Anwendungsorientierte Lebensmittelbestrahlungsanlagen, deren Wirtschaftlichkeit und Energieverbrauch = Practical aspects of food irradiation plants, along with some considerations about economics and energy consumption of the process

Autor(en): **Herrnhut, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **76 (1985)**

Heft 1

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-982351

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **76**, 27–34 (1985)

H. Herrnhut, Gebrüder Sulzer AG, Winterthur

Anwendungsorientierte Lebensmittelbestrahlungsanlagen, deren Wirtschaftlichkeit und Energieverbrauch

Practical Aspects of Food Irradiation Plants, along with some Considerations about Economics and Energy Consumption of the Process

Einleitung

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass Bestrahlung durch ionisierende Strahlen eine wirksame und einfache Behandlungsmethode darstellt. Sie kann auf verschiedene Produkte angewendet werden und je nach der absorbierten Dosis (in rad oder Gray ausgedrückt!) unterscheidet man grob:

– *Niedriger Dosisbereich:*
  Haltbarmachen/Verlangsamung des Auskeimens bei verschiedenen Lebensmitteln.

– *Mittlerer Dosisbereich:*
  Hygienisieren/Abtötung/Reduktion der Zahl von Parasiten, Mikroorganismen usw.

– *Höherer Dosisbereich:*
  Sterilisieren, z. B. von medizinischen Artikeln, Lebensmitteln, Polymerisationsprozesse usw.

Nach einer kurzen Erläuterung über den Aufbau einer Bestrahlungsanlage werden wir uns mit den spezifischen Fragen betreffend Auslegung einer solchen Anlage für ein bestimmtes Produkt beschäftigen. Es ist zu beachten, dass die moderne Entwicklung auf Anlagen zielt, die in rascher Folge oder sogar gleichzeitig mehrere Produkte bei verschiedenen Verpackungen (und somit bei verschiedenen Dichten!) sowie Dosen bestrahlen können.

Allgemeiner Aufbau einer Bestrahlungsanlage

Die typischen Bestandteile einer Bestrahlungsanlage bestehen aus

- Einer Quellenwand: diese befindet sich, bei der Ruhelage, in einem Wasserpool. Es wird somit, d. h. durch das Wasser, eine natürliche Barriere gegen die Strahlung gebildet.
- Einem sogenannten biologischen Schild, d. h. der Betonzelle, die als Strahlenschutzbarriere dient, wenn die Quellenwand in die Arbeitsposition geholt wird.
- Einem Transportsystem zur Förderung des Bestrahlungsgutes um die Quellenwand. Das Ein- und Ausführen des Bestrahlungsgutes erfolgt durch verschiedene Systeme.

Ausserhalb der Bestrahlungszelle befinden sich die weiteren Hilfssysteme wie Steuerung, Ventilation, Wasserumwälzung evtl. Kühlsystem usw. Je nach Wunsch können noch Stapel- und Fördereinrichtungen angeschlossen werden (Abb. 1), wobei diese sehr oft die grösste Fläche beanspruchen.

Bevor wir zum Auslegungsbeispiel übergehen, noch ein paar Bemerkungen betreffend Sicherheit. Diese dient in erster Linie dem Schutz der Arbeiter. Die Strahlung wird an verschiedenen Orten gemessen. Die entsprechenden Geräte

