

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	81 (1990)
<b>Heft:</b>	6
<b>Artikel:</b>	Hygienische Risiken bei einigen neueren Produkten und Verfahren : principielle Überlegungen = Hygienic hazards with novel products and processes : general considerations
<b>Autor:</b>	Sinell, H.-J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-982627">https://doi.org/10.5169/seals-982627</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

H.-J. Sinell, Institut für Lebensmittelhygiene der Freien Universität Berlin, Berlin

## Hygienische Risiken bei einigen neueren Produkten und Verfahren: prinzipielle Überlegungen

Hygienic Hazards with Novel Products and Processes:  
General Considerations

### Einleitung

Wenn man der Berichterstattung in manchen öffentlichen Medien glauben darf, dann sind Essen und Trinken heute risikoreicher denn je zuvor in der Geschichte der Menschheit. Doch von Schadstoffen, Umweltchemikalien und anderen unerwünschten Stoffen soll hier nicht die Rede sein, sondern von hygienischen Risiken. Eine sachliche Analyse der Situation zeigt nämlich, dass nicht die «Chemie in der Nahrung», sondern mikrobiell bedingte Schädlichkeiten unsere Gesundheit unmittelbar gefährden. Dabei stehen die altbekannten Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen nach wie vor auf der Tagesordnung. Die Salmonellose, von der wir Mitte der 80er Jahre meinten, sie habe ein gewisses Plateau erreicht, gehe womöglich etwas zurück, behauptet nach wie vor eine traurige Spaltenstellung. Die Häufung der *Salmonella enteritidis*-Fälle insbesondere ist besorgniserregend und keinesfalls nur auf Grossbritannien beschränkt. Auch in der Bundesrepublik Deutschland dürfte mittlerweile – wie auch in einigen anderen Staaten – die Zahl der *Salmonella enteritidis*-Isolierungen die von *S. typhimurium* längst übertreffen. Andere Infektionen kommen hinzu (1), als Schlagworte seien nur *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* und *coli* und natürlich auch *Listeria monocytogenes* genannt, vor allem aber auch die wegen diagnostischer Probleme im Routinebetrieb nur schwer erfassbaren EEC-Infektionen.

Erörtert man die Ursachen für diese Entwicklung, taucht unausweichlich die Frage auf, ob denn nicht auch die industrielle Lebensmittelverarbeitung und insbesondere die immer weiter fortschreitende moderne Technologie hierfür ursächlich seien. Eigentlich ist die Frage in dieser pauschalen Form unzulässig, und sie sollte ebenso pauschal verneint werden. Andererseits ist natürlich nicht auszuschliessen, dass die Einführung neuer oder die Änderung herkömmlicher Herstellungstechniken erhebliche Probleme bringen können, wenn nicht in jedem ein-

zernen Fall die hygienischen Implikationen, d. h. die Erhöhung oder auch die Minderung eines etwaigen Gesundheitsrisikos, sorgfältig analysiert werden.

Ein geradezu klassisches Beispiel für diese Überlegungen liefern die vor kurzem (Juni 1989) aus England berichteten Botulismusfälle mit 27 Einzelerkrankungen und einem Todesfall, die auf Haselnussjoghurt zurückzuführen waren (2). In dem gut eingeführten und hygienisch sicheren Erzeugnis war in der ursprünglich stark gezuckerten Haselnussmasse («Marmelade») aus gerösteten Haselnüssen, Stärke, Wasser und anderen Zutaten der Zucker zur Reduktion des Brennwertes durch den Süßstoff Aspartam ersetzt worden, was den Wünschen einer breiteren Käuferschicht entgegenkommen sollte. Damit erhöhte sich der  $a_w$ -Wert so stark, dass im Rohmaterial vorhandene *C. botulinum*-Sporen die Chance zur Vermehrung und Toxinbildung erhielten. Die toxinhaltige Masse wurde dem Joghurt zugesetzt, der dann die Vergiftungen hervorrief. Das Beispiel macht zweierlei deutlich: 1. Nicht die primäre oder sekundäre Kontamination mit einem Erreger birgt das grösste Risiko, sondern die Bedingungen, die ihm das Wachstum und damit auch die Toxinbildung ermöglichen. 2. Scheinbar unbedeutende Änderungen eines Herstellungsverfahrens können einen Prozess ausser Kontrolle geraten lassen, was zur Katastrophe führt, wenn mehrere unglückliche Zustände zusammentreffen.

## Grundlagen, HACCP-Konzept

Das Schlagwort «ausser Kontrolle geraten» bietet Anlass, auch an dieser Stelle auf das HACCP-Prinzip hinzuweisen, das nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnis das wirksamste Konzept zur hygienischen Qualitätssicherung darstellt. Es dürfte wohl allen Teilnehmern dieser Tagung bekannt sein. Aber weil es häufig missverstanden und in seiner Leistungsfähigkeit verkannt wird und weil es im übrigen den Ansatz zur Erörterung des Themas bietet, sollen die einzelnen Stufen wenigstens stichwortartig rekapituliert werden. HACCP heisst Hazard Analysis and Critical Control Point, was sich am besten übersetzen lässt mit «Risikoanalyse und Überwachung kritischer Stufen». Die einzelnen Schritte sind (3): 1. Identifizierung der im Laufe der Gewinnung und Behandlung eines Lebensmittels auf jeder einzelnen Stufe auftretenden Hygienerisiken von der Urproduktion bis zum verzehrfertigen Erzeugnis. «Hygienerisiken» soll in diesem Zusammenhang – deutschem Sprachgebrauch folgend – nicht nur die Möglichkeit einer Gesundheitsgefährdung durch pathogene Mikroorganismen, sondern auch das Risiko mikrobiellen Verderbs einschliessen. Risikoanalyse umfasst nicht nur qualitativ die Feststellung der blossem Möglichkeit einer Gesundheits- oder Verderbsgefährdung, sondern auch die Abschätzung der Wahrscheinlichkeit, mit der eine reale Gefahr auftritt (der englische Ausdruck «risk» wäre wohl am ehesten mit «Gefährdungspotential» wiederzugeben). Die Analyse muss produkt-, verfahrens- und betriebsspezifisch durchgeführt werden. Nur dann ist eine Hygienesicherung möglich. Die Feststellungen machen sogleich deutlich, dass es keine für jeden Einzelfall gültige Patentlösung gibt. Vielmehr muss in jedem einzelnen Betrieb

und bei jedem Prozess diese Analyse durchgeführt werden, was häufig verkannt wird.

