

WOLFGANG KUNZE

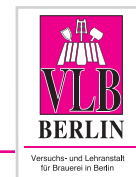
---

# Tecnología para Cerveceros y Malteros

CAPÍTULO 11  
escrito en colaboración con el  
Dr. Hans-Jürgen Manger

PRIMERA EDICIÓN EN ESPAÑOL

publicado por



---

## Catalogación bibliográfica: Información bibliográfica de la Deutsche Bibliothek

---

La Deutsche Bibliothek registra esta publicación en la Deutsche Nationalbibliografie (Bibliografía Nacional Alemana). Bajo [dnb.ddb.de](http://dnb.ddb.de) se encuentran disponibles en Internet datos bibliográficos detallados.

Wolfgang Kunze  
Tecnología para Cerveceros y Malteros  
Primera edición en español, 2006

ISBN 10: 3-921 690-54-4  
ISBN 13: 978-3-921690-54-3

© VLB Berlin, Seestraße 13, 13353 Berlín, Alemania,  
[www.vlb-berlin.org](http://www.vlb-berlin.org)

Todos los derechos reservados, en particular la traducción a otros idiomas.

Ninguna parte del libro puede ser reproducida en forma alguna ni por medio alguno sin permiso previo por escrito de la editorial.

La mención de nombres comunes, nombres comerciales, denominaciones comerciales y/o técnicas usuales, etc. en esta obra no da derecho a la suposición, aun sin estar ello mencionado específicamente, de que tales nombres y/o denominaciones puedan ser considerados libres para su uso de acuerdo con la legislación de marcas y de protección de marcas, y por esa razón puedan ser utilizados libremente por cualquier persona.

Traducción:  
Claudio R. Bauer, Buenos Aires, Argentina,  
[www.editecba.com.ar](http://www.editecba.com.ar)

Diagramación:  
Grafikdesign Anne Kulesa, Dresde, Alemania,  
[www.anne-kulesa.de](http://www.anne-kulesa.de)

Impreso en:  
Westkreuz-Druckerei Ahrens KG  
Berlín/Bonn



## Inimitable: Bitburger sabe como a cerveza recién tirada

Todas las cervezas alemanas se elaboran, según la Ley de pureza alemana de 1516, con agua, lúpulo, malta y levadura. Pero sólo Bitburger ha alcanzado esa perfección que convierte el arte cervecero en la cerveza más tirada de Alemania. Su auténtico sabor a cerveza de barril entusiasma a los más entendidos. Bitburger Premium Pils. El sabor de la cerveza recién tirada del barril.

*Bitte ein Bit*

*Prólogo de la primera edición de  
"Tecnología para Cerveceros y Malteros"*



En los cinco continentes, cada año se fabrican y se beben alrededor de 1500 millones de hectolitros de cerveza. Las primeras descripciones relativas a la fabricación de cerveza se remontan a hace casi 5000 años. Así, la cerveza es un bien cultural que ha encontrado amigos en todo el mundo. Como elemento de unión entre las personas, la cerveza brinda alegría de vivir y placer, ya que es buena tanto para el espíritu como para el cuerpo. Investigaciones médicas han demostrado, fuera de toda duda, que un consumo moderado de cerveza tiene efectos positivos en la salud humana.

Todo esto nos compromete a nosotros, los cerveceros, a imponer en la fabricación de cerveza las más altas exigencias en lo que respecta a la calidad de las materias primas, de los equipos, de los procesos, y –por último, pero no por ello menos importante– a la calificación de los empleados. En Alemania, donde existen alrededor de 1300 fábricas de cerveza y aproximadamente 5000 marcas, la ciencia cervecera y la capacitación de cerveceros tienen desde siempre una gran importancia. A través de la investigación y el desarrollo específicamente cerveceros –en las Universidades Técnicas de Berlín y Munich-Weihenstephan entre otras–, se han alcanzado grandes progresos. Por último, aunque no menos importante, la Ley de Pureza alemana "Reinheitsgebot", al disponer que sólo se permite utilizar las materias primas naturales, agua, lúpulo, malta y levadura, ha promovido la creatividad de cerveceros e ingenieros.

El vasto conocimiento resultante de ello está reunido en la presente edición de "Tecnología para Cerveceros y Malteros". Desde la primera edición en el año 1961 se han vendido más de 40.000 ejemplares. Mediante las traducciones a los idiomas húngaro, polaco, inglés, yugoslavo, chino y ruso, la edición original alemana ha logrado llegar a cerveceros en todo el mundo. Con la nueva edición en español deseamos ampliar nuevamente el círculo de lectores –en particular, en los países de América del Sur y Central, donde la cerveza es una bebida muy popular–. El conocimiento es dinámico. Por supuesto, también en la industria cervecera y maltera se investiga en forma permanente y se continúa avanzando en su desarrollo. Por ello, la primera edición en español corresponde en su contenido a la tercera edición de habla inglesa, que ha sido revisada completamente por el autor en el año 2004. Se han tenido en cuenta las tendencias actuales, tales como el envasado de cerveza en botellas de PET, la filtración libre de kieselgur, nuevos procesos en la producción de mosto y nuevas aplicaciones en la automatización de procesos.

Con numerosas ilustraciones y su inconfundible estilo didáctico, nuevamente el autor ha logrado describir relaciones complejas en forma clara. La nueva edición demuestra así una vez más la reputación de "Tecnología para Cerveceros y Malteros" como la obra de referencia líder mundial para cerveceros y malteros profesionales.