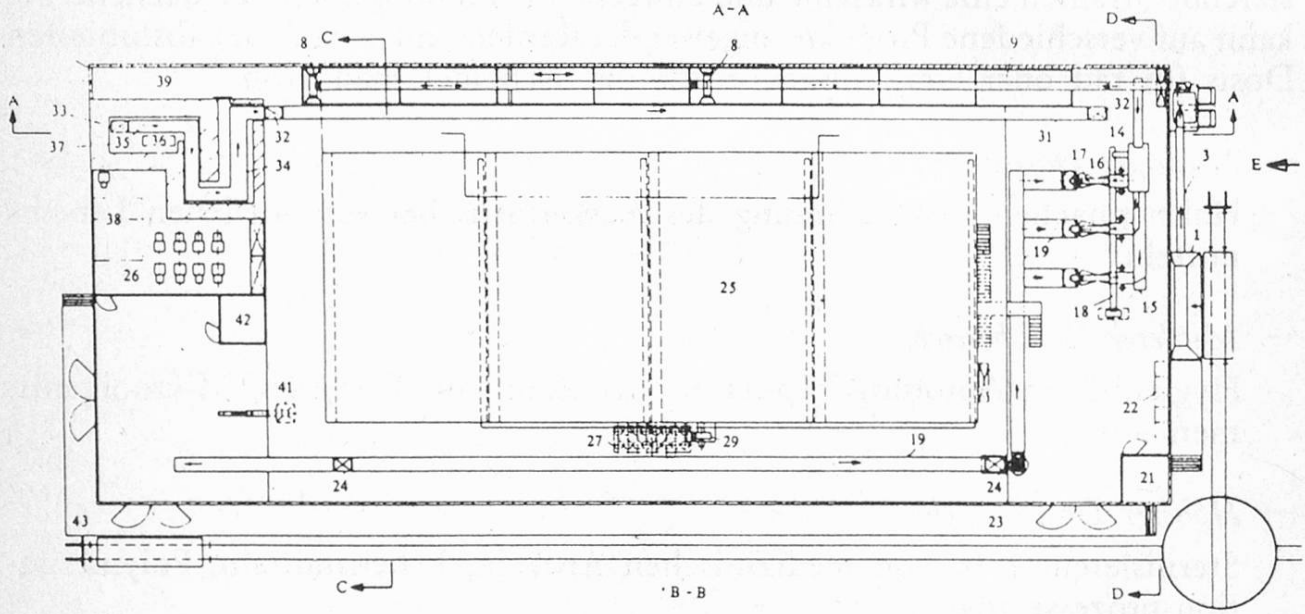

Abb. 1. Lebensmittelbehandlungs- und -lagerhaus

8 = Querbänder
9 = Pufferlager (Silos)
25 = Kühllagerräume oben und unten
31 = Wegfuhr-Rollenbahn
32 = Lifte und Zufuhr bzw. Wegfuhr-Rollenbahn
33 = Lebensmittelbestrahlungsanlage
34 = Labyrinthförderanlage
35 = Zellenförderanlage
36 = Quellenabschirmbecken
37 = Bestrahlungszelle
38 = Pressluft-, Ventilations- und Wassersystem
39 = Kommandoraum und Steuerschrank

sind fix auf einen Alarmpegel eingestellt. Wird dieser überschritten, dann ertönt Alarm, die Anlage wird stillgelegt und die Quellenwand sinkt automatisch ins Pool hinunter. Das gleiche geschieht, wenn der Operator eine falsche Manipulation ausführt, z. B. Öffnen der Zellentür bei exponierter Quellenwand usw. Alle Sicherheitsüberlegungen werden vor Ausführung von den zuständigen Behörden streng überprüft. Bei der Inbetriebsetzung wird man sie nochmals praktisch prüfen. Nach der genaueren Kontrolle der einzelnen Systeme und deren einwandfreiem Funktionieren wird die Betriebsbewilligung erteilt!

Beispiel für die Auslegung einer Anlage

Die Dosen für verschiedene Behandlungszwecke sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Für unser Beispiel betrachten wir die Bestrahlung von gekühltem Geflügelfleisch zwecks Abtötung von Salmonella und weiteren Krankheits- und Verderbsmikroorganismen. Die entsprechende Dosis befindet sich im Bereich von 50—500 Krad. Es wurde hier kundenseitig eine minimale Dosis von 350 Krad verlangt.

Zur Wahl des Anlagetyps betrachten wir die Fragen in Tabelle 2. Die zwei ersten sind hier oben schon beantwortet.

Wir müssen weiter hinzufügen, dass die Strahlenbehandlung bei einer Zellentemperatur $\leqslant$ 4 °C erfolgen soll.

Tabelle 1. Anwendungsbereiche für verschiedene Bestrahlungsdosen

Bestrahlungsdosis (Krad)	Anwendungsbereich
5—15	Keimhemmung in Kartoffeln und Zwiebeln Verlängerung der Lagerungszeit bis zu 1 Jahr
20—30	Reifeverzögerung
$\leqslant$ 50	Entwesung von gelagerten Produkten wie Weizen und Obst (Bananen)
50—500 ($<$ 1000)	Strahlenpasteurisierung, verbesserte Hygiene, Bekämpfung von Mikroorganismen, von Salmonellen im Futter, Geflügelfleisch usw. von Trichinella und Tänie im Schweinefleisch
2000—5000	Strahlensterilisation, zur Vernichtung aller Mikroorganismen, die für Verderb der Lebensmittel und Krankheiten verantwortlich sind
über 5000	zur Bekämpfung von Viren und chemischen Veränderungen

Tabelle 2. Planung Bestrahlungsanlagen

Grundlagen:

Art des Gutes?
Ziel der Strahlenbehandlung?
Art des Transportes?

→ Anlagetyp

Durchsatz: heute – morgen?
Kosten – Markt?

→ Optimale Anlage

Ausserdem ist die Verpackungsart und deren Gewicht auch bekannt. Es werden Schachteln der Dimensionen 60 (L) x 40 (B) x 15 (H) cm verwendet. Zwecks Verbesserung des Wirkungsgrades können wir 6 solche Schachteln aufeinanderstapeln. Die Gesamthöhe ergibt sich somit aus: 6 x 15 = 90 cm. Da jede Schachtel ein Gewicht von 12 kg hat, wird das Totalgewicht 72 kg betragen. Unsere sog. Bestrahlungseinheit, die 6 Schachteln umfasst, wird folgende Dimensionen aufweisen (approx.): 61 x 41 x 92 cm.

Durch die obigen Angaben können wir den Anlagetyp bestimmen. Dieser muss kein Labyrinth aufweisen, da sonst Schwierigkeiten auftreten können bei der Einhaltung der niedrigen Temperatur. In der Reihe der bestehenden Anlage fällt somit die Wahl auf einen Unicell C-Typ (siehe Abb. 2). Diese sehr kompakte Anlage weist kein Labyrinth auf. Das Bestrahlungsgut, in Bestrahlungseinheiten aus Aluminium eingefüllt, wird mittels einem Drehschieber in und aus der Zelle geführt.

Nun schreiten wir zur Optimierung der Anlage und deren Systeme. Die erste Frage, die zu beantworten ist (siehe Tabelle 2), betrifft den Durchsatz und dessen Entwicklung.

Nach Angaben des Kunden sind anfänglich 500 kg/h zu bestrahlen. Der maximal zu erreichende Durchsatz wird auf 2000 kg/h festgelegt. Die maximal zulässige Dosis darf 500 Krad nicht überschreiten. Das sog. Dosisverhältnis beträgt somit: $\frac{500}{350} = 1{,}43$.

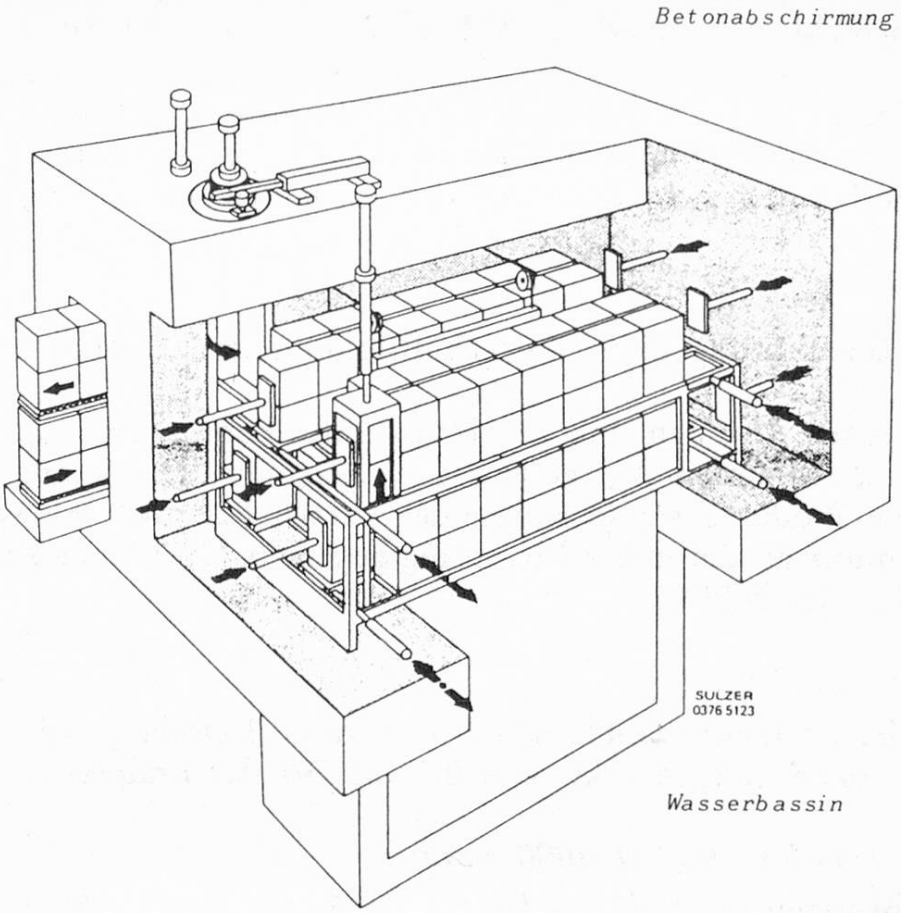

Abb. 2. Sulzer Unicell C Bestrahlungsanlage
Die zu bestrahlenden Produkte werden in sog. Bestrahlungseinheiten eingefüllt, dann links und rechts der Bestrahlungsquellen, gemäss einem vorgegebenen Programm, vorbeigeführt.

