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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 44 (1953)

Heft: 6

Artikel: Vergleichende Betrachtung der Schädlichkeit von Lebensmittelkomponenten

Autor: Högl, Otto

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982871

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: 14.12.2025

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

l'aldéhyde p-oxybenzoïque. En ce qui concerne ces dernières réactions, celle donnée par l'acétone avec l'acide sulfurique et l'aldéhyde p-oxybenzoïque est particulièrement digne d'intéreêt, car elle est caractéristique et sensible.

Summary

The reaction of many ketones with various reagents has been examined. It has been found that acetone gives with sulfuric acid and p-oxybenzaldehyde a sensitive and characteristic reaction.

Literatur

[1]) Ber. deutsch. Ges. **16**, 657 (1883).
[2]) Siehe diese Zeitschrift **43**, 370 (1953).

Vergleichende Betrachtung der Schädlichkeit von Lebensmittelkomponenten

Von *Otto Högl* *)
(Eidg. Gesundheitsamt, Bern)

Die Frage der Schädlichkeit fremder Beimengungen zu Lebensmitteln beschäftigt in den letzten Jahren sowohl die Fachleute der Lebensmittelchemie und Technik, als auch die Öffentlichkeit in recht starkem Masse — verständlich, ist es doch Tatsache, dass Substanzen verschiedenster Art mit sehr wechselnden Eigenschaften den Lebensmitteln absichtlich oder ungewollt beigemengt werden, wobei man sich über deren Wirkung auf den menschlichen Organismus nicht immer voll Rechenschaft gibt [1]).

In bezug auf die *akute Toxizität* solcher Stoffe sind wir, mindestens in neuerer Zeit, einigermassen orientiert.

Viel schwieriger, ja vielfach innerhalb absehbarer Zeit fast unlösbar, erscheint dagegen das Problem der Erkenntnis *der chronischen Wirkung*. Dennoch werden sich auch hier die Schwierigkeiten mit der Zeit grossenteils überwinden lassen, so dass über die Wirkung der meisten Zusätze schliesslich eine Aussage möglich sein wird.

Soeben wurde bewusst von fremden Zusätzen gesprochen. Ist es berechtigt, die Betonung so stark auf das Wort «fremd» zu legen? Sind effektiv die sogenannten «natürlichen» Komponenten der Lebensmittel stets harmloser?

Diese Frage wurde bis heute kaum in objektiver Weise beantwortet, da eine klare Vergleichsmöglichkeit fehlte.

---

*) Vortrag, gehalten am 15. September 1953 vor der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Fachgruppe Lebensmittelchemie, in Hamburg.

Massgebende Persönlichkeiten in manchen Ländern, speziell in den Vereinigten Staaten von Amerika und im europäischen Norden, sind heute keineswegs mehr der Ansicht, dass das «natürliche» Lebensmittel, wir wollen wohl richtiger sagen: *das nach traditioneller Methode bereitete*, stets das optimale sei.

Dass gewisse lebenswichtige Faktoren in einzelnen Produkten zu schwach oder gar nicht vorhanden sind, dass die gesamte Nahrung mancher Völker in irgendeiner Hinsicht defizitär sein kann, steht unzweifelhaft fest. Auch unsere europäische Nahrung weist offensichtliche Mängel auf. Man denke nur an die Zahnkaries, von welcher ja praktisch jeder Kulturmensch befallen ist.

Eine Ergänzung, Verbesserung unserer Lebensmittel durch «Restitution», d.h. durch Ersatz des Fehlenden, erscheint also durchaus zweckmässig und erwünscht.

Doch mehren sich in letzter Zeit auch die Anhaltspunkte dafür, dass nicht nur notwendige Faktoren fehlen, sondern dass selbst unsere wichtigsten Lebensmittel, wie die Cerealien, die Leguminosen u.a., schädliche Komponenten enthalten.