Dr.-Ing. Axel Th. Simon  
Presidente del VLB Berlin

### *Prólogo del autor*

Este libro es la primera edición en español de un libro de enseñanza para cerveceros y malteros, cuya versión original en alemán ya se encuentra entretanto en su 8a edición y ha sido traducida a seis idiomas. Está basado en la 3ª edición inglesa que ha sido revisada ampliamente por mí en el año 2004. El libro ofrece una combinación importante de las transformaciones relevantes, de las tecnologías disponibles para ello, así como explicaciones de los procesos en la fabricación de malta y de cerveza. Se ha puesto un énfasis particular en la integración de nuevos conocimientos. Tal como en las otras ediciones (alemanas e internacionales), también en esta edición he tratado de presentar el extenso material de forma fácilmente comprensible y –allí donde era posible y conveniente– de aclararlo con diagramas e ilustraciones.

La fabricación de cerveza se ha expandido en gran medida internacionalmente. Hoy en día, la cerveza no se produce únicamente en los países cerveceros clásicos de Europa Central y América del Norte. En especial en América del Sur y Centroamérica, es una bebida extensamente difundida, cuya producción se incrementa año a año.

Pero la fabricación de cerveza también se ha desarrollado en la variedad de los tamaños de fábricas de cerveza, los equipos y los procesos. Junto con fábricas de cerveza muy grandes y equipadas modernamente, se ha desarrollado a nivel mundial una cantidad permanentemente creciente de cervecerías de pub con capacidad de producción pequeña y tecnología muy diferente. En esto tampoco debería pasarse por alto la cantidad creciente de cerveceros caseros que producen y disfrutan ellos mismos su cerveza. Todo esto muestra cuan rico en facetas es el mundo de la cerveza.

Este libro presenta la fabricación de malta y de cerveza esencialmente sobre la base de la Ley de Pureza alemana "Reinheitsgebot". De acuerdo con esta ley alimentaria tradicional, los cerveceros alemanes deben utilizar como materias primas exclusivamente agua, malta, levadura y lúpulo. Todos los demás aditivos están prohibidos. No obstante, en el libro se ha tenido por supuesto en cuenta que en numerosos países se utilizan adicionalmente también otros productos en la fabricación de cerveza. Esto abarca desde

los adjuntos como proveedores de extracto hasta la utilización de enzimas técnicas.

El gran número de variantes en la fabricación de cerveza ha hecho necesario que la selección de las tecnologías presentadas aquí sea restringida a las más importantes. Aparte de ello, en esta edición se ha prestado mayor atención al tema del aseguramiento de calidad de materias primas, de productos intermedios y de la cerveza.

El capítulo 11 "Automatización y planificación de planta" ha sido reescrito completamente para esta edición en colaboración con el Dr. Hans-J. Manger, a quien deseo agradecer por las numerosas indicaciones. Además, deseo agradecer a la dirección del Instituto Cervecero de Investigación y Enseñanza en Berlín (VLB), mi Alma Mater, por el apoyo brindado a este proyecto, a Olaf Hendel del Departamento de Relaciones Públicas y Editorial del VLB por su actividad editorial y a Claudio R. Bauer por la traducción española de esta obra extensa. Mi especial agradecimiento está dirigido a la diseñadora gráfica Anne Kulesa que ha llevado a cabo con mucha paciencia mis numerosos requerimientos especiales en lo que respecta a la diagramación, logrando de esta manera que el libro tenga un aspecto equilibrado y atractivo.

A la primera edición española de "Tecnología para Cerveceros y Malteros" le deseo el mejor de los éxitos. Su finalidad es contribuir a que el lector pueda tener una mejor comprensión de las correlaciones en la fabricación de malta y de cerveza, capacitándolo así en la fabricación de cerveza de alta calidad, a los efectos de asegurar de este modo también el éxito económico.



Wolfgang Kunze



## Lista del contenido

### **Cerveza - La bebida popular más antigua** 19

#### **1 Materias primas** 32

##### **1.1 Cebada**

- 1.1.1 Tipos de cebada y variedades
  - Tipos de cebada
  - Variedades de cebada
- 1.1.2 Cultivo de la cebada
- 1.1.3 Estructura del grano de cebada
  - Estructura exterior
  - Estructura interna
- 1.1.4 Composición y propiedades de los componentes
  - Hidratos de carbono
  - Sustancias albuminoideas (proteínas)
  - Grasas (lípidos)
  - Sustancias minerales
  - Otras sustancias
- 1.1.5 Evaluación de la cebada
  - Control de calidad manual
  - Exámenes mecánicos y químicos
  - Exámenes fisiológicos

##### **1.2 Lúpulo**

- 1.2.1 Zonas de cultivo de lúpulo
- 1.2.2 Cosecha, secado y estabilizado del lúpulo
- 1.2.3 Estructura del cono de lúpulo
- 1.2.4 Composición y propiedades de los componentes
  - Compuestos amargos o resinas de lúpulo
  - Aceite de lúpulo
  - Taninos o polifenoles
  - Sustancias albuminoideas
- 1.2.5 Evaluación del lúpulo
  - Control de calidad manual del lúpulo entero
  - Contenido de compuestos amargos
- 1.2.6 Variedades de lúpulo
  - Pellets de lúpulo
  - Extractos de lúpulo

##### 1.2.7 Productos de lúpulo

- Pellets de lúpulo
- Extractos de lúpulo

#### **1.3 Agua**

- 1.3.1 Ciclo del Agua
- 1.3.2 Consumo de agua fresca en la fábrica de cerveza
- 1.3.3 Obtención del agua
  - Extracción de agua subterránea
  - Extracción de agua de fuente
  - Extracción de agua superficial
  - Importancia del autoabastecimiento de agua
- 1.3.4 Requisitos que debe cumplir el agua
  - Requisitos que debe cumplir el agua como agua potable
  - Requisitos que debe cumplir el agua como agua para cerveza
  - Importancia de determinados iones
- 1.3.5 Procesos para la mejora del agua
  - Procesos para la separación de sustancias en suspensión
  - Separación de sustancias disueltas
  - Procesos para la mejora de la alcalinidad residual
  - Esterilización del agua
  - Desgasificación del agua
- 1.3.6 Posibilidades de economización de agua