Dieser Parameter erlaubt uns die rechnerische Ermittlung des Abstandes Quellenwand-Produkt. Danach können wir den Wert des Strahlenwirkungsgrades (in Funktion auch der Dichte des Produktes) bestimmen.

Wir haben somit die nötigen Daten: Durchsatz, Dosis und Wirkungsgrad zur Berechnung der Quellenwandaktivität. Wir legen sie in bezug auf Maximumdurchsatz aus.

Nun steht die Anlage endgültig fest. Diese maximale Aktivität erlaubt uns, die Wanddicke der Betonabschirmung zu rechnen und auszulegen.

Die Wahl des Anlagetyps für die Strahlenbehandlung eines einzigen Produktes (d. h. immer die gleiche Dichte und Dosis!) stellt kein schweres Problem dar! Falls aber, wie schon erwähnt, mehrere Produkte bei unterschiedlichen Dichten und Dosen bestrahlt werden müssen, dann ist es nötig, Kompromisse bei der Auslegung zu schliessen.

Um praktisch jede Verpackung zu bestrahlen, werden die Produkte in Hängekästen beladen. Diese werden dann, je nach der absorbierten Dosis und unabhängig voneinander, so viele Male um die Quellenwand geführt, bis die Be-

strahlung abgeschlossen ist. Dieser Ablauf bedingt aber eine komplizierte Steuerung.

Abbildung 1 zeigt eine komplette Bearbeitungs-, Lagerungs- und Bestrahlungsanlage für Kartoffeln. Hier beansprucht die Bestrahlungsanlage nur einen sehr kleinen Teil der zur Verfügung stehenden Fläche!

Kurze Betrachtung über Wirtschaftlichkeit und Energieverbrauch

Die folgenden Angaben sind aus der Literatur entnommen, ohne Zugrundelegung eines bestimmten Anlagetyps. Eine genauere Beurteilung für einzelne oder mehrere Produkte würde wegen des kurzen Referates zu weit führen!

In Anlehnung an die in der Einleitung gegebene Dosisbereicheinteilung haben wir folgendes Bild:

– *Niedriger Dosisbreich:*

Kosten der Strahlenbehandlung variieren von 0,3 Dollar pro Tonne bis ca. 10 $/t. In Prozent ausgedrückt: von 0,7 bis 7% des Endpreises.

– *Mittlerer Dosisbereich (100–1000 Krad):*

Kosten bewegen sich von 0,3 $/t bis 100 $/t, d. h. 0,3–5% des Endpreises.

– *Höherer Dosisbereich (2000–5000 Krad):*

Behandlungskosten von 20 $/t bis 200 $/t, d. h. 0,2–2%.

Für die Betrachtung des Energieverbrauches nehmen wir als Beispiel die Strahlenbehandlung von Zwiebeln oder Kartoffeln an.

Beide Produkte werden zwecks Verlängerung der Haltbarkeit bei Dosen zwischen 5 und 15 Krad bestrahlt. Die anschliessende Lagerung kann dann bei höheren Temperaturen als bei den unbehandelten Zwiebeln/Kartoffeln erfolgen. Der totale Energieverbrauch inklusiv die Lagerung nach der Behandlung soll somit approximativ 70 KJ per kg betragen. Bei der aktuell herrschenden Methode verlangt die Lagerung 15 mal mehr Energie, d. h. ca. 1000 KJ/kg!

Mit der Ablösung konventioneller Verfahren durch Bestrahlungsverfahren wird daher auch ein Beitrag zur Reduzierung des Verbrauches an Primärenergie geleistet!

Zusammenfassung

Nach allgemeiner Erläuterung der Anwendungsbereiche der Bestrahlungstechnik wird eine Bestrahlungsanlage mit den verschiedenen Komponenten kurz skizziert. Anhand eines praktischen Beispiels werden die wichtigen Parameter zur Auslegung einer solchen Anlage bestimmt. Am Schluss sind noch einige Wirtschaftlichkeits- und Energieverbrauchsbetrachtungen aufgeführt.

Résumé

Après une introduction générale s'étendant sur l'application de la technique du rayonnement ionisant, une installation d'irradiation ainsi que ses composants sont brièvement esquissés. Sur la base d'un exemple pratique, la méthode permettant de calculer et de fixer les paramètres nécessaires à définir une telle installation sont expliqués. Pour terminer, quelques aspects économiques et énergétiques se rapportant à l'irradiation sont relatés.

Summary

The short description of an irradiation plant and its components, following a summary of the different fields of application of ionizing radiation, is presented. On the basis of a real project the most important parameters for the layout of such a plant are discussed. At the end a short reference about economical aspects and energy consumption of irradiation processes is also given.

H. Herrnhut
dipl. Physiker
Gebrüder Sulzer AG
Kernenergieanlagen 0340
CH-8401 Winterthur