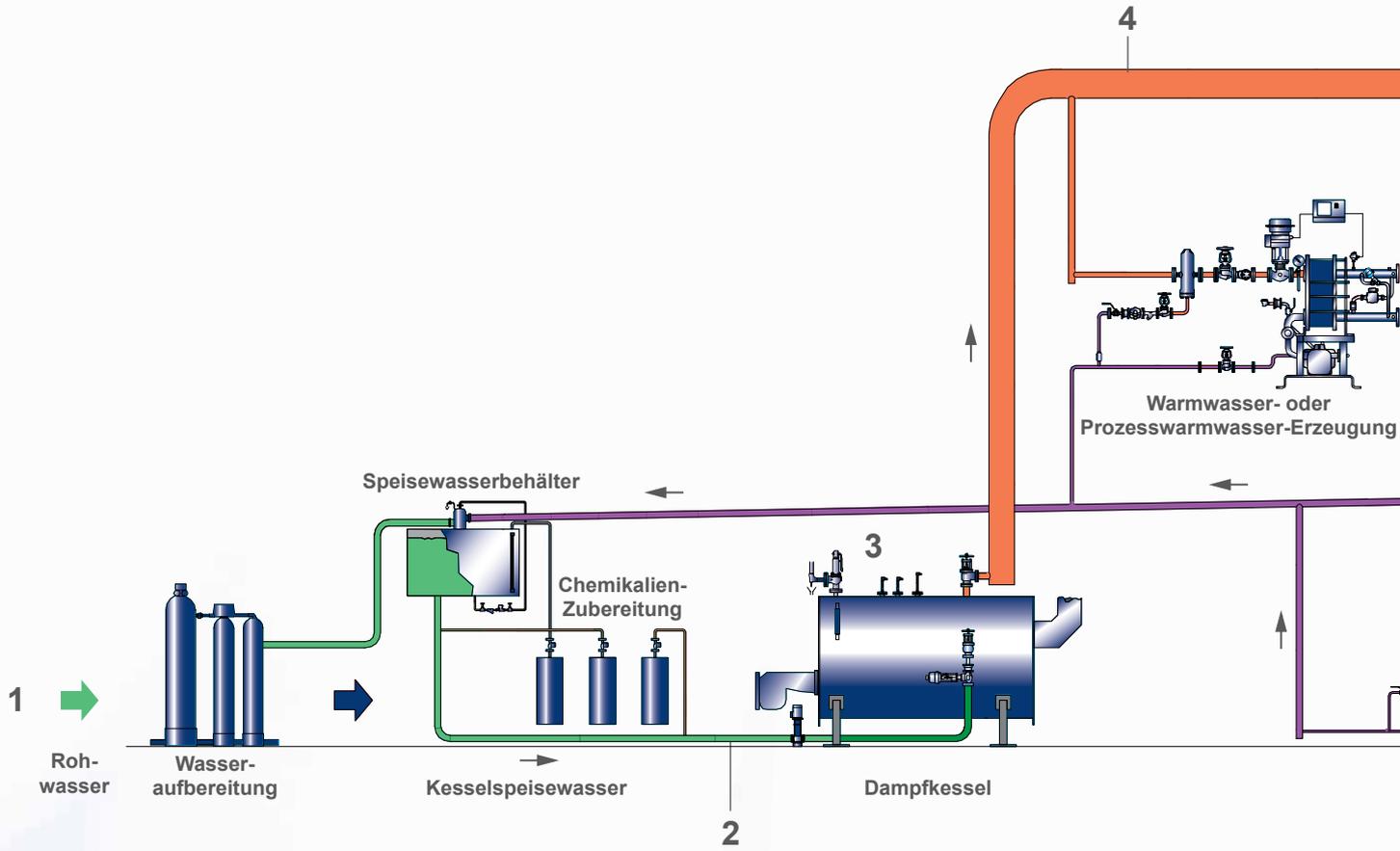
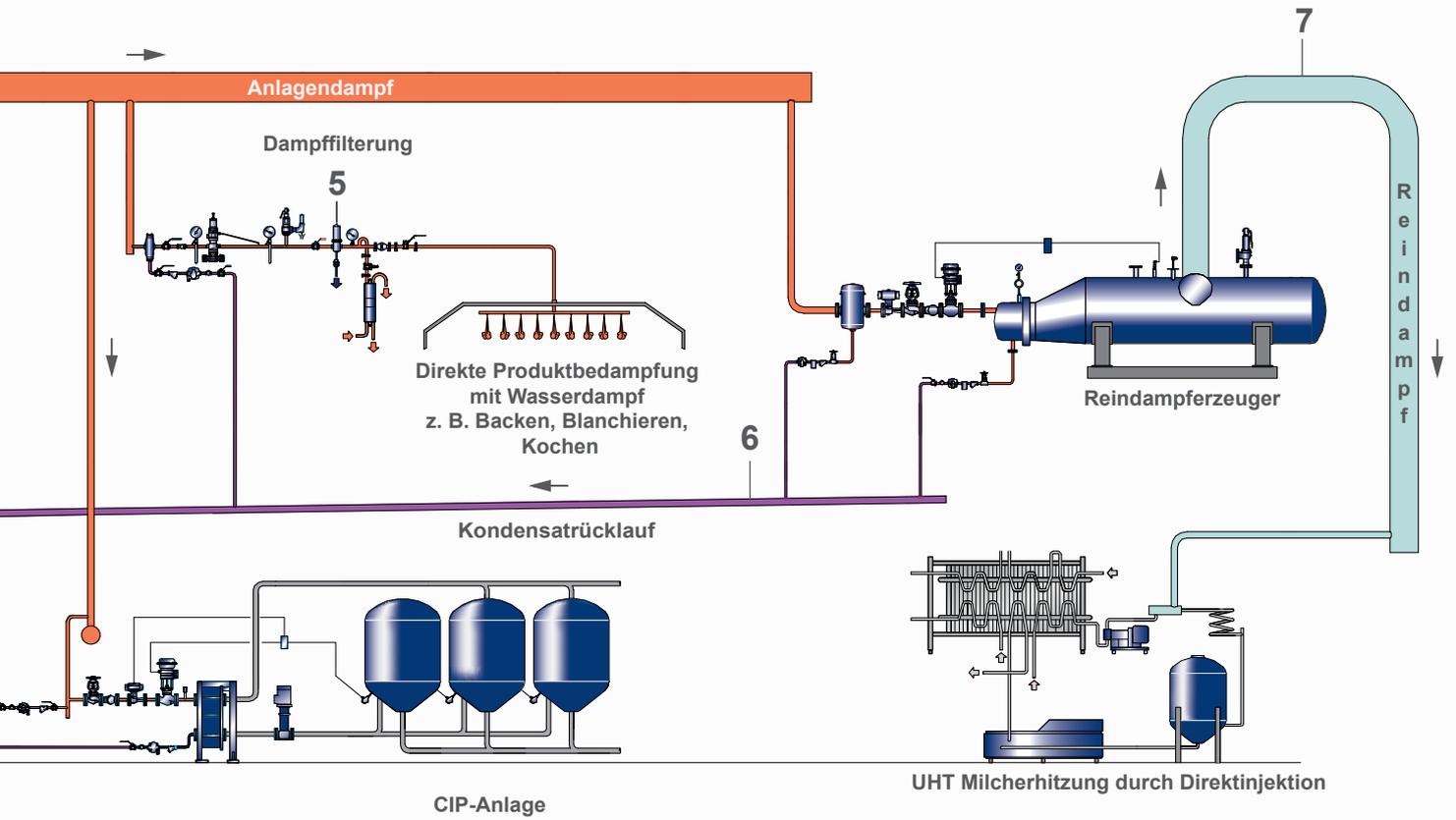


Bild 12: Faktoren, von denen Qualität und Reinheit des Dampfes abhängig sind

Die bessere Anlage.



Anhang 1

Typische Anwendungen und Prozesse mit Dampf

Einige typische Anwendungen, bei denen Dampf in direkten Kontakt mit dem Prozess oder dem Produkt gelangt

Dampfanwendung	Industrie	Direktkontakt
Direkte Dampfeinspritzung zum Kochen von Saucen, Suppen, Fertiggerichten, usw.	Lebensmittel	✓
Dampf zum Bräunen von Lebensmitteln	Lebensmittel	✓
Dampf zum Vakuumieren von Gläsern, Dosen, Flaschen, usw.	Lebensmittel	✓
Gärschrank für Backwaren	Lebensmittel	✓
Braten und Backen von Wurst und Fleischwaren	Lebensmittel	✓
Erhitzer zum „Auftreiben“ von Weizen	Lebensmittel	✓
Kochen, Räuchern und Pökeln von Fleisch	Lebensmittel	✓
Behälter zum Brühen von Schweinen	Lebensmittel	✓
Entfedern und Vorkochen von Hühnern	Lebensmittel	✓
Dampfbarrieren bei aseptischen Abfüllvorgängen	Molkereien	✓
Herstellung von Milch (UHT) mittels direktem Verfahren	Molkereien	✓
Sterilisation (SIP)	Lebensmittel	✓
Sterilisation von Fässern / Bierfässern	Getränke	✓
Direkteinspritzung in Stammwürzekessel (Brauereien)	Brauereien	✓
Direktbedampfung von Süßwaren, z. B. auf Förderbändern	Lebensmittel	✓
Schälen von Gemüse	Lebensmittel	✓
Bedampfen und Vorbereiten von Teigwaren	Lebensmittel	✓
Teigwarenextrusion	Lebensmittel	✓
Dampf zum Sterilisieren von Flaschen, Gefäßen	Getränke	✓
Blanchieren von Lebensmitteln	Lebensmittel	✓
Kochen von Schalentieren	Lebensmittel	✓
Dampf zum Auftauen der Oberfläche von Tiefkühlfisch vor dem Aufbringen von Paniermehl	Lebensmittel	✓
Dampf zum Trocknen von Ofenchips vor dem Frittieren	Lebensmittel	✓
Universal-Verdampfer in der Kaffeeproduktion	Lebensmittel	✓
Verdampfer in der Produktion von Paniermehl	Lebensmittel	✓
Trocknung von Milchpulver	Molkereien	✓
Kaffee-Sprühtrocknung / Agglomeration / Instantprodukte	Lebensmittel	✓
Extruder mit Direktheizung	Lebensmittel	✓
Kochapparaturen	Lebensmittel	teilweise
Destillieren (Alkohol-Destillate; Grappa, Whisky usw.)	Getränke	teilweise

Die bessere Anlage.

Anhang 2

Typische Wasseraufbereitungskemikalien

Substanz	Zweck
Natriumhexametaphosphat	Antiskalant, Einsatz in UO-Anlagen
Natriumhydroxid	feste Alkalität zur Ausbildung von Schutzalkalität
Natriummetabisulfit	Natriumbisulfit: saurer Sauerstoffbinder
Natriummetasilikat	für Trinkwasseraufbereitung
Natriumphosphat (mono-, di-, tri-)	meist TNP: Trinatriumphosphat zur Kesselspeisewasseraufbereitung bei salzarter Fahrweise
Natriumpolyacrylat	Dispergator zur Kühl- u. Kesselwasseraufbereitung
Natriumpolymethacrylat	entspricht Natriumpolyacrylat
NN-Diethylhydroxylamin	flüchtiger Sauerstoffbinder
Tanninpulver	soll Ablagerungen im Kessel stabilisieren und Sauerstoff binden, meist in flüssiger Form, besser aber nur im Heizungsbereich einzusetzen
Sulfoniertes Copolymer	Dispergator
PBTC	Phosphonsäure → Dispergator
NTA (4Na)	Nitrilotriessigsäure → Komplexbildner; abwassertechnisch problematisch, da auch Komplexe mit Cadmium und Quecksilber gebildet werden
Kobaltsulfat	Katalysator, der in Verdacht steht karzinogen zu wirken
Cyclohexylamin	flüchtiges Alkalisierungsmittel
Morpholin	flüchtiges Alkalisierungsmittel
Diethylaminoethanol	flüchtiges Alkalisierungsmittel

Diese chemischen Substanzen werden normalerweise unter diversen Handelsnamen geliefert. Ausführliche Informationen zur chemischen Zusammensetzung enthalten die Sicherheitsdatenblätter (SDS).

Hinweis: Nationale Regelungen sind zu beachten.



Niederlassungen

Afrika

Südafrika

Amerika

* Argentinien
* Brasilien
Kanada
Mexiko
* USA

Asien

* China
Indien
Japan
Korea
Malaysia
Singapur
Taiwan
Thailand

Austral-Asien

Australien
Neuseeland

Europa

Belgien
Tschechien
Dänemark
Finnland
* Frankreich
Deutschland
* Italien
Norwegen
Polen
Portugal
Russland
Slowakei
Spanien
Schweden
Schweiz
Türkei
* Großbritannien

Vertriebsbüros

Afrika

Ägypten
Kenia

Amerika

Kolumbien
Venezuela

Asien

Hongkong
Indonesien
Philippinen
Vietnam

Europa

Österreich
Ungarn
Irland
Rumänien
Ukraine

Naher Osten

Jordanien
UAE

Partner

Afrika

Algerien
Kamerun
Äthiopien
Ghana
Elfenbeinküste
Madagaskar
Malawi
Mauritius
Marokko
Namibia
Nigeria
Senegal
Sudan
Tansania
Tunesien
Uganda
Sambia
Simbabwe

Amerika

Bolivien
Chile
Costa Rica
Dominikanische
Republik
Ecuador
El Salvador
Guatemala
Honduras
Jamaika
Nicaragua
Panama
Paraguay
Peru
Trinidad und Tobago
Uruguay

Asien

Bangladesch

Austral-Asien

Fiji

Europa

Bulgarien
Kroatien
Zypern
Estland
Griechenland
Island
Lettland
Litauen
Malta
Niederlande
Slowenien

Naher Osten

Bahrain
Iran
Israel
Kuwait
Libanon
Oman
Qatar
Saudi-Arabien
Syrien

* Fertigungsstandorte

spirax
sarco

Spirax Sarco GmbH
Reichenastr. 210, D – 78467 Konstanz
T +49 (0)7531 5806-0
F +49 (0)7531 5806-22
E Vertrieb@de.spiraxsarco.com

Spirax Sarco GmbH, NI. Österreich
Dückerstraße 7/2/8, A – 1220 Wien
T +43 (0)1 69964-11
F +43 (0)1 69964-14
E Vertrieb@at.spiraxsarco.com