#### **1.4 Levadura**

- 1.4.1 Estructura y composición de la célula de la levadura
- 1.4.2 Metabolismo de la célula de levadura
- 1.4.3 Reproducción y crecimiento de levaduras
- 1.4.4 Caracterización de las levaduras para cerveza
  - Características morfológicas
  - Diferencias fisiológicas
  - Diferencias tecnológicas de fermentación
  - Clasificación sistemática

#### **1.5 Adjuntos**

- 1.5.1 Maíz
- 1.5.2 Arroz
- 1.5.3 Cebada
- 1.5.4 Sorgo/Mijo
- 1.5.5 Trigo
- 1.5.6 Azúcar
- 1.5.7 Jarabe de glucosa
- 1.5.8 Caramelo

## **2 Fabricación de malta**

### **2.1 Recepción, limpieza, clasificación y transporte de la cebada**

- 2.1.1 Recepción de la cebada
  - Recepción con vehículos automotores o de carriles
  - Recepción con barcos
- 2.1.2 Limpieza y clasificación de la cebada
  - Prelimpieza de la cebada
  - Aparatos magnéticos
  - Separador seco de piedras
  - Desbarbador
  - Triadero (limpiador de granos)
  - Clasificación de la cebada
- 2.1.3 Transporte de cebada y malta
  - Transportadores mecánicos
  - Dispositivos de transporte neumáticos
- 2.1.4 Equipos para la remoción de polvo
  - Separadores ciclónicos
  - Filtro de polvo

### **2.2 Secado y almacenamiento de la cebada**

- 2.2.1 Respiración de la cebada
- 2.2.2 Secado de la cebada
- 2.2.3 Enfriamiento de la cebada
- 2.2.4 Almacenamiento de la cebada
  - Almacenamiento en silos
  - Infestación con parásitos

### **2.3 Remojo de la cebada**

- 2.3.1 Procesos durante el remojo
  - Absorción de agua
  - Abastecimiento de oxígeno
  - Limpieza
- 2.3.2 Tanques de remojo

- 2.3.3 El proceso de remojo

### **2.4 Germinación de la cebada**

- 2.4.1 Procesos durante la germinación
  - Procesos de crecimiento
  - Formación de enzimas
  - Cambios metabólicos durante la germinación
  - Conclusiones respecto de la realización de la germinación
- 2.4.2 Procesos de germinación
  - Maltería de eras
  - Sistemas de malteado operados neumáticamente
  - Realización de la germinación
  - Control de la germinación

### **2.5 Tostado de la malta**

- 2.5.1 Cambios durante el tostado
  - Disminución del contenido de agua
  - Interrupción de la germinación y de la modificación
  - Formación de sustancias colorantes y aromáticas (Reacción Maillard)
  - Formación de preetapa de DMS y de DMS libre en el tostado
  - Influencia de la temperatura y del tiempo de tostado
  - Formación de nitrosaminas
  - Inactivación de las enzimas
- 2.5.2 Construcción del tostadero
  - Calefacción y ventilación del tostadero
  - Tostadero de dos pisos de construcción más antigua
  - Tostaderos con bandeja volcable
  - Tostaderos de alto rendimiento con cargador y descargador
  - Tostaderos verticales
- 2.5.3 Realización del tostado
  - Fabricación de malta tipo Pilsner
  - Fabricación de malta tipo Munich
  - Descarga del tostadero
  - Control del trabajo de tostado

### **2.6 Tratamiento de la malta después del tostado**

- 2.6.1 Enfriado de la malta curada
- 2.6.2 Limpieza de la malta

- 2.6.3 Almacenamiento de la malta
- 2.6.4 Pulido de la malta
- 2.7 Rendimiento en el malteado**
- 2.8 Evaluación de la malta**
- 2.8.1 Control de calidad manual
- 2.8.2 Exámenes mecánicos
  - Clasificación
  - Masa de mil granos
  - Masa hectolítrica
  - Prueba de flotación (prueba de hundimiento)
  - Vitreosidad
  - Friabilidad
  - Desarrollo de la acospira
  - Capacidad de germinación
  - Densidad
  - Método de lijado de los granos, según Carlsberg
- 2.8.3 Exámenes químico-técnicos
  - Contenido de agua
  - Proceso de maceración en laboratorio
- 2.8.4 Contrato de suministro de malta
- 2.9 Maltas especiales y maltas de otros cereales**
- 2.9.1 Malta tipo Pilsener (malta pálida)
- 2.9.2 Malta oscura (tipo Munich)
- 2.9.3 Malta Viena
- 2.9.4 Malta escaldada/Malta melanoidina
- 2.9.5 Malta caramelo
- 2.9.6 Malta agria
- 2.9.7 Malta de germinación breve y tipo Spitzmalz
- 2.9.8 Malta ahumada
- 2.9.9 Malta diastática
- 2.9.10 Malta torrefacta
- 2.9.11 Cerveza de malta torrefacta
- 2.9.12 Malta de trigo
- 2.9.13 Extracto de malta
- 2.9.14 Malta de otros cereales primarios
- 2.9.15 Malta de sorgo
- 2.9.16 Utilización de tipos de malta para diferentes variedades de cerveza
- 2.10 Protección contra accidentes en la maltería**

### **3 Fabricación del mosto**

#### **3.1 Molturación de la malta**

- 3.1.1 Pretratamiento de la malta
  - Extracción de polvo y piedras de la malta
  - Pesaje de la cantidad de carga
- 3.1.2 Fundamentos de la molturación
- 3.1.3 Molturación en seco
  - Molinos de seis rodillos
  - Molinos de cinco rodillos
  - Molinos de cuatro rodillos
  - Molinos de dos rodillos
  - Rodillos de molinos trituradores de malta
  - Molturación en seco acondicionada
  - Tolva de molienda
  - Molinos de martinete
- 3.1.4 Molturación húmeda
- 3.1.5 Acondicionamiento por remojo
- 3.1.6 Trituración muy fina con agua
- 3.1.7 Evaluación de la molienda

#### **3.2 Maceración**

- 3.2.1 Transformaciones durante la maceración
  - Propósito de la maceración
  - Propiedades de las enzimas
  - Degradación del almidón
  - Degradación del  $\beta$ -glucano
  - Degradación de sustancias albuminoideas
  - Transformación de grasas (lípidos)
  - Otros procesos de degradación y disolución
  - Acidificación biológica
  - Composición del extracto
  - Conclusiones para la realización de la maceración
- 3.2.2 Recipientes para macerar
  - Recipientes de maceración
- 3.2.3 Mezcla
  - Adición de agua de maceración
  - Temperatura de mezcla
  - Mezclado de agua y molienda de malta
- 3.2.4 Proceso de maceración



- Parámetros para realizar la maceración
- Procesos de infusión
- Procesos de decocción
- 3.2.5 Duración de los procesos de maceración
- 3.2.6 Control de la maceración
- 3.3 Filtración del mosto**
- 3.3.1 Colada principal y coladas secundarias
- 3.3.2 Última agua
- 3.3.3 Filtración del mosto con la cuba de filtración
- 3.3.4 Filtración del mosto con el filtro de templa
  - Filtros de templa convencionales
  - Filtros de templa de nueva generación
- 3.3.5 Heces (Afrecho)
  - Transporte de las heces
  - Análisis de heces

### **3.4 Cocción del mosto**

- 3.4.1 Procesos en la cocción del mosto
  - Disolución y transformación de componentes de lúpulo
  - Formación y precipitación de compuestos formados por proteínas y polifenoles
  - Evaporación de agua
  - Esterilización del mosto
  - Destrucción de todas las enzimas
  - Carga térmica del mosto
  - Descenso del valor pH en el mosto
  - Formación de sustancias reductoras (reductonas)
  - Evaporación de sustancias aromáticas indeseadas
  - Contenido de cinc en el mosto
  - Mosto de paila llena - Mosto caliente
- 3.4.2 Diseño y calentamiento de la paila de mosto
  - Paila de cocción con calentamiento directo
  - Paila de cocción con calentamiento por vapor
  - Pailas de mosto con cocción a baja presión

- Cocción de mosto a alta temperatura
- Sistemas de cocción de mosto que ahorran energía
- Sistemas modernos de cocción de mosto
- Consumo de energía durante la cocción del mosto
- Condensado de vahos
- Tanque de espera (recipiente colector de mosto)
- 3.4.3 Realización de la cocción del mosto
  - Cocción del mosto
  - Adición de lúpulo
- 3.4.4 Control del mosto caliente

### **3.5 Rendimiento de la sala de cocción**

- 3.5.1 Cálculo del rendimiento de la sala de cocción
  - Determinación de los porcentajes máxicos
  - Determinación de la masa de extracto por cada 1 hl de mosto
  - Conversión del volumen de mosto caliente terminado en volumen de mosto frío
  - Cálculo de la cantidad de extracto obtenida en la sala de cocción
- 3.5.2 Factores que afectan el rendimiento de la sala de cocción
- 3.5.3 Cálculo de un rendimiento de sala de cocción

### **3.6 Equipamiento de la sala de cocción**

- 3.6.1 Cantidad y disposición de los recipientes
- 3.6.2 Tamaños de recipientes
- 3.6.3 Materiales de recipientes
- 3.6.4 Capacidad de producción de la sala de cocción
- 3.6.5 Tipos especiales de salas de cocción
  - Salas de cocción para cervecerías de restaurante
  - Sala de cocción integral
  - Salas de cocción para ensayos y enseñanza

### **3.7 Bombeo del mosto caliente**

### **3.8 Extracción del trub grueso**

3.8.1 Bandeja de enfriamiento

3.8.2 Cuba de sedimentación

3.8.3 Whirlpool

- Principio de operación del Whirlpool

- Diseño del Whirlpool

3.8.4 Separadoras centrífugas

- Principio de la centrifugación

- Tipos de separadoras centrífugas

- Diseño y operación de separadoras centrífugas autodeslodantes

- Evaluación de la separación de mosto caliente

- Recuperación del mosto turbio

### **3.9 Enfriamiento y clarificación del mosto**

3.9.1 Procesos durante el enfriamiento

- Enfriamiento del mosto

- Formación y extracción óptima del trub en frío

- Aireación del mosto

- Cambios en la concentración del mosto

3.9.2 Equipos para el enfriamiento del mosto

- Construcción del intercambiador de calor de placas

- Forma de operación del intercambiador de calor de placas

- Ventajas del intercambiador de calor de placas

3.9.3 Realización de la aireación del mosto

- Procesos para la aireación del mosto

- Momento de aireación de la levadura

3.9.4 Equipos para la extracción del trub en frío

- Filtro por kieselgur

- Flotación

- Separación del mosto frío

3.9.5 Líneas de enfriamiento de mosto

### **3.10 Control y monitoreo de los procesos durante la fabricación del mosto**

### **3.11 Seguridad laboral en la fabricación del mosto**

## **4 Fabricación de la cerveza (fermentación, maduración y filtración)**

### **4.1 Transformaciones durante la fermentación y la maduración**

4.1.1 La levadura, el socio más importante del cervecero

4.1.2 Metabolismo de la levadura

- Fermentación del azúcar

- Metabolismo proteico

- Metabolismo de grasas

- Metabolismo de hidratos de carbono

- Metabolismo mineral

4.1.3 Formación y degradación de productos secundarios de fermentación

- Diacetilo (dicetonas vecinales)

- Aldehídos (carbonilos)

- Alcoholes altos

- Ésteres

- Compuestos de azufre

- Ácidos orgánicos

- Criterios de apreciación de las sustancias aromáticas en la cerveza

4.1.4 Otros procesos y transformaciones

- Cambios en la composición de las sustancias albuminoideas

- Disminución del valor pH

- Cambios en las propiedades redox en la cerveza

- Cambios en el color de la cerveza

- Precipitación de compuestos amargos y taninos

- Contenido de CO<sub>2</sub> de la cerveza

- Clarificación y estabilización coloidal de la cerveza

4.1.5 Efectos de diferentes factores sobre la levadura

4.1.6 Floculación de la levadura (formación de flóculos)

### **4.2 Propagación de cultivo puro de la levadura**

4.2.1 Fundamentos de la propagación de levadura

4.2.2 Obtención de células de levadura apropiadas

- 4.2.3 Propagación en el laboratorio
- 4.2.4 Propagación de levaduras en la planta
  - Instalaciones de propagación de levadura
  - Proceso de asimilación
  - Proceso monotanque de cultivo puro
  - Propagación abierta de levadura

### **4.3 Fermentación y maduración clásicas**

- 4.3.1 Cubas de fermentación – Equipamiento de la cava de fermentación abierta
  - Cubas de fermentación
  - Equipamiento de la cava de fermentación abierta
- 4.3.2 Rendimiento de la cava de fermentación
- 4.3.3 Realización de la fermentación principal abierta
  - Inicio de la fermentación
  - Operaciones de fermentación en la cuba de fermentación
  - Grado de fermentación (grado de atenuación)
- 4.3.4 Cosecha de levadura en la cuba
- 4.3.5 Procesos durante la maduración de la cerveza en tanques convencionales
  - Saturación de la cerveza con dióxido de carbono bajo sobrepresión
  - Clarificación de la cerveza
- 4.3.6 Equipamiento de la bodega de maduración convencional
  - Equipamiento de la bodega de maduración
  - Tanques de maduración
- 4.3.7 Realización del reposo en tanques convencionales
  - Trasiego (transferencia por bombeo)
  - Regulación de presión
- 4.3.8 Conexión a tanque
  - Realización de la conexión
  - Presión durante la conexión a tanque y el vaciado

- 4.3.9 Extracción de tanques convencionales
  - Mezclador
  - Regulador de presión
  - Recuperación de la cerveza de fondos de tanque
  - Refrigeración de la cerveza a baja temperatura
  - Mezcla inicial y mezcla final

### **4.4 Fermentación y maduración en tanques cilíndricos**

- 4.4.1 Construcción e instalación de tanques cilíndricos
  - Diseño, forma y material de los tanques cilíndricos
  - Tamaño de los tanques cilíndricos
  - Instalación y disposición de los tanques cilíndricos
- 4.4.2 Equipamiento de los tanques cilíndricos
  - Elementos de control y de mando y válvulas de seguridad
  - Refrigeración de los tanques cilíndricos
  - Posibilidades respecto del control y la automatización de la refrigeración
- 4.4.3 Realización de la fermentación y la maduración en el tanque cilíndrico
  - Aspectos especiales de la fermentación y la maduración en tanques cilíndricos
  - Fermentación en frío - maduración en frío
  - Fermentación en frío con maduración encauzada en el tanque cilíndrico
  - Fermentación en caliente, sin presión – maduración en frío
  - Fermentación bajo presión
  - Fermentación en frío – maduración en caliente
  - Fermentación en frío con maduración programada
  - Fermentación principal en caliente con maduración normal o forzada

- 4.4.4 Cosecha de levadura del tanque cilindrocónico
  - Momento de la cosecha de levadura
  - Métodos de la cosecha de levadura
  - Tratamiento y almacenamiento de la levadura cosechada
  - Control de la levadura de cosecha
- 4.4.5 Calidad de la cerveza en la extracción
- 4.4.6 Recuperación de cerveza de la levadura excesiva
  - Prensado de la levadura
  - Separación de la levadura
  - Filtración por membrana de la levadura
  - Recuperación de cerveza por medio de sedicanter
  - Tratamiento de la cerveza de fondos de tanque
- 4.4.7 Limpieza de los tanques cilindrocónicos
- 4.4.8 Recuperación de CO<sub>2</sub>
- 4.4.9 Levaduras inmovilizadas
- 4.5 Filtración de la cerveza**
- 4.5.1 Posibilidades de filtración
  - Mecanismos de separación
  - Medios filtrantes
  - Medios auxiliares de filtración
- 4.5.2 Tipos de filtros
  - Filtro de masa
  - Filtro de precapa
  - Filtro de placas (filtro de marcos)
  - Filtro de membrana
  - Filtro Multi Micro-System-Filter
  - Áreas de filtración
  - Filtración de cerveza sin utilización de kieselgur
- 4.6 Estabilización de la cerveza**
- 4.6.1 Estabilización biológica de la cerveza
  - Pasteurización
  - Pasteurización flash
  - Envasado en caliente de la cerveza
  - Pasteurización en el pasteurizador tipo túnel

- Envasado aséptico en frío de la cerveza
- 4.6.2 Estabilización coloidal de la cerveza
  - Naturaleza de las turbideces coloidales
  - Mejoramiento de la estabilidad coloidal de la cerveza
  - Medidas tecnológicas para el mejoramiento de la estabilidad coloidal
  - Adición de agentes estabilizadores
- 4.6.3 Planta de filtración
- 4.6.4 Estabilidad de sabor
  - Carbonilos de envejecimiento
  - Factores para la estimulación de la estabilidad de sabor
  - Medidas para evitar el ingreso de oxígeno durante la filtración y el envasado
  - Medidas para evitar las influencias negativas sobre la estabilidad de sabor después del envasado

## **4.7 Carbonatación de la cerveza**

## **4.8 Procesos especiales para la fabricación de cerveza**

- 4.8.1 High Gravity Brewing
- 4.8.2 Fabricación de cerveza tipo "Ice beer"
- 4.8.3 Procesos para la extracción del alcohol
  - Procesos de separación por membrana
  - Procesos térmicos/destilación
  - Supresión de la formación de alcohol

## **4.9 Prevención de accidentes en la fermentación, la maduración y la filtración**

- 4.9.1 Peligros de accidente debidos a dióxido de carbono de fermentación
- 4.9.2 Trabajo en recipientes a presión
- 4.9.3 Trabajo con kieselgur
- 4.9.4 Indicaciones generales respecto de la prevención de accidentes

## **5 Envasado de la cerveza**

### **5.1 Envasado en botellas de vidrio retornables**

- 5.1.1 Botellas de vidrio retornables
  - Ventajas y desventajas de las botellas

- de vidrio
- Fabricación de las botellas de vidrio
- Formas de botellas
- Color de la botella
- Tratamiento superficial
- Scuffing
- Postratamiento de las botellas
- Botellas retornables de vidrio liviano, recubiertas de plástico
- Pasos de proceso en el envasado de botellas de vidrio retornables
- 5.1.2 Limpieza de botellas de vidrio retornables
  - Factores de influencia en la limpieza de botellas
  - Máquinas lavadoras de botellas
  - Lejía limpiadora
  - Trabajos de limpieza y mantenimiento en la máquina lavadora de botellas
  - Descarga de botellas nuevas de vidrio y latas
- 5.1.3 Control de las botellas de vidrio retornables limpiadas
- 5.1.4 Llenado de botellas
  - Principios del envasado
  - Principios de diseño de las máquinas llenadoras de botellas
  - Componentes esenciales de las máquinas llenadoras de botellas
  - Construcción y modo de funcionamiento de los dispositivos de llenado
  - Inyección por alta presión
- 5.1.5 Taponado de las botellas
  - Taponado por medio de tapón corona
  - Taponado con cierre de estribo
- 5.1.6 Limpieza de la llenadora y la tapadora
- 5.1.7 Control de las botellas llenadas y taponadas
  - Control de altura de llenado
  - Oxígeno en el cuello de botella
- 5.1.8 Pasteurizado en botellas
  - Principios de la pasteurización en botellas
  - Componentes esenciales del

- pasteurizador tipo túnel
- Fusible de UP
- 5.1.9 Etiquetado y encapsulado de las botellas
  - Etiquetas y cápsulas
  - Adhesivo de etiquetas
  - Principio básico del etiquetado
  - Tipos constructivos de máquinas etiquetadoras
  - Plegado en la cabeza de botella con láminas para encapsulado

#### 5.1.10 Fechado de las etiquetas

### 5.2 Particularidades en el envasado en botellas de vidrio no retornables

- 5.2.1 Descarga de las botellas de vidrio nuevas

#### 5.2.2 Enjuague

### 5.3 Envasado en botellas de PET

#### 5.3.1 Botellas de PET

- Propiedades estructurales del PET
- Propiedades de barrera del PET
- Tecnología de barrera
- Importancia de los Scavanger

#### 5.3.2 Fabricación de las botellas de PET

- Fabricación de las preformas
- Estirado y soplado de las botellas de PET
- Control de las botellas de plástico producidas
- Enjuague de las botellas nuevas

#### 5.3.3 Transporte de las botellas de PET

#### 5.3.4 Llenado de las botellas de PET

#### 5.3.5 Taponado de las botellas de PET

- Tapones a rosca de plástico
- Tapones a rosca no prefileteados de aluminio

#### 5.3.6 Etiquetado de botellas de PET

### 5.4 Envasado de botellas de plástico retornables

#### 5.4.1 PEN

#### 5.4.2 Limpieza de botellas retornables de plástico

#### 5.4.3 Inspección de sustancias extrañas

### 5.5 Envasado en latas

#### 5.5.1 Latas y cierres de latas

- 5.5.2 Almacenamiento, despaletizado y desplazamiento de las latas vacías
- 5.5.3 Inspección de las latas vacías
- 5.5.4 Enjuagado de las latas
- 5.5.5 Llenado de las latas
  - Llenadoras mecánicas de latas
  - Llenadoras de latas con llenado volumétrico
- 5.5.6 Cierre de las latas
- 5.5.7 Limpieza de la llenadora de latas y de la tapadora
- 5.5.8 Widgets (cápsulas de gas)
- 5.5.9 Inspección de las latas llenadas
- 5.5.10 Pasteurizado de las latas
- 5.5.11 Etiquetado envoltorio de latas
- 5.5.12 Fechado de las latas
- 5.6 **Envasado en barriles, kegs, barriles para fiestas y latas grandes**
- 5.6.1 Barriles de madera y envasado en barriles
- 5.6.2 Kegs y grifos
  - Material, forma y tamaño de los kegs
  - Grifos de kegs
- 5.6.3 Limpieza y llenado de los kegs
  - Limpieza de los kegs
  - Llenado de los kegs
- 5.6.4 Instalaciones completas para kegs
- 5.6.5 Llenado de barriles pequeños y barriles para fiesta
- 5.6.6 Llenado de latas grandes
- 5.7 Transporte y embalaje
- 5.7.1 Contenedores de transporte
- 5.7.2 Tratamiento de los cajones de plástico
  - Separación de cajones y botellas ajenos y dañados
  - Lavado de los cajones
  - Depósito de cajones
- 5.7.3 Técnica de transporte
  - Transporte de botellas y latas
  - Transporte de contenedores
- 5.7.4 Técnica de embalaje
  - Cabezal de agarre y tulipas de agarre
  - Tipos de embaladoras

- 5.7.5 Equipos de paletizado y despaletizado
  - Técnica de robot
  - Construcción y funcionamiento de los equipos de paletizado y despaletizado
  - Equipos de apilado para paletas con envases llenos
  - Equipos de transporte para paletas
  - Espacios para paletas
  - Dispositivos de entrada y de salida
  - Depósitos de paletas
  - Control de paletas
  - Aseguramiento de las paletas
  - Paletizado en el llenado de barriles

## 5.8 Planta completa de envasado

## 5.9 Merma de cerveza

- 5.9.1 Cálculo de cerveza de venta producida
- 5.9.2 Registro de existencias y conversión a cerveza de venta
- 5.9.3 Cálculo de la merma en volumen
- 5.9.4 Cálculo del consumo de malta en kg de malta/hl de cerveza
- 5.9.5 Importancia de la merma y posibilidades de reducción

## 6 Limpieza y desinfección

### 6.1 Materiales y su comportamiento frente a agentes de limpieza

- 6.1.1 Tanques de aluminio
- 6.1.2 Tanques y tuberías de acero al cromo-níquel
- 6.1.3 Mangueras y juntas (sellos)

### 6.2 Agentes de limpieza

### 6.3 Agentes de desinfección

### 6.4 Realización de la limpieza y la desinfección en el sistema CIP

### 6.5 Procedimiento de limpieza

### 6.6 Limpieza mecánica

### 6.7 Control de la limpieza y la desinfección

### 6.8 Protección en el trabajo durante la limpieza y la desinfección

## 7 La cerveza terminada

## **7.1 Composición de la cerveza**

### 7.1.1 Componentes de la cerveza

### 7.1.2 Cerveza y salud

## **7.2 Sabor y espuma**

### 7.2.1 Sabor de la cerveza

- Aroma de la cerveza

- Cuerpo (paladar)

- Rescencia

- Amargor de la cerveza

### 7.2.2 Espuma de la cerveza

## **7.3 Tipos de cerveza y sus particularidades**

### 7.3.1 Cervezas producidas por fermentación alta

- Particularidades de la fermentación alta

- Cervezas de trigo

- Cerveza tipo Berliner Weiße

- Cerveza tipo Alt (Altbier)

- Cerveza tipo Kölsch

- Cervezas tipo Ale

- Cerveza tipo Stout

- Cerveza tipo Porter

- Tipos de cerveza belgas

### 7.3.2 Tipos de cerveza de fermentación baja

- Cervezas tipo Pilsner

- Cervezas tipo Lager/Cervezas normales (Vollbiere)

- Cervezas tipo Export

- Cervezas negras

- Cervezas de festividades

- Ice beer

- Cerveza tipo Märzen

- Cerveza tipo Bock

- Cerveza tipo Doppelbock

- Cerveza sin alcohol

- Cerveza dietética

- Cerveza ligera (light)

- Bebida de malta (Cerveza de malta)

- Tipos de cerveza con muy pequeñas porciones

- Cócteles de cerveza

### 7.3.3 Tendencias en el desarrollo de tipos de cerveza que no cumplen con la

Ley de Pureza Reinheitsgebot

## **7.4 Verificación de la calidad**

### 7.4.1 Degustación de la cerveza

### 7.4.2 Control microbiológico

### 7.4.3 Análisis de la cerveza

- Determinación del mosto original

- Determinación del color de la cerveza

- Determinación del valor pH

- Determinación del contenido de oxígeno en la cerveza

- Determinación del contenido de diacetilo en la cerveza

- Determinación de la retención de espuma

- Determinación del contenido de dióxido de carbono

- Determinación de las unidades de amargor

- Determinación de la tendencia a enturbiamiento

- Filtrabilidad de la cerveza

- Otros exámenes

## **7.5 Técnicas de análisis y de medición de procesos**

### 7.5.1 Medidores de temperatura

### 7.5.2 Instrumentos de medición de caudal

### 7.5.3 Instrumentos de medición de nivel

### 7.5.4 Instrumentos de medición de densidad

### 7.5.5 Instrumentos de medición de turbidez

### 7.5.6 Instrumentos de medición de oxígeno

### 7.5.7 Instrumentos de medición de pH

### 7.5.8 Medición de la conductividad

### 7.5.9 Sondas de valor límite

### 7.5.10 Medición de presión

### 7.5.11 Tecnología de medición óptica

## **8 Cervecerías pequeñas**

### **8.1 Cerveceros de restaurante (cerveceros de pub)**

- Sala de cocción

- Bodega de fermentación y maduración

- Equipamiento de expendio
- Tipos de cerveza
- 8.2 Microcerveceros
- 8.3 Cerveceros aficionados
  - Fabricación de la malta propia
  - Fabricación de cerveza
- 9 Gestión de desechos y medio ambiente**
- 9.1 Legislación medioambiental**
- 9.2 Aguas residuales (aguas servidas)**
- 9.2.1 Costos de aguas residuales
- 9.2.2 Definiciones de términos utilizados en relación con las aguas residuales
- 9.2.3 Tratamiento de las aguas residuales
  - Plantas de tratamiento aeróbico de aguas residuales
  - Plantas de tratamiento anaeróbico de aguas residuales
  - Cantidad y composición de las aguas residuales en la fábrica de cerveza
  - Tratamiento de aguas residuales con piletas mezcladoras y de compensación
- 9.3 Residuos y desechos**
- 9.3.1 Heces de malta y de lúpulo
- 9.3.2 Trub
- 9.3.3 Levadura de desecho
- 9.3.4 Lodo de kieselgur
- 9.3.5 Etiquetas usadas
- 9.3.6 Trozos de vidrio
- 9.3.7 Latas de cerveza
- 9.3.8 Pequeñas cantidades de desechos
- 9.4 Emisiones**
- 9.4.1 Polvo y emisiones de polvo
- 9.4.2 Emisiones de la sala de cocción
- 9.4.3 Emisiones por gases de combustión
- 9.4.4 Emisiones acústicas
- 9.5 Reciclaje de botellas de PET**
- 10 Gestión energética en la fábrica de cerveza y en la maltería**
- 10.1 Requerimiento de energía en la

- fabricación de malta y de cerveza
- 10.2 Plantas de calderas de vapor**
- 10.2.1 Combustibles
- 10.2.2 Vapor
  - Calor de evaporación
  - Vapor húmedo
  - Vapor sobrecalentado
  - Agua caliente
- 10.2.3 Calderas de vapor
  - Clasificación de las calderas de vapor
  - Tipos constructivos de calderas de vapor
  - Caldera de tres pasos
  - Recuperación de energía y mejoramiento del rendimiento
- 10.2.4 Máquinas de vapor
- 10.2.5 Plantas de cogeneración
- 10.3 Equipos de refrigeración
- 10.3.1 Agentes refrigerantes y refrigerantes secundarios
  - Agentes refrigerantes
  - Refrigerantes secundarios
  - Principio de operación de la refrigeración
- 10.3.2 Equipos de refrigeración por compresión
  - Principio de operación
  - Evaporadores
  - Compresores
  - Condensador
  - Válvula de regulación
  - Unidad de acumulación de agua helada (Figura 10.19)
- 10.3.3 Equipo de refrigeración por absorción
- 10.3.4 Refrigeración ambiental y de líquidos
  - Refrigeración de bodegas convencionales de fermentación y reposo
  - Plantas de refrigeración modernas
  - Refrigeración de líquidos
- 10.3.5 Consejos para la operación económica de la planta de refrigeración



Überschrift 10.4 fehlt!!! Auch im Quark-Dokument...

- 10.4.1 Suministro de energía eléctrica
- 10.4.2 Factor de potencia cosφ
- 10.4.3 Transformación de la corriente eléctrica
- 10.4.4 Medidas de protección
- 10.4.5 Informaciones referentes al consumo económico de energía eléctrica

## **10.5 Bombas, ventiladores y compresores**

### **10.5.1 Bombas**

- Bombas centrífugas
- Bombas volumétricas
- Dimensionamiento de bombas
- Regulación de la velocidad de bombas
- Sello mecánico

### **10.5.2 Ventiladores**

- Ventiladores axiales
- Ventiladores radiales

### **10.5.3 Plantas de aire comprimido**

- Compresores
- Secadores de aire
- Recipientes a presión
- Red de aire comprimido

## **11 Automatización y planificación de planta**

### **11.1 Indicaciones respecto de la utilización de la técnica de medición, control y regulación**

- 11.1.1 Indicaciones generales
- 11.1.2 Requerimientos en lo que respecta a la incertidumbre de medición en la técnica de medición utilizada
- 11.1.3 Requerimientos del lugar de instalación y de la limpieza/desinfección
- 11.1.4 Requerimientos de la fiabilidad operacional y la seguridad de los equipos
- 11.1.5 Requerimientos de mantenimiento y servicio

11.1.6 Requerimientos en lo que respecta a controles automáticos

### **11.2 Planificación de planta**

#### **11.2.1 Introducción**

- Consideraciones generales concernientes a la planificación de planta
- Generalidades respecto del desarrollo de la planificación de planta

#### **11.2.2 Principios básicos de la planificación de planta**

#### **11.2.3 Variantes para la ejecución de la planificación y realización de planta**

#### **11.2.4 Documentos y datos importantes de la planificación de planta**

- Indicaciones generales
- El esquema de procesos
- El diagrama básico de flujo
- El diagrama de flujo de procesos
- El diagrama de tuberías e instrumentos
- Planos de tuberías y de montaje
- La descripción del proceso
- La elaboración de la documentación de ejecución

#### **11.2.5 Indicaciones para la redacción del contrato**

#### **11.2.6 Puesta en servicio y prueba de rendimiento**

#### **11.2.7 Finalización de proyecto**

#### **11.2.8 Documentación de proyecto**

### **11.3 Diseño de plantas y requerimientos en lo que respecta a las plantas**

#### **11.3.1 Informaciones generales**

#### **11.3.2 Condiciones previas para la automatización de plantas modernas**

#### **11.3.3 Requerimientos en lo que respecta al diseño de tuberías y plantas para un trabajo libre de contaminaciones**

#### **11.3.4 Requerimientos en lo que respecta a la seguridad de operación de las plantas**

- Separación de medios
- Protección de la planta contra presiones no permitidas

### 11.3.5. Informaciones para el diseño de tuberías

- Informaciones generales
- Conexiones de tuberías
- Tendido de tuberías y construcción de dispositivos de sujeción de tuberías
- La velocidad de flujo en tuberías; pérdidas de presión
- Medidas contra golpes de ariete y vibraciones
- Purga de aire de tuberías, extracción de oxígeno
- Realización de aislaciones térmicas en tuberías
- Diseño de descargas de tuberías
- Protección de las tuberías contra heladas y taponamiento
- Espacios muertos en tuberías
- Tuberías de vapor

### 11.3.6 Indicaciones respecto del diseño de aislaciones térmicas

- Indicaciones generales
- Evitación de la difusión de vapor de agua y la formación de agua de condensación

### 11.3.7 Indicaciones respecto de la conexión de tuberías, la utilización de válvulas y la toma de muestras

- Indicaciones generales
- La técnica de conexión manual
- Tubería fija
- Válvulas para tuberías y elementos de planta
- Válvulas de toma de muestras
- Formas constructivas de válvulas

### 11.3.8 Indicaciones referentes al diseño y a la operación de estaciones de CIP

### 11.3.9 Indicaciones referentes al depósito de productos químicos

### 11.3.10 Indicaciones referentes a la calidad de las superficies de máquinas y aparatos