2. Der nächste Schritt ist die Bestimmung der kritischen Kontrollpunkte (Critical Control Points, CCP). Kritische Kontrollpunkte sind die örtlichen Gegebenheiten, Praktiken, Tätigkeiten oder Verfahren, an denen regulierend eingegriffen werden kann, um ein erkanntes Risiko zu mindern oder ihm vorzubeugen. Zum Verständnis der Leistungsfähigkeit des HACCP-Konzeptes ist es unerlässlich, sich ständig zu vergegenwärtigen, dass es zwei Arten von CCP's gibt: CCP 1 *garantiert* die Beherrschung eines Risikos. In der Regel ist das nur durch Erhitzungsprozesse oder entsprechende Senkung von  $a_w$  oder pH möglich. In den entsprechenden Publikationen wird gelegentlich auch die Kühlung als CCP 1 bezeichnet. Dies bezieht sich indessen nur auf die Beherrschung eines bestimmten Teilrisikos, z. B. die *Vermehrung* von Salmonellen während der Lagerung von Rohfleisch oder Geflügel (3, 4). In den meisten anderen Fällen ist die Kühlung nicht geeignet, ein Risiko völlig unter Kontrolle zu bringen. Sie gilt deshalb als CCP 2, d. h. als Kontrollpunkt, bei dem ein Risiko vermindert, aber nicht vollständig unter Kontrolle gebracht wird. In der Fleischhygiene sind die vielen Operationen der Zerlegung, Evisceration, Entbeinung, Waschen, Entfedern, der Lagerung und ggf. Verpackung sämtlich CCP 2. Sie tragen zur Kontaminationsvorbeuge bei, sind aber nicht geeignet, etwaige Gesundheitsrisiken mit Sicherheit und in jedem Fall zu beherrschen.

3. Der dritte Schritt im HACCP-Konzept betrifft die Angabe der Kriterien, die anzeigen, ob eine Operation an einem bestimmten CCP unter Kontrolle ist. Sie werden durch Grenzwerte für physikalische, chemische, biologische oder mikrobiologische Größen wiedergegeben.

4. Das *Monitoring* umfasst die eigentlichen Überwachungsmassnahmen der unter 3 angegebenen Kriterien. Es ist die systematische Erfassung, Messung und Aufzeichnung aller für die Beherrschung eines Risikos bedeutsamen Daten und sonstigen Umstände. «Monitoring» ist im Sinne eines Warnvorganges zu verstehen, der eine Korrektur des ausser Kontrolle geratenen Prozesses bereits *vor* dem Ablauf oder wenigstens noch während des Ablaufes gestattet, nicht aber erst hinterher, wenn das Produkt die betreffende Prozessstufe bereits durchlaufen hat. Monitoring ist damit die entscheidende Operation innerhalb des HACCP-Konzeptes und damit das Kernstück jeder echten Prozesskontrolle.

Wirksam ist Monitoring namentlich an den CCP 1 nur, wenn es kontinuierlich erfolgt, wie etwa die Aufzeichnung von T-/t-Funktionen bei thermischen Prozessen oder auch bei fortlaufender Erfassung von  $a_w$ - oder pH-Werten. Nur die *kontinuierliche* Erfassung der Kontrolldaten garantiert Sicherheit. Diskontinuierlich durchgeführte Messungen, Inspektionen oder auch Einzeluntersuchungen sind mit allen Mängeln und Unzuverlässigkeiten des Stichprobensystems behaftet, so nützlich und im Einzelfall auch notwendig sie sein mögen. Hierin liegt auch der Schlüssel für die Beherrschung der Risiken bei neueren Produkten oder Verfahren. Überall dort, wo kontinuierliche Überwachung, kontinuierliches Monitoring der CCP's 1 möglich ist, wird man sich auf der sicheren Seite befinden. In allen anderen Fällen bleibt ein Restrisiko, das man sehr wohl eingehen kann, das aber kalkulierbar bleiben muss.

Nur der Vollständigkeit halber sollen auch die beiden letzten HACCP-Stufen erwähnt werden. Sie ergeben sich aus den vorigen:

5. Diese Stufe umfasst die Korrekturmassnahmen, die ergriffen werden müssen, sobald das Monitoring anzeigt, dass ein Prozess ausser Kontrolle gerät.  
6. «Verification» entspicht in diesem Zusammenhang am ehesten «Bestätigung». Damit soll überprüft werden, ob das etablierte HACCP-System funktioniert. Eine solche Systemkontrolle («Kontrolle der Kontrolle») (5) wäre z. B. möglich durch Untersuchung von Endproduktstichproben, was in der Praxis nicht nur im Rahmen innerbetrieblicher Qualitätskontrollmassnahmen geschieht, sondern auch durch die Probennahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung. Auch Kundenbeschwerden sind eine Information innerhalb dieses Kontrollsystems. Verification kann aber auch betrieben werden durch Installierung von Untersuchungen an bestimmten CCP's, die im Routinebetrieb wegen zu grossen Aufwandes nicht durchführbar und üblicherweise auch nicht erforderlich sind, z. B. die mikrobiologische Überprüfung von Reinigungs- und Desinfektionsmassnahmen.

### Umsetzungen in die Praxis

In den Vereinigten Staaten messen Gesundheitsbehörden und die FDA dem HACCP-System erhebliche Bedeutung bei. Die kanadische Regierung hat beträchtliche Anstrengungen unternommen, um das System landesweit zu propagieren und in allen Bereichen der Lebensmittelverarbeitung zu etablieren (6). In den USA ist die Einführung von HACCP fester Bestandteil bei der Einführung von Programmen zur lebensmittelhygienischen Qualitätssicherung sowohl von seiten der verarbeitenden Industrie (7) als auch von seiten der für die Seetierüberwachung (8) und die amtliche Fleisch- und Geflügeluntersuchung (9) zuständigen Behörden.

Speziell für die Entwicklung neuerer Produkte hat die ICMSF (3) auf der Basis des HACCP-Konzeptes ein Schema vorgeschlagen, das hier referiert werden soll, weil es einige wichtige übergreifende Gesichtspunkte enthält:

Produktentwicklung und Verkauf schlagen ein Konzept für ein neues Produkt vor. Die Produktdefinition hat zu berücksichtigen: Zutaten, Rezepturen, Fertigungsstätte, Vorstellungen über die anzusprechende Käuferschicht und die voraussichtliche Verwendung des Produktes. Schon in diesem Planungsstadium müssen Überlegungen zu folgenden Punkten angestellt werden: stabilitätsbeeinflussende intrinsic factors ( $\text{pH}$ ,  $a_w$ , Konservierungsmittel) und extrinsic factors (Temperatur, Lagerbedingungen, Verpackung), erwartete Haltbarkeit, voraussichtliche Risiken. Erst dann wird ein Prozessablauf entworfen. Dabei sind zunächst Rohmaterial, -lagerung und -behandlung zu berücksichtigen und danach der Prozessablauf im einzelnen zu gestalten. Die Beschreibung der einzelnen Be- und Verarbeitungsschritte gehören ebenso dazu wie die Auswahl der entsprechenden technischen Ausrüstung. Die Prozessschritte sind dann zu einer geschlossenen Linie zu kombinieren, die wiederum in eine bestehende oder neu zu errichtende Anlage zu integrieren ist. Unerlässlich sind bei der Prozessgestaltung auch die Anfor-

derungen an Reinigung und Desinfektion und an das hier einzusetzende Personal, und zwar sowohl in gesundheitlicher Hinsicht als auch in bezug auf den technischen Ausbildungsstand. Der umfasst nicht bloss die rein handwerklich-technische Qualifikation, sondern auch – selbstverständlich – den Entwicklungsstand des «Hygienebewusstseins».

Die darauf folgende Risikoanalyse (Hazard Analysis) soll die mutmasslichen Risiken ermitteln, ebenso wie die am ehesten in Betracht kommenden CCP's einschliesslich des zugehörigen Monitoring-Verfahrens. Der letzte Schritt dieses Stufenplanes ist dann die Festlegung der Verfahrensweise an den jeweiligen CCP's, die Entwicklung von Richtlinien für den Fall eines Abweichens von den festgelegten Kriterien. Schliesslich müssen erhobene Befunde gesammelt und in einer Weise dokumentiert werden, die raschen Zugriff zu jeder gewünschten Information gestattet. Selbstverständlich müssen diese Schritte nicht nur konsekutiv und unabhängig voneinander konzipiert werden. Sie müssen vielmehr in ständiger Rückkopplung zueinander stehen, so dass bei der endgültigen Gestaltung des Prozessablaufs die wesentlichen HACCP-Vorgaben bereits berücksichtigt sind. Bei einer solchen integrativen Betrachtung wäre denkbar, dass bereits im Stadium der Produktbeschreibung oder der Prozessgestaltung das Konzept in entscheidenden Punkten geändert oder überhaupt nicht weiter verfolgt wird, weil die vorauszusehenden Risiken zu gross und durch Fehlen effektiv wirksamer CCP's nicht beherrschbar sind.

Aus eigener Sicht soll für die letztgenannten Punkte etwas hinzugefügt werden, was dem Fachmann selbstverständlich ist, was aber der blosen Beschreibung des Systems nicht ohne weiteres entnommen werden kann. Gemeint ist das *Krisenmanagement* in Form eines sogenannten «Havarieplanes». Er hat festzulegen, was zu geschehen hat, wenn an irgendeiner Stelle der gesamte Prozessablauf eine Stockung erfährt oder eine sonstige Störung eintritt. *Vorab* schon ist zu prüfen, ob die planmäßig festgelegten CCP's und das zugehörige Monitoring ausreichen, um auch das im Verlauf einer Havarie erhöhte Risiko abzudecken. Gegebenenfalls müsste die Einschaltung zusätzlicher Kontrollmassnahmen erwogen oder als weitestgehende Entscheidung beim Auftreten bestimmter Havarien die Sperrung einzelner Zutaten oder sogar ganzer Produktchargen vorgesehen werden.

## Neuere Produkte und Verfahren

Die bisherigen Überlegungen haben eher grundsätzlichen Charakter und tragen vor allem auch keinen konkreten Bezug zu den im Thema angekündigten «Neueren Verfahren oder Produkten». Es sollte aber deutlich geworden sein, dass es bestimmte Grundsätze der Risikobeherrschung gibt, die im Prinzip auf jedes Verfahren und jedes Erzeugnis angewendet werden können. Im folgenden soll dies an einigen Beispielen veranschaulicht werden: Sous vide, aseptische Füllung, Mikrowellenbehandlung und sogenannte «Bio-Rohwürste».

### *Sous-vide*

Bei diesem modernen Herstellungsverfahren für Fertiggerichte wird das Füllgut in undurchlässige hitzestabile Hüllen verpackt, evakuiert, hermetisch verschlossen, einer schonenden Erhitzung unterworfen und anschliessend nach Schnellkühlung bei Kühltemperaturen bis zur Regeneration zum Verzehr aufbewahrt. Die beabsichtigte Haltbarkeit beträgt einige Wochen. Die Erhitzung soll gerade so hoch sein, dass optimale Verzehrsqualität erhalten bleibt. Das Dilemma ergibt sich aus der überlebenden Mikrobenpopulation einerseits und der Forderung nach relativ langer Haltbarkeit andererseits. Bei den üblichen nach dem Cook-/Chill-Verfahren hergestellten Fertiggerichten beträgt die Haltbarkeit nur ein paar Tage (10).

In einem ersten Report des UK-Committee on the Microbiological Safety of Foods findet sich eine Zusammenstellung der kritischen Prozessschritte, die von Dr. Baird-Parker verfasst und mir freundlicherweise zur Verfügung gestellt worden ist (Baird-Parker, persönliche Mitteilung, 1990). Dabei ergeben sich folgende Stufen: Rohmaterial (Kauf, Anlieferung, Lagerung), Behandlung und Zubereitung des Rohmaterials, Vakuumverpackung, Erhitzen, Kühlen, Zweitverpackung, Lagerung, Verteilung. Angesichts der relativ langen Lagerfristen wird als unabdingbar gefordert, dass das Endprodukt von *Listeria monocytogenes* und von psychrotrophen Stämmen von *C. botulinum* frei ist. Die Erhitzung muss eine Reduktion von nicht-proteolytischen *C. botulinum*-Stämmen um einen Faktor von  $10^6$  (6 D-Prozess) sicherstellen. Ohne dass damit eine exakte Temperatur T/t-Beziehung angegeben wäre, liegt diese Erhitzung doch deutlich über den 65 °C, die üblicherweise bei Cook-/Chill-Gerichten mit ihrer kurzen Haltbarkeit angewendet und in den verschiedenen Rechtsnormen auch international gefordert werden (vgl. 11). Eine Reduzierung der für die längerfristig haltbaren Sous-vide-Produkte erforderlichen Hitzebelastung würde eine erhebliche Unsicherheit bedeuten. Da alle weiteren innerhalb des Prozessablaufes zu überwachenden CCP's nur zweiter Ordnung sind, würde das verbleibende Restrisiko auch bei sorgsamer Beachtung der GMP in kaum zu vertretender Weise erhöht.

### *Aseptische Füllung*

Vakuumverpackte Fertiggerichte vom Sous-vide-Typ sind vom Prinzip her keine eigentlich neue Technologie. Im Gegensatz dazu ist die *aseptische Füllung* von fliessfähigen Gütern mit stückigen Inhaltsbestandteilen ein Verfahren, das sich nur mit erheblichem technischem Aufwand darstellen lässt. UHT-Milch ist schon seit Jahrzehnten auf dem Markt. Aseptisch gefüllte Fertiggerichte dagegen gibt es noch nicht lange. Über die Erhaltung der ernährungsphysiologischen Qualität ist einiges publiziert worden (12), aber im Gegensatz zur UHT-Milch gibt es praktisch keine Literatur darüber, wie das mikrobiologisch-hygienische Design des Prozesses zu optimieren ist. In Analogie zu dem Fliessschema für UHT-Milch sind zwei CCP's 1 auszumachen:

1. Erhitzung und 2. Füllung unter sterilen Bedingungen in sterile Behältnisse.

Zwischen diesen beiden Operationen kommt evtl. noch die Kühlung bei bestimmten Produkten hinzu. Das Monitoring ist beim Erhitzen unproblematisch. Das eigentliche Problem ist das Monitoring des Füll- und Abpackprozesses. In der Beschreibung des HACCP-Plans gibt ICMSF (3) lediglich an: Oberflächen mit Produktkontakt und die Siegelklemmen werden nach jeder Reinigung daraufhin inspiziert, ob sie sauber sind. Damit wird das Schwergewicht der Verantwortung auf die «Verification» verlagert. Bei Erstinstallation eines Prozesses (UHT-Milch) wird als Belastungstest eine Inkubation von 100% des Produktes empfohlen. Nach dem Einlaufen der Produktion könne diese Rate auf beispielsweise 0,01% einer Charge gesenkt werden.

Die Gesundheitsrisiken sind für den Fall, dass der Prozess ausser Kontrolle gerät, nicht unerheblich. Berichte über das Vorkommen von *S. aureus* und sogar von Staphylokokken-Enterotoxinen in H-Milch sind bekannt (13). Entsprechende Berichte über die Rekontamination von aseptisch gefüllten verzehrfertigen Gerichten fehlen. Gewiss, es wird mehr H-Milch produziert als aseptisch gefüllte Fertiggerichte. Es scheint aber, als würden die Hersteller angesichts der möglichen Gefahren für die gewissenhafte Überwachung des Prozesses auch besondere Aufwand treiben.

Da es unmöglich ist, die Keimfreiheit des Abfüllprozesses während des Verfahrensablaufes kontinuierlich zu überwachen, kann auf die Endproduktkontrolle nicht verzichtet werden («Verification»). Bebrütungsteste auf einen Stichprobenumfang von (ca.) 1/10 000 der Produktion zu beschränken, mag bei eingefahreneren Produkten wie H-Milch angehen. Bei neueren Erzeugnissen, wie aseptisch gefüllten Fertiggerichten, reicht das nicht aus. Für die Bemessung des Stichprobenumfangs wäre zunächst zu klären, welche Rate an mikrobiell kontaminierten Packungen bei strikter Einhaltung von GHP-Bedingungen toleriert werden müsste. Publiziert ist hierüber nichts Verlässliches. Die Angaben aus der Produktion sind verständlicherweise nur sehr vage; denn es kommt ja nicht jeder Fall einer mikrobiellen Veränderung dem Hersteller zur Kenntnis. Die Raten schwanken zwischen  $< 10^{-5}$  bis hinauf in den Bereich von etwa 1%. Letzteres erscheint unakzeptabel und mit GHP-Bedingungen nicht vereinbar. So gesehen dürfte die – auch nicht näher belegte – Angabe von ICMSF (3) von einer mikrobiell kontaminierten Packung unter 5–10 000 einigermassen realistisch sein. Die für H-Milch geltende Forderung sollte für aseptisch gefüllte saure Produkte übernommen werden. Das Risiko betrifft hier in erster Linie das Wachstum von Laktobazillen, Hefen und Schimmelpilzen, evtl. bei letzteren auch die Toxinbildung.

Im Rahmen einer gutachtlichen Ausserung hatten wir zur Frage des Stichprobenumfangs und zur Bemessung der als notwendig erachteten Inkubationsbedingungen Stellung zu nehmen. Die im Experiment und auch unter den Bedingungen grosstechnischer Fertigung an einem suppigen Erzeugnis mit stückigen Einlagen und einem pH-Wert  $< 4,5$  gewonnenen Erkenntnisse führten uns zu dem Schluss, dass eine Information über den Anteil mikrobiell kontaminierte Einzelstücke nur aufgrund einer Totalerhebung zu gewinnen ist. Eine wie auch immer bemessene Teilstichprobe bietet keine ausreichende Sicherheit. Kriterium für die Prüfung, die zerstörungsfrei verlaufen muss, ist das Auftreten von Bomba-

gen. Dabei ist vorausgesetzt, dass die kontaminierenden Hefen und Schimmelpilze Gas bilden, was zugegebenermaßen einen gewissen Unsicherheitsfaktor darstellt.

Auch minimale Kontaminationen mit Hefen und Schimmelpilzen (rechnerisch 0,3 kbE Schimmelpilze/Packung bzw. 2 kbE Hefen/Packung) liessen sich mit diesem Verfahren nachweisen. Da eine Bebrütung bei entsprechend hohen Temperaturen im optimalen Wachstumsbereich nicht möglich war, kam nur eine Lagerung bei üblicher Umgebungstemperatur in Betracht. Bei Temperaturen über 15 °C, wie sie während der wärmeren Jahreszeit in Lagerräumen im allgemeinen gewährleistet sind, liessen sich die Packungen mit mikrobiellem Wachstum sämtlich innerhalb eines Zeitraumes von 5 Wochen identifizieren. Die Prüfung erfolgte lediglich durch blosse Sichtkontrolle. Nicht bombierte Einheiten enthielten bei der nachfolgenden kulturellen Untersuchung keine vermehrungsfähigen Keime. Lagertemperaturen unter 15 °C und eine Beobachtungsdauer von weniger als 5 Wochen («Quarantäne») reichen nach unserer Beobachtung nicht aus, um Gasbildung und daraus resultierende Bombagen zu erkennen. Leider verfügen wir mit Gütern mit einem pH > 4,5 noch über keine Erfahrung. Hinsichtlich der mikrobiologischen Situation dürften mit Sicherheit keine geringeren Anforderungen zu stellen sein als bei sauren Produkten. Der Prozess muss mit absoluter Sicherheit *C. botulinum* beseitigen, und die Anforderungen an die «Verification» müssen eher noch stringenter sein. Man wird auch hier um eine Totalerhebung an der Produktion mit Bombage-Kontrolle nicht herumkommen.

### *Mikrowellenbehandlung*

Behandlung von Lebensmitteln im Hochfrequenzfeld ist eine weit verbreitete Technik. Die Skepsis weiter Kreise der Öffentlichkeit gegenüber moderner Technologie macht auch vor der Mikrowelle nicht Halt. Die Ablehnung des Konsumenten lässt sich um so leichter provozieren, wenn die unmittelbare Nachbarschaft zur Behandlung mit hochenergetischen ionisierenden Strahlen suggeriert wird. Verlautbarungen seriöser wissenschaftlicher Journale (14) gehen in diese Richtung, und sogar eine Veröffentlichung des Pressedienstes des BGA nimmt dazu wenig qualifiziert Stellung (15). Die zumeist vorgebrachte Argumentation, die Mikrowellenbehandlung führe zu einer weniger starken Keimreduktion als konventionelle Erhitzungsmethoden, hält einer Nachprüfung unter kontrollierten Bedingungen im Experiment nicht stand. Bestimmungen der dezimalen Reduktionszeiten und der z-Werte an verschiedenen Pathogenen und Verderbserregern ergaben zwischen Mikrowellenbehandlung und konventioneller Erhitzung Unterschiede, die im Prinzip keine einheitliche Tendenz erkennen liessen.

Bei genauer Aufschlüsselung der Ergebnisse zeigte z. B. *S. aureus* bei 55 °C im Mikrowellenfeld signifikant höhere Absterberaten als bei konventioneller Erhitzung. Bei 60 °C war die Beziehung genau umgekehrt. Die Unterschiede waren minimal, wenn auch signifikant. Wegen der Widersprüchlichkeit der Ergebnisse müssen wir die Unterschiede als methodisch bedingt ansehen (16). In gleicher Weise möchten wir auch das im Mikrowellenfeld bei 37 °C gegenüber Wasser-

badbebrütung etwas verzögerte Wachstum von *Escherichia coli* interpretieren. Für generell niedrigere Abtötungsraten durch Mikrowellenbehandlung gibt es jedenfalls keinen Anhalt.

Was häufig nicht genügend beobachtet wird, ist die inhomogene Verteilung der Wärme im mikrowellenbehandelten Gut. Dieser Effekt ist in Form der «hot» und «cold spots» gut bekannt. Mit solchen Effekten dürften auch Beobachtungen über das Überleben von Salmonellen (17) oder *Listeria monocytogenes* (18) in Geflügelzubereitungen zusammenhängen. Auch ein positiver Effekt, nämlich die Bildung von im Vergleich zum konventionellen Braten niedrigeren Konzentrationen von Nitrosaminen in Bacon könnte damit zusammenhängen (19). Leider lassen sich Verteilung und Grösse der Inhomogenitäten nicht kalkulieren. Die Konsequenz für die Praxis ist einfach: länger erhitzen, Intervallerhitzung, einige Minuten Verweilzeit oder Verbesserung der Konvektion durch Rühren oder andere Massnahmen. Die Mikrowellenbehandlung in Verruf zu bringen, besteht jedenfalls kein Anlass.

Folgendes ist allerdings zu bedenken: Die Erhitzung einer fertigen Zubereitung lediglich auf Verzehrstemperatur ist in *keinem* Fall eine verlässliche Dekontamination, gleich ob konventionell oder in der Mikrowelle erhitzt wird. Verbraucher und Hersteller müssen das wissen. Über den Umgang mit Lebensmitteln im Haushalt sind kürzlich an dieser Stelle übersichtliche Empfehlungen gegeben worden (20). Wer meint (Hersteller und Konsument), die Erwärmung zum Verzehr müsse im Interesse der mikrobiologischen Sicherheit einen Effekt haben, muss auf Kerntemperaturen von mehr als 70 °C erhitzen, d. h. gründlich durchkochen. Da dies beim haushaltsüblichen Erwärmen auf Verzehrstemperatur weder mit der Mikrowelle noch auch bei konventioneller Erhitzung geschieht, wird den Herstellern dringend angeraten, Erhitzungsdauer und -temperaturen in der Warendeklaration sorgfältig und unmissverständlich anzugeben. Sofern ein dekontaminierender Effekt vom Hersteller unterstellt und vorausgesetzt wird, muss er demgemäß auf die strikte Beachtung der Zubereitungsanweisungen hinweisen.

### Bio-Rohwürste

Bei den bisher aufgeführten Beispielen sind die CCP's in jedem Falle T/t-Funktionen. Bei den Rohwürsten sind es biochemische und physikalische Faktoren, die die mikrobiologische Stabilität regulieren. Die charakteristischen Veränderungen bei der Entstehung einer Rohwurst sind unter dem Begriff «Reifung» bekannt. Sie umfasst die durch Pökelstoffe bedingte Umrötung und die Entwicklung eines typischen schwach säuerlichen Aromas. Zudem trocknen die Würste ab und erfahren eine charakteristische Konsistenzveränderung, die «Bindung». Der gesamte Reifungsprozess ist, soweit es das Wachstum von Salmonellen angeht, CCP (4).

Sogenannte «Bio»-Rohwürste enthalten in der Regel keine Pökelstoffe, was das mikrobiologische Risiko erhöht. (Auf die Problematik im Zusammenhang mit der in der Bundesrepublik Deutschland geltenden Hackfleisch-Verordnung soll hier nicht eingegangen werden.) Um solche Würste mikrobiologisch «sicher» zu

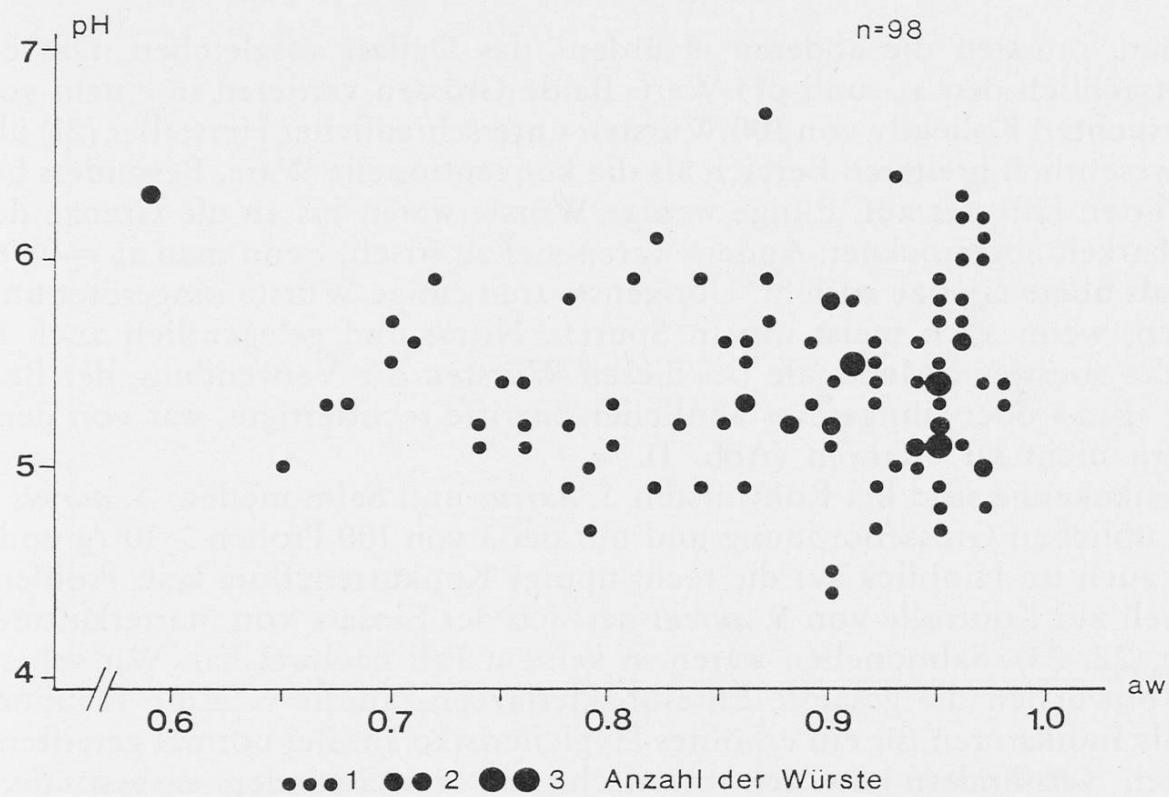


Abb. 1. Verteilung von  $a_w$ - und pH-Werten bei 100 Bio-Rohwürsten

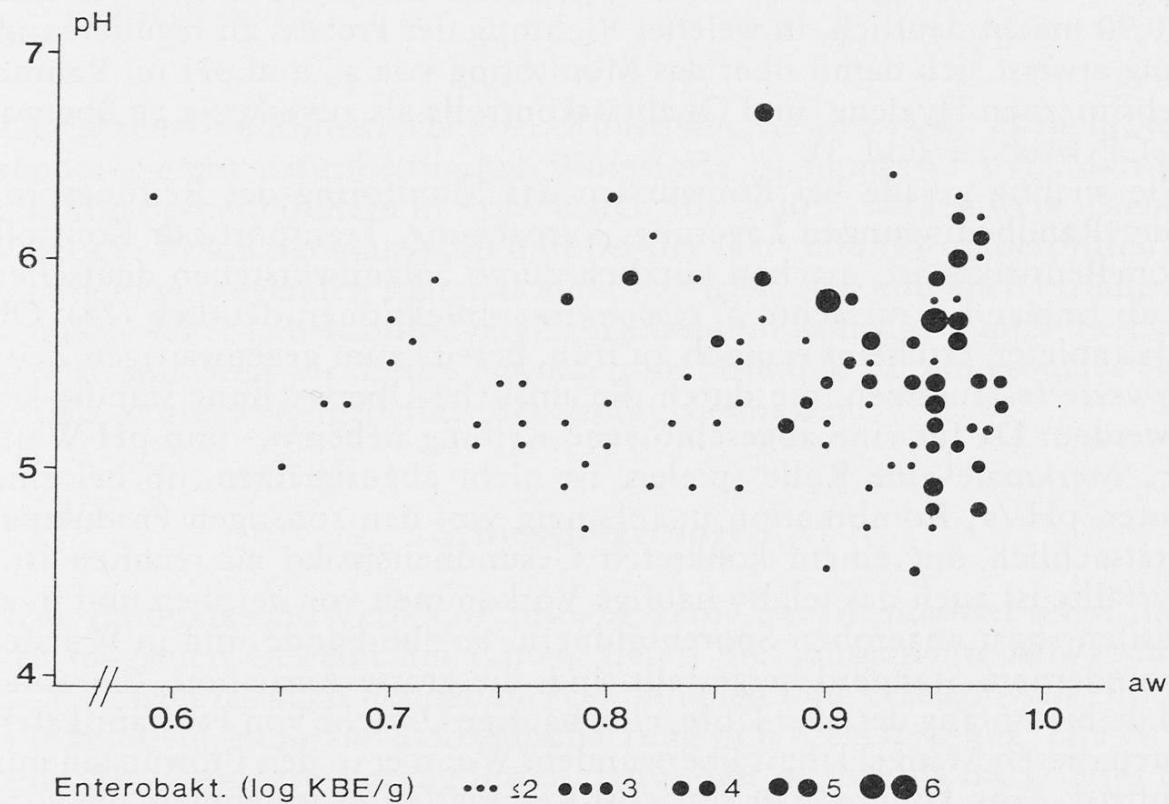


Abb. 2. Vorkommen und Häufigkeit von Enterobakteriaceen bei Bio-Rohwürsten mit unterschiedlichen pH- und  $a_w$ -Werten. Die Dicke der Punkte symbolisiert die Enterobakteriaceen-Zahl/g

machen, müssten die anderen «Hürden» das Defizit ausgleichen. Das betrifft hauptsächlich den  $a_w$ - und pH-Wert. Beide Größen variieren in einem von uns untersuchten Kollektiv von 100 Würsten unterschiedlicher Hersteller (21) über einen wesentlich breiteren Bereich als die konventionelle Ware. Besonders bei den  $a_w$ -Werten fällt das auf. Einige wenige Würste waren bis an die Grenze der Geniessbarkeit abgetrocknet. Andere waren viel zu frisch, wenn man  $a_w = 0,96$  oder 0,97 als obere Grenze ansieht. Übrigens waren einige Würste umgerötet und enthielten, wenn auch meist nur in Spuren, Nitrat und gelegentlich auch Nitrit. Welche sonstigen Merkmale bei diesen Würsten die Verwendung der Bezeichnung «Bio» oder sinngemäss ähnlicher Begriffe rechtfertigte, war von den Herstellern nicht zu erfahren (Abb. 1).

Risikokeime sind bei Rohwürsten *S. aureus* und Salmonellen. *S. aureus* lag in einer üblichen Größenordnung und nur bei 3 von 100 Proben  $> 10^2/g$  und stellt wohl auch im Hinblick auf die recht üppige Konkurrenzflora kein Problem dar. Speziell zur Kontrolle von *S. aureus* hat sich der Einsatz von Starterkulturen bewährt (22, 23). Salmonellen waren in keinem Fall nachweisbar. Wir sehen aber bei Rohwürsten die gesamte Enterobakteriaceen-Familie und die Pseudomonaden als Indikatoren für ein erhöhtes Hygienerisiko an. Bei normal gereiften Rohwürsten vermindern sie sich drastisch und verschwinden insbesondere bei schnittfester Ware praktisch völlig. Zahlen von  $> 10^3$  bis  $> 10^4/g$  sind für konventionell hergestellte Rohwürste ungewöhnlich und weisen auf ungenügende Reifung hin. Die Häufung dieser Funde bei Würsten mit pH-Werten  $> 5,0$  und/oder  $a_w \geq 0,90$  macht deutlich, in welcher Richtung der Prozess zu regulieren ist. Die Reifung erweist sich damit über das Monitoring von  $a_w$  und pH im Rahmen der betriebsinternen Hygiene- und Qualitätskontrolle als zuverlässig zu überwachender CCP (Abb. 2 und 3).

Wie wichtig gerade bei Rohwürsten das Monitoring des Reifungsprozesses und der Randbedingungen Lagerung, Verpackung, Transport zur Kontrolle des Salmonellenrisikos ist, machen kürzlich durch Salamiwürstchen deutscher Herkunft in England verursachte *S. typhimurium*-Infektionen deutlich (24). Obwohl es sich anbietet, erscheint es noch zu früh, bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt Grenzwerte festzusetzen, die durch die amtliche Überwachung ständig kontrolliert werden. Da für eine abgeschlossene Reifung neben  $a_w$ - und pH-Wert auch andere Merkmale eine Rolle spielen, ist nicht abzuschätzen, ob bei einer bestimmten pH-/ $a_w$ -Kombination unabhängig von den sonstigen Produktparametern tatsächlich mit einem konkreten Gesundheitsrisiko zu rechnen ist.

Auffällig ist auch das relativ häufige Vorkommen von aeroben und in einzelnen Fällen sogar anaeroben Sporenbildnern. Solche Funde sind in Würsten, die nach modernem Standard hergestellt sind, die grosse Ausnahme. Sie waren früher, d. h. bis Anfang der 60er Jahre, eine häufige Ursache von Fehlfabrikaten. Wir glaubten diesen Mangel längst überwunden. Wenn er in den Biowürsten nun wieder auftritt, dann könnte man zunächst Reifungsfehler annehmen, die vor allem durch mangelhafte Steuerung atmosphärischer Parameter, wie Temperatur, Feuchte, Abtrocknungsgradient, Luftumwälzung, bedingt sein könnten. Möglicherweise spielt auch die Verarbeitung von stark verkeimten sogenannten «Na-

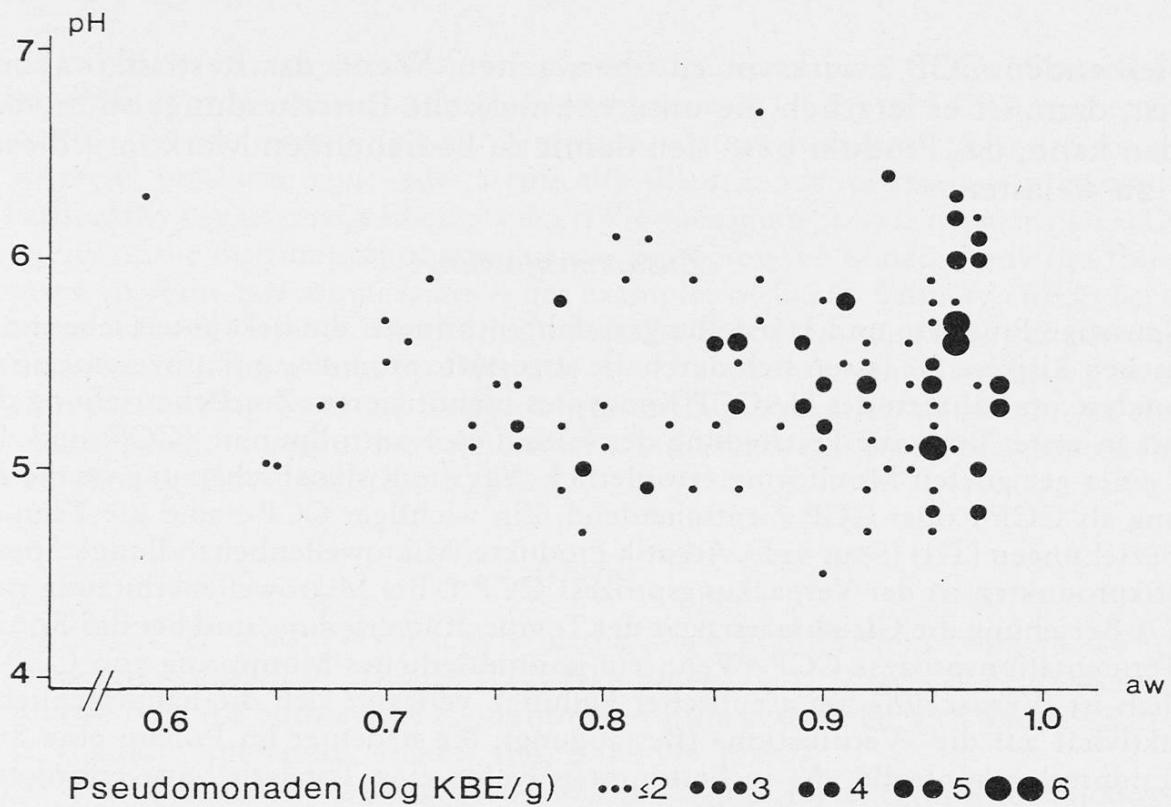


Abb. 3. Vorkommen und Häufigkeit von Pseudomonaden bei Bio-Rohwürsten mit unterschiedlichen pH- und  $a_w$ -Werten. Die Dicke der Punkte symbolisiert die Pseudomonaden-Zahl/g

tur»-Gewürzen eine Rolle. Nebenbei: Künstliche Gewürze gibt es nicht, und die Verwendung nicht naturidentischer Würzstoffe ist nicht zulässig. Man könnte Gehalte von Sporenbildnern in Rohwürsten von  $> 10^3$ /g als Hinweis ansehen, die GMP bei der Rohmaterialauswahl und bei der Herstellung zu überprüfen. Da *B. cereus* in dem vorliegenden Material nicht nachgewiesen und auch bislang als Ursache mikrobieller Lebensmittelvergiftungen durch Rohwürste nicht beschrieben worden ist, möchten wir diesen Befunden im Hinblick auf ein etwaiges Gesundheitsrisiko keine weitergehende Bedeutung beimessen.

### Schlussfolgerungen

Neue Produkte und Verfahren bringen keine neuen, sondern meist die alten Risiken im neuen Gewand. Im Prinzip liefert die konsequente Anwendung des HACCP-Konzeptes auch bei neuen Technologien und Erzeugnissen ein brauchbares Instrumentarium zur Risikoabschätzung und -beherrschung. Die Neuartigkeit und der besondere Vorzug liegen darin, dass es sich als integriertes System zur Sicherung der hygienisch-mikrobiologischen Qualität von Lebensmitteln anwenden lässt. Wo es im besonderen Fall nicht möglich ist, für ein bestimmtes Risiko einen CCP 1 auszumachen und einzurichten, ist zu prüfen, was im Rahmen einer zumutbaren Erfüllung der Sorgfaltspflichten getan werden kann, um die

verbleibenden CCP 2 wirksam zu überwachen. Wenn das Restrisiko abzuschätzen ist, dann ist es letztlich die unternehmerische Entscheidung, ob es vertreten werden kann, das Produkt bzw. den damit zu bedienenden Markt mit diesem Risiko zu belasten.

### *Zusammenfassung*

Neuartige Produkte und Herstellungsverfahren bringen die bekannten lebensmittelhygienischen Risiken. Sie lassen sich durch die abgestufte produkt- und prozessspezifische Risikoanalyse im Rahmen des HACCP-Konzeptes identifizieren. Zur Beherrschung der Risiken ist in erster Linie die Feststellung der kritischen Kontrollpunkte (CCP) und die Auswahl eines geeigneten Monitoring erforderlich. Für die Risikoabschätzung ist die Klassifizierung als CCP 1 oder CCP 2 entscheidend. Ein wichtiger CCP 1 sind die Temperatur-/Zeitbeziehungen (T/t) (Sous-vide, Aseptik-Produkte, Mikrowellenbehandlung). Speziell bei Aseptikprodukten ist der Verpackungsprozess CCP 1. Bei Mikrowellenerhitzung ist neben der T/t-Beziehung die Gleichmässigkeit der Temperaturverteilung und bei Bio-Rohwürsten der Fermentationsprozess CCP. Wenn ein kontinuierliches Monitoring von CCP 1 nicht möglich ist (Verpackung bei aseptischer Füllung), verlagert sich die hauptsächliche Kontrollaktivität auf die «Verifikation» (Bestätigung). Sie bedeutet im Prinzip eine Stichproben-Endproduktkontrolle, die in bestimmten Fällen eine Totalerhebung erfordern kann, z. B. Bombagekontrolle nach Bebrütung bzw. Quarantänelagerung einer gesamten Produktionscharge. Inwieweit auch bei Einhaltung von GHP verbleibende Restrisiken hingenommen werden können, ist eine Frage unternehmerischer Entscheidung.

### *Résumé*

Lors du développement de nouveaux produits et procédés de fabrication, il y a lieu de tenir compte des risques d'hygiène alimentaires classiques. Leur identification est assurée par une analyse, par étapes, spécifique au produit et procédé dans le cadre du concept HACCP (HACCP = Hazard analysis and critical control point). La maîtrise des risques requiert tout d'abord la détermination des points de contrôle critiques (CCP) et le choix d'un système de surveillance adéquat. La classification par CCP 1 ou CCP 2 est décisive pour l'évaluation des risques. Les relations température/temps (T/t) (sous-vide, produits aséptiques, traitement par micro-ondes) sont un CCP 1 important. Le procédé d'emballage est CCP 1 pour les produits aséptiques en particulier. Autres exemples de CCP sont la régularité de la distribution de température, en plus de la relation T/t, lors de l'échauffement par micro-ondes et le procédé de fermentation pour bio-saucisses crus. L'activité de contrôle principale se concentrera sur la «vérification», confirmation, lorsqu'une surveillance en continu de CCP 1 n'est pas possible (emballage de produits aséptiques). Cette vérification signifie en principe un contrôle du produit fini par essai de sondage et dans certains cas un sondage intégral, p. ex. contrôle de bombage après incubation ou entreposage de quarantaine de la totalité d'une charge de production. Il est de la compétence de la direction de l'entreprise de décider quant à l'acceptation de risques qui restent même en respectant le principe de BPF.

### *Summary*

Novel food products and processes involve well known health hazards. Those hazards can be identified specifically to particular products and processes using the HACCP sys-

stem. Control of the hazard requires primarily the identification of Critical Control Points (CCP) and their appropriate monitoring. Classification as CCP 1 or CCP 2 is essential for the estimation of the remaining risk. Time/temperature functions ( $T/t$ ) are important CCP 1 in many products (sous-vide, aseptically filled goods, microwave processed products). Particularly in aseptically filled products the packaging process in particular is CCP 1. Homogeneity of the distribution of temperature in microwave heated foods and thorough fermentation in «bio» raw sausages are other examples of CCPs. Primary checks focus on «verification» where continuous monitoring of CCP 1 is not feasible (aseptical canning). In those instances sampling of end product may cover a whole production lot, e.g. monitoring of cans for swelling by visual inspection following incubation or quarantine storage. The top management of a plant has to consider whether those risks can be accepted that remain even though GMP has been applied.

### Literatur

1. Mermelstein, N. H. (ed.): New bacteria in the news. *Food Technol.* **40**, 16–26 (1986).
2. O'Mahony, M., Mitchell, E., Gilbert, R. J., Hutchinson, D. N., Begg, N. T., Rodhouse, J. C. and Morris, J. E.: An outbreak of foodborne botulism associated with contaminated hazelnut yoghurt. *Epidemiol. Infect.* **104**, 389–395 (1990).
3. ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Microbiological Societies): *Microorganisms in foods 4 – Application of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to ensure microbiological safety and quality*. Blackwell Scient. Publ., Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne 1988.
4. Simonsen, B., Bryan, F. L., Christian, J. H. B., Roberts, T. A., Tompkin, R. B. and Silliker, J. H.: Prevention and control of food-borne salmonellosis through application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). *Int. J. Food Microbiol.* **4**, 227–247 (1987).
5. Schmidhofer, Th.: Lebensmittelqualität und Konsumentenschutz. *Fleischwirtschaft* **62**, 1540–1546 (1982).
6. Dean, K. H.: HACCP and food safety in Canada. *Food Technol.* **44**, 172, 178 (1990).
7. Stevenson, K. E.: Implementing HACCP in the food industry. *Food Technol.* **44**, 179–180 (1990).
8. Garrett III, E. S. and Hudak-Roos, M.: Use of HACCP for seafood surveillance and certification. *Food Technol.* **44**, 159–165 (1990).
9. Adams, C. E.: Use of HACCP in meat and poultry inspection. *Food Technol.* **44**, 169–170 (1990).
10. Hill, M. A.: The effect of refrigeration on the quality of some prepared foods. In: Thorne, S. (ed.), *Developments in food preservation 4*, pp. 123–152. Elsevier Appl. Sci., London, New York 1987.
11. Sinell, H.-J.: HACCP und Lebensmittelgesetzgebung. *Fleischwirtschaft* **69**, 1328–1337 (1989).
12. Toledo, R. T. and Chang, Shen-Youn: Advantages of aseptic processing of fruits and vegetables. *Food Technol.* **44**, 72–76 (1990).
13. Geringer, M.: Lebensmittelvergiftung durch enterotoxinbildende *Staphylococcus aureus*-Stämme in H-Milch und einem UHT-Milchmischgetränk. *Tierärztl. Umschau* **38**, 98–100 (1983).
14. anon.: Gesalzene Speisen werden im Mikrowellenherd nicht mit Sicherheit keimfrei. *Dtsch. Ärztezeitg.* **9**, Nr. 64, S. 1 (1990).

15. bga-Pressedienst 65/1989.
16. Rosenberg, U. und Sinell, H.-J.: Untersuchungen zum Einfluss der Hochfrequenzbehandlung auf einige lebensmittelhygienisch bedeutsame Mikroorganismen. Zbl. Hyg. **188**, 271–283 (1989).
17. Schnepf, M. and Barbeau, W. E.: Survival of *Salmonella typhimurium* in roasting chickens cooked in a microwave, convection microwave, and a conventional electric oven. J. Food Safety **9**, 245–252 (1989).
18. Harrison, M. A. and Carpenter, S. L.: Survival of *Listeria monocytogenes* on microwave cooked poultry. Food Microbiology **6**, 153–157 (1989).
19. Österdahl, B. G. and Engström, A.: Reduced levels of nitrosamines in bacon cooked in a microwave oven (schwed.). Var Föda **41**, 195–198 (1989).
20. Schwab, H.: Empfehlungen und Anforderungen an den Konsumenten zum Umgang mit leicht verderblichen und hygienisch gefährdeten Lebensmitteln im Haushalt und im Gastgewerbe. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **81**, 194–201 (1990).
21. Müller, A. und Moll, A.: Sensorische, substantielle und mikrobiologische Beschaffenheit von Bio-Rohwurst. Tagung des Arb.geb. Lebensmittelhyg. der Dtsch. Vet. Med. Ges. Garmisch-Partenkirchen, 2.–5. 10. 1990.
22. Meisel, C., Gehlen, K. H., Fischer, A. and Hammes, W. P.: Inhibition of the growth of *Staphylococcus aureus* in dry sausages by *Lactobacillus curvatus*, *Micrococcus varians* and *Debaryomyces hansenii*. Food Biotechnology **3**, 145–168 (1989).
23. Schillinger, U. und Lücke, F. K.: Einsatz von Milchsäurebakterien als Schutzkulturen bei Fleischerzeugnissen. Mitt.-Bl. BAnst. Fleischforsch. **28** (104), 200–207 (1989).
24. Cowden, J. M., O'Mahony, M., Bartlett, C. L. R., Rana, B., Smyth, B., Lynch, D., Tillett, H., Ward, L., Roberts, D., Gilbert, R. J., Baird-Parker, A. C. and Kilsby, D. C.: A national outbreak of *Salmonella typhimurium* DT 124 caused by contaminated salami sticks. Epidemiol. Infect. **103**, 219–225 (1989). !

Prof. Dr. H.-J. Sinell  
 Koserstrasse 20  
 D-1000 Berlin 33