M. van Eekelen (Utrecht) äusserte sich hierüber [2]) am «Symposium über Gegenwartsprobleme der Ernährungsforschung» in Basel vor etwa einem Jahre wie folgt (Übersetzung aus dem Englischen):

> «Wir wissen nur, dass die Toxizität unserer nicht behandelten Lebensmittel (‚unprocessed Food') so gering ist, dass wir nach deren Genuss nicht sofort krank werden. Hier liegt die Erfahrung von Hunderten und Tausenden von Jahren vor.
> Aber wir wissen wenig oder gar nichts über die toxischen Effekte unserer Nahrung im Verlaufe eines ganzen Lebens. Demgegenüber ist uns bekannt, dass gewisse absolut normale Lebensmittelbestandteile ungünstige Wirkungen auf kranke Menschen ausüben, wie z.B. Zucker auf Diabetiker, Weizenprotein auf Kinder mit Zoeliakie.
> Was wissen wir über die Toxizität von Verbindungen, die durch Umwandlung von Substanzen, wie Vitamin B_1 oder D, beim Kochen, Backen oder Rösten entstehen? Kommen dieselben sonst in der Natur vor?»

Van Eekelen ist der Ansicht, dass sowohl die sogenannten natürlichen Lebensmittel als auch die nicht nährenden chemischen Beimengungen zu denselben auf ihre günstigen oder ungünstigen Auswirkungen auf den menschlichen Körper eingehend untersucht werden müssen, um einen Überblick darüber zu gewinnen, welches effektiv die beste Nahrung für menschliche Wesen ist. Diese Auffassung halte ich für unbedingt richtig.

An der gleichen Tagung sprach *Schürch* [3]) (Montreal und Zürich) über die Wirkung des Erhitzens von Fetten unter Luftabschluss. Er konnte zeigen, dass dabei gewisse zyklische Polymerisationsprodukte entstehen, die in einer Menge von 10 % im Futter von Ratten zum raschen Tode derselben führen. Dass auch die oxydative Veränderung der Fette, sei es durch Erhitzen an der Luft, sei es durch langsame Autoxydation, zur Bildung von schädlichen Produkten Anlass geben kann, ist bekannt. Welches ist in diesem Falle das grössere Übel — die schädliche Komponente des talgigen Fettes oder ein relativ harmloses Antioxydans, welches die Verderbnis verhindert?

Eine solche Frage können wir nur beantworten, wenn wir einen objektiven Vergleich anstellen, wenn wir beide Komponenten, die «natürlich» bei der Verderbnis entstehende und den absichtlich zugesetzten Inhibitor sozusagen mit der gleichen Elle messen. Wir kommen damit auf das Kernproblem, das wir hier behandeln wollen:

Welcher Masstab ist anzulegen, wenn man die Schädlichkeit verschiedener Lebensmittelbestandteile zu vergleichen gedenkt?

Es fehlt und fehlte nicht an Versuchen, das Problem zu lösen.

Schon seit Jahrhunderten stellte sich eine ähnliche Frage bei der Beurteilung der Wirkung von Heilmitteln, und allgemein bekannt ist der Ausspruch von Paracelsus, «dass nur die Dosis mache, ob ein Ding kein Gift sei».

Damit kommen wir zu den verschiedenen Grenzwerten der Pharmakologie,

der Dosis Letalis,
der Dosis Maxima Simplex,
der Dosis Maxima pro Die usw.,

Werten, die auf Grund langjähriger Erfahrung bei stark wirkenden medikamentösen Stoffen aufgestellt wurden.

Über einzelne Lebensmittelkomponenten, wie etwa das Coffein und Theobromin, erhalten wir in dieser Weise ebenfalls zuverlässig Auskunft.

Immerhin handelt es sich hierbei meistens um die Kenntnis der rasch bemerkbaren akuten Schädlichkeit. Bei Heilmitteln, die normalerweise nur im Laufe einer beschränkten Zeit und zur Bekämpfung noch schlimmerer Schäden eingenommen werden, kann man sich damit mehr oder weniger abfinden.

Anders bei der Nahrung. Es liegt in der Natur des Lebensmittels, dass es möglich sein muss, dasselbe dauernd, ein Leben lang, ohne irgendwelche nachteilige Folgen einzunehmen, ja, dass es nicht nur ohne Nachteil, sondern zum Nutzen des Körpers diesem zugeführt werden soll. Der Masstab muss naturnotwendig ein anderer, viel strengerer sein.

Arnold J. Lehmann, der Chef der Division of Pharmacology der Food- und Drug-Administration in Washington spricht sich über die Bedingungen, die bei Beurteilung fremder Zusätze Geltung haben sollen, wie folgt aus [4]):

> «Wir betrachten eine chemische Substanz als relativ ungiftig, wenn dieselbe an Ratten in einer Menge von 5 % der Gesamtnahrung das ganze Leben hindurch ohne nachteilige Folgen verfüttert werden kann.»

Tollenaer, Mossel und *van Genderen* (Utrecht) [5]) stellen ein eigentliches Schema auf, das befolgt werden müsse, wenn eine Substanz als Zusatz zu Lebensmitteln zugelassen werden soll. Die Überlegungen sind gut begründet und sehr anregend und können in den Hauptpunkten wie folgt zusammengefasst werden:

Die DL 50 sollte nicht weniger als 1—5 g/kg Körpergewicht betragen.

Die «Safety Margin» sollte mindestens 1 : 100 sein.

Eine Reihe weiterer Hinweise wird gegeben in bezug auf die Art der Durchführung der Fütterungsversuche und anderes mehr.

Ich möchte mich in der Folge vor allem mit der soeben genannten «Safety-Margin» befassen, weil mir diese Grösse von besonderer Bedeutung bei der Beurteilung von Lebensmittelkomponenten erscheint.

Die schweizerische Lebensmittelgesetzgebung gestattet als Lebensmittelzusätze nur diejenigen Substanzen, welche in den offiziellen Erlassen ausdrücklich genannt sind. Diese Regelung brachte es mit sich, dass unser Amt sich seit vielen Jahren und recht häufig mit Problemen der Toxizität solcher Stoffe auseinandersetzen musste. Die «Safety-Margin», ich möchte sie von jetzt an auf deutsch

«Sicherheitsspanne»

nennen, hat uns nach einiger Modifikation und Durcharbeitung dabei sehr interessante Einblicke in die Materie gewährt.

Tollenaer und Mitarbeiter geben in der genannten Publikation keine genaue Definition dessen, was sie unter «Safety-Margin» verstehen. Auch bei andern Autoren fand ich zwar den Ausdruck, aber keine genaue Umschreibung dessen, was er bedeutet.

Dem Text der kleinen, sehr inhaltsreichen Schrift von *Tollenaer* kann aber entnommen werden, dass hierbei als Bezugswert für Lebensmittelzusätze diejenige Menge des betreffenden Stoffes gewählt wird, die gerade noch keinerlei Schädlichkeit zeigt. Wie oben erwähnt, soll ein Lebensmittelzusatz nur in derjenigen Konzentration als zulässig betrachtet werden, welche $^1/_{100}$ oder weniger des obigen Bezugswertes ausmacht.

Damit wird die Sicherheitsspanne mit der Bemessung von sogenannten künstlichen Zusätzen verknüpft, was an sich recht zweckmässig sein kann, aber *einen Spezialfall* darstellt.

Mir schien der *allgemeine Fall* grösseres Interesse zu bieten: die Anwendung auf sämtliche Lebensmittelkomponenten, die in etwa gleicher Grössenordnung in Lebensmitteln erscheinen, seien es nun absichtliche künstliche Zusätze, die dosiert werden können, seien es natürlich oder ungewollt in Lebensmittel gelangende Stoffe, mit deren Gehalt wir uns einfach abzufinden haben.

Jede dieser Substanzen könnte in gleicher Art betrachtet und deren «Sicherheitsspanne» berechnet werden, womit der mehrfach erwähnte und so häufig vermisste *Vergleichsmasstab* vielleicht gefunden wäre.

Als Ausgangspunkt erschien eine *exakte Definition* notwendig.

Wir verstehen unter *Sicherheitsspanne* das Verhältnis zwischen

1. derjenigen Menge einer Substanz, die gerade noch unter der Toxizitätsgrenze liegt, und
2. dem unter normalen Verhältnissen dem Körper mit der Nahrung zugeführten Quantum des gleichen Stoffes, beides auf gleiches Zeitintervall bezogen.

Wenn auch mancher anderen Zahl, wie etwa den pharmakologisch gebrauchten «Dosen» ähnliche Überlegungen zugrunde liegen, scheint mir für Lebensmittelkomponenten die «Sicherheitsspanne» von besonderer Wichtigkeit zu sein, stellt sie doch die Beziehung zwischen zwei sehr realen und für Lebensmittel bedeutsamen Grössen dar:

der effektiv im Lebensmittel vorhandenen Menge
zu der gerade noch nicht schädlichen.

Eine bereits schädigende oder gar die letale Dosis ist bei einem Lebensmittel von geringerem Interesse, da beide in einem Gebiet liegen, welches bei Lebensmitteln nicht entfernt erreicht werden darf.

Die «gerade noch nicht schädliche Menge» stellt dagegen bei der Nahrung offensichtlich die Grenzdosis dar.

Die «Sicherheitsspanne» lässt erkennen,

1. in welchen Grenzen sich die natürliche oder technologisch bedingte Schwankung im Gehalte bewegen kann, ohne eine Gefährdung der Gesundheit des Konsumierenden zu bedingen.
2. Von mindestens ebenso grosser Bedeutung ist die individuelle, physiologisch bedingte Verschiedenheit in der Empfindlichkeit von Mensch zu Mensch. Eine Substanz, die im Durchschnitt eine Sicherheitsspanne von z.B. 500 aufweist, wird bestimmt auch bei Einzelpersonen mit besonderer Empfindlichkeit viel seltener schädlich wirken, als eine solche mit einer Spanne von nur 2 oder 3.

Ich bin mir bewusst, dass diese Zahl für sich allein zur Beurteilung nicht ausreicht. Die Ergebnisse bei der Berechnung der Sicherheitsspanne verschiedener Lebensmittelkomponenten waren für uns jedoch so aufschlussreich, dass ich einen Bericht darüber dem Kreise der an solchen Fragen Interessierten nicht vorenthalten möchte. Anhand einiger Beispiele wird es leichter sein, Sinn und Bedeutung der «Sicherheitsspanne» zu entwickeln.

Das Verhalten *einiger anorganischer Stoffe* gibt Anlass, den sehr bedeutsamen Unterschied in der Beurteilung zu erläutern, der sich bei dieser Berechnungsart ergibt, wenn man einerseits von der *akuten,* andererseits von der *chronischen Toxizität* ausgeht. Gehen wir bei dem Schwermetalle *Blei* von der «Dosis Maxima pro Die» der Pharmacopöe aus, welche Menge wohl als akut nicht schädlich betrachtet werden kann, so ergibt sich folgende Berechnung:

Dosis Maxima pro Die für Bleiacetat	=	300	mg
entsprechend Blei		160	mg
Mittlere Tagesaufnahme an Blei mit der täglichen Nahrung nach *Monnier-Williams* [6])	=	0,4	mg
Wir haben vor einigen Jahren die mittlere Tagesaufnahme in der Schweiz [7]) bestimmt	=	0,42	mg

Sicherheitsspanne $\frac{160}{0,4} = \underline{400}$

Diese hohe Sicherheit steht mit der allgemeinen bekannten Bleigefährdung *keineswegs* im Einklang. Werden jedoch die kumulativen Eigenschaften des Bleis berücksichtigt, so ergibt sich ein ganz anderes Bild:

In der Regel wird eine tägliche Zufuhr von Blei durch die Nahrung in einer Menge von *1 mg* (*Monnier-Williams* [6]], S. 82) als gerade noch unschädlich betrachtet. Die *Sicherheitsspanne* berechnet sich damit von der chronischen Toxizität ausgehend zu

$$\frac{1}{0{,}4} = \underline{2{,}5}$$

und muss damit als *sehr niedrig* bezeichnet werden. — Diese Betrachtung zeigt, wie wichtig es ist, die *niedrigste Grenze* einzusetzen.

Grosse Unterschiede gegenüber der akuten Toxizität ergeben sich begreiflicherweise bei Substanzen mit *kumulativer Wirkung*, sowie bei solchen, die stark *sensibilisierend oder allergisierend* wirken oder gar *cancerogen* sind.

Stellen wir neben das kumulativ wirkende Blei die vor allem als Konzentrationsgifte wirksamen Metalle *Zink* und *Kupfer*, so ergeben sich, auf einmalige Einnahme berechnet, folgende Sicherheitsspannen:

für Zink	mindestens	15
für Kupfer	um	40

Bekanntlich kommen sowohl Zink- als auch Kupfervergiftungen durch Lebensmittel immer wieder vor. Diese Sicherheitsspanne genügt also offenbar noch nicht immer, um bei der Verkettung ungünstiger Umstände einen Schaden auszuschliessen.

Fluor interessiert im Zusammenhang mit dem Problem der Fluorierung des Trinkwassers zur Bekämpfung der Zahnkaries.

Wenn das Frühsymptom der Fluorose, der sog. «gefleckte Schmelz» als unterste Grenze der Schädlichkeit betrachtet wird, kommen wir auf eine Zufuhr von ca. 5 mg pro Tag durch die Nahrung.

Die mittlere, aber für die Kariesverhütung noch ungenügende Zufuhr an F in der Schweiz beträgt etwa 0,5 mg pro Tag [8]). Bei einer noch zu geringen Zufuhr dieses Elementes berechnet sich die *Sicherheitsspanne* demnach auf *10*.

Wird das Wasser mit etwa 1 mg/l fluoriert und rechnen wir mit etwa 1 Liter Wasser zum Trinken und Kochen, so steigt die tägliche Zufuhr auf 1,5 mg, die Sicherheitsspanne fällt auf *ca. 3,3*, eine etwas enge Spanne!

Organische Stoffe

Betrachten wir zunächst einige natürliche Komponenten der Nahrung.

Vitamine

Vitamin A: Schon 40 000 I.E.[9]) können bei empfindlichen Personen eben bemerkbare Symptome von Unwohlsein verursachen. Es kann dies aber kaum als die Regel gelten. Einige Millionen Einheiten sind dagegen sicher schädlich beim

Menschen. Nimmt man die obere Grenze der Unschädlichkeit etwas willkürlich bei 500 000 I.E. an, so ergibt sich gegenüber einer Tagesdosis von 5000 I.E. gerade eine

Sicherheitsspanne von *100*

Überdosierung kann bei diesem Werte noch hie und da vorkommen (Genuss von Eisbärleber oder Überdosierung bei medikamentöser Verabreichung).

Vitamin B_1: Hier ist eine Hypervitaminose *nicht* bekannt. Die Toxizität ist sehr gering bei Aufnahme mit der Nahrung. An der Maus bestimmt, ergibt sich die Toxizitätsgrenze bei etwa 600 mg/kg Körpergewicht. Beim Menschen würde sich damit die entsprechende Menge auf ca. 40 g belaufen. Gerade hier scheinen aber Lebewesen mit zunehmender Körpergrösse weniger empfindlich zu werden. Nehmen wir dennoch die genannten Zahlen, so erhalten wir als *Sicherheitsspanne:*

$$\frac{\text{Grenze der Unschädlichkeit}}{\text{Tageszufuhr (Bedarf)}} = \frac{40\,000}{2} = \underline{20\,000}$$

Hie und da zeigt sich jedoch Überempfindlichkeit gegenüber der Einnahme von Vitamin B_1.

Vitamin D: Bei einmaliger Verabreichung (Stosstherapie) geht man bis zu 600 000 I.E. Hier ergeben sich jedoch nicht selten toxische Erscheinungen. Dauernd sollten nach Literatur etwa 60 000 I.E. nicht überschritten werden. Wir können diese Menge wohl als Grenze der Unschädlichkeit betrachten.

$$\frac{60\,000}{600\ \text{(Tagesbedarf)}} = \underline{100} \qquad \text{Sicherheitsspanne}$$

Damit ergibt sich folgende Übersicht:

	Sicherheitsspanne	Hypervitaminose
Vitamin A	100	vorkommend
Vitamin B_1	20 000	nicht bekannt
Vitamin D	100	vorkommend

Genussmittel

Bei diesen treten physiologisch stark wirksame natürliche Komponenten auf. Eine gewisse physiologische Wirkung soll hier ja keineswegs ausgeschlossen, sondern absichtlich erreicht werden. Es ist daher von beträchtlichem Interesse, zu prüfen, wie die Sicherheitsspanne ausfällt.

Koffein: Nach verschiedenen Autoren liegt die obere Grenze der Unschädlichkeit bei etwa 500 mg. Auch die «Dosis Maxima Simplex» der Pharmacopöe liegt bei diesem Werte. Rechnen wir als übliche Aufnahme auf einmal 2 Tassen Kaffee zu je 6 g Kaffee mit 1,2 % Koffein, so kommen wir auf 144 mg. — Die

«Dosis Maxima pro Die» ist dreimal höher, 1,5 g. Man kann aber auch im Tag mit mehr als 2 Tassen, wohl selten jedoch mehr als 6 Tassen, rechnen. Damit ergeben sich folgende Ansätze:

	Einmalig	pro Tag
Obere Grenze	500 mg	1500 mg
Aufnahme	144 mg	432 mg

Als Sicherheitsspanne ergibt sich die Zahl 3,3. Sie ist damit sehr niedrig.

Rechnet man verschiedene andere Genussmittel in ähnlicher Weise durch, so kommt man auch zu ähnlichen — jeweils *recht niedrigen* — Sicherheitsspannen. Es ist dies nicht verwunderlich, da eben schon normalerweise eine Wirkung bemerkbar sein soll, sonst würde das Genussmittel gar nicht seinen Zweck erfüllen!

«Fremde» Beimischungen zu Lebensmitteln

Künstliche Süsstoffe

In der Schweiz waren bisher nur die beiden Süsstoffe *Saccharin und Dulcin* zugelassen, Dulcin mit einer Beschränkung auf 0,3 g/kg Speise [10]). Neuestens ist das Cyklohexylsulfamat hinzugekommen («Sucaryl)».

Die maximale tägliche Aufnahme kann z.B. so berechnet werden, dass man annimmt, der gesamte Zuckerkonsum werde durch Süsstoff ersetzt. Bei Diabetikern könnte dieser Fall eintreten. Allgemein wäre dies möglich in Zeiten des Zuckermangels.

In der Schweiz ist der Zuckerkonsum recht hoch. Er beträgt etwas mehr als 100 g [11]) je Kopf und Tag. Wird nun diese Menge theoretisch durch *Saccharin* mit einer 500fachen Süsskraft gegenüber Zucker ersetzt, so ergibt dies *0,2* g Saccharin. Nach *Staub* (Basel) [12]) ergibt sich als gerade noch unschädliche Menge eine solche von 100 g oder nach *A. J. Lehmann* (Washington) [4]) von 75 g.

Nehmen wir die tiefere Zahl, so erhalten wir:

$$\frac{75}{0{,}2} = \underline{375} \quad \text{Sicherheitsspanne}$$

Als sichernder Faktor kommt die bei zu grosser Dosierung abstossende Süsse hinzu, so dass Saccharin als eine wirklich ungefährliche Substanz gelten kann. Ausser Vitamin B_1 hat noch keiner der von uns betrachteten, natürlich oder zufällig in Lebensmitteln vorkommenden Stoffe diese Sicherheitsspanne geboten!

Bei *Dulcin* liegen die Verhältnisse wesentlich anders: Nach *Staub* [12]) liegt die gerade feststellbare Toxizität um 0,02 g/kg Körpergewicht (Hund). Auf den Menschen umgerechnet würden sich dementsprechend leichte Schäden bei 1,4 g pro Tag ergeben. Die oberste Grenze der Unschädlichkeit kann demnach bei etwa 1 g/Tag angenommen werden.

Ersetzen wir 100 g Zucker durch Dulcin, so kommen wir, bei 200facher Süsskraft dieses Stoffes gegenüber Zucker, auf *0,5 g*. Die Sicherheitsspanne würde demnach

$$\frac{1}{0{,}5} = 2$$ betragen, also sehr niedrig sein.

Darum war es auch durchaus begründet, das Höchstquantum an Dulcin gesetzlich festzulegen, was, wie erwähnt, bei uns auf 0,3 g pro kg Speise oder Getränk geschah. Da wohl niemand 1 kg irgendeiner einzelnen gesüssten Speise täglich vertilgen kann, reduziert sich die Menge Dulcin automatisch sehr wesentlich, und damit steigt die Sicherheitsspanne beträchtlich.

A. J. Lehmann [4]) hat gezeigt, dass Dulcin auch krebserregend wirken kann, dies bei dauernder Aufnahme eines Futters mit 0,1 % Dulcin durch Ratten. Auch hier ergibt sich demnach eine Toxizitätsgrenze von etwa 1 g/Tag, auf den Menschen umgerechnet. Cancerogene und kumulative Wirkung beginnen hier also etwa bei gleicher Konzentration des Stoffes in der Nahrung wirksam zu werden.

Wird die Süsskraft des Dulcins durch Mischung mit Saccharin erhöht und dessen Menge dadurch gleichzeitig verringert, so steigt die Sicherheitsspanne auf etwa *10*, bleibt also weiterhin noch recht niedrig.

Sucaryl ist recht wenig toxisch. Nach *A. J. Lehmann* [4]) können 5 % dem Futter von Ratten beigemischt werden, bis sich die ersten Anzeichen einer Schädlichkeit zeigen. Da jedoch die Süsskraft des Sucaryls eine relativ geringe ist (nur etwa 30 mal diejenige des Zuckers), errechnet sich eine Sicherheitsspanne von etwa *25*. Dies zeigt, wie eine relativ hohe Tagesaufnahme die Sicherheitsspanne automatisch erniedrigt.

Alle diese Zahlen fallen so niedrig aus, weil eine recht grosse Menge Süsstoff, Ersatz der gesamten Tagesaufnahme an Zucker, angenommen wurde. Das wird kaum je der Fall sein, so dass die Zahlen praktisch deutlich höher sein werden. Dennoch bleibt die *relative Sicherheitsspanne* von Süsstoff zu Süsstoff gleich, wenn alle Wirkungen auf gleiche Basis umgerechnet werden.

Ich glaube nun an einer Reihe von Beispielen gezeigt zu haben, wie etwa die «Sicherheitsspanne» berechnet werden kann.

Einige weitere aktuelle «fremde Zusätze» seien jedoch, ohne auf die Ermittlung der Sicherheitsspanne einzutreten, aufgeführt.

Antioxydantien

	Sicherheitsspanne
a) Gallate:	
Propylgallat	300
Octylgallat	400
Dodecylgallat	600
b) Butylhydroxyanisol	200
c) Nordihydroguajaretsäure	100
d) Dithiopropionsäure	250
e) Hydrochinon (allgemein abgelehnt)	10

Farbstoffe

Hier fanden sich für den Farbstoff Säureviolett 6 B recht genaue Angaben vor [13]). Bei der Annahme einer Zufuhr von 10 mg durch die Nahrung kommt man hierbei auf eine Sicherheitsspanne von ca. 250.

Die hier aufgeführten Angaben sollen einzig als Beispiele dienen, so dass die einzelnen Werte, wie z.B. derjenige für Säureviolett 6 B, keinesfalls als repräsentativ für die betreffende Klasse von Stoffen gelten können.

Ich komme damit zum Schlusse meiner Ausführungen. Um Missverständnisse zu vermeiden, sei festgestellt, dass ich mir durchaus der Relativität einer Beurteilung der Schädlichkeit von Lebensmittelkomponenten auf Grund der «Sicherheitsspanne» bewusst bin. Sie kann keineswegs als *alleiniger* Masstab betrachtet werden.

Es leuchtet ein, dass wir Komponenten, die in Mengen von mg oder Gamma in der Nahrung vorkommen, nicht mit solchen vergleichen können, die in vielen Gramm pro Tag aufgenommen werden. Ebenso ist die absolute schädliche Menge in g/kg Körpergewicht sicher von grosser Wichtigkeit. Das Vorhandensein oder Fehlen sichernder Faktoren, wie etwa unangenehmer Geschmack bei höherer Dosierung und dergleichen mehr dürfen nicht unbeachtet bleiben. Schliesslich ist es auch nicht gleichgültig, welcher Art die zu erwartenden Schäden sind. Wir müssen bei einer eingehenden Prüfung natürlich an alle solche Möglichkeiten denken.

Dennoch scheint mir die *«Sicherheitsspanne»* zwei derart wichtige Gegebenheiten bei Lebensmitteln in gegenseitige Beziehung zu bringen, dass erst damit ein einigermassen vernünftiger Vergleich der Gefährlichkeit einer Lebensmittelkomponente mit einer andern ermöglicht wird.

Die Praxis hat mir gezeigt, dass hier bisher zum Teil mit wenig Konsequenz geurteilt wurde. Insbesondere neigt man allzusehr dazu, das Altgewohnte wesentlich milder zu beurteilen als das Neue. Die wenigen von mir genannten Beispiele zeigen, dass dabei die sog. «natürlichen» oder ungewollt, aber traditionsgemäss in Lebensmittel gelangenden Komponenten keineswegs günstiger abschneiden als die absichtlich zugesetzten sog. «fremden» Zusätze zu Lebensmitteln. Nicht eine gefühlsmässige Regung, sondern die klare Überlegung und Rechnung muss massgebend sein.

Zusammenfassung

Für den Lebensmittelchemiker und Hygieniker stellt sich häufig das Problem, die Schädlichkeit einer Lebensmittelkomponente zu beurteilen. Die Frage kann und muss von verschiedenen Gesichtspunkten aus beantwortet werden. Als eine der Grundlagen zu einer objektiven Beurteilung wird die sog. «Sicherheitsspanne» («Safety-Margin») vorgeschlagen. Diese wird definiert als das Verhältnis der gerade nicht mehr schädlichen Menge zu der normalerweise mit der Nahrung aufgenommenen, wobei natürlich auf gleiches Zeitintervall bezogen werden muss. Anhand einiger Beispiele wird die Anwendbarkeit erläutert.

Résumé

Juger de la toxicité d'un constituant d'un aliment est un problème qui se pose fréquemment au chimiste des denrées alimentaires et à l'hygiéniste. La réponse à cette question peut et doit être donnée en tenant compte de divers points de vue. C'est ainsi que nous proposons d'utiliser la «marge de sécurité» du constituant envisagé comme un des critères pour une appréciation objective du problème. Cette marge de sécurité est représentée par le rapport entre la quantité maximum de substance juste non toxique et la quantité de celle ingérée normalement avec la nourriture, le tout étant naturellement rapporté au même intervalle de temps. Quelques exemples sont cités pour expliquer l'application de ce critère.

Summary

Appreciating the toxicity of a foodstuff's constituent is a question which the foodstuff chemist and the hygienist must often answer. Various view points may and must be considered. For an objective appreciation we are proposing to chose, amongst the various criteria, the «Safety-Margin», meaning the relation between the maximum amount of the constituent — just below the toxic dosis — that can be safely ingested and the amount normally ingested with the food, both being naturally considered in the same lapse of time. A few examples are given for explaining the application of the «Safety-Margin».

Literatur

1) *O. Högl*, Beimengungen fremder Stoffe zu Lebensmitteln. Symposium über Gegenwartsproblem der Ernährungsforschung. Experientia Supplementum I. Birkhäuser, Basel 1953, S. 148.
2) Symposium Basel, S. 172.
3) Symposium Basel, S. 143.
4) Bull. of the Assoc. of Food and Drug Officials of USA, Vol. XIV, No. 3, July 1950.
5) Non-Nutrient chemicals in Food. Publikation Nr. 150 des «Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO», Utrecht.
6) *Monnier-Williams*, Trace elements in Food, London, 1949, S. 68.
7) *Tardent* und *Högl*, nächstens publiziert in den «Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene».
8) *von Fellenberg*, diese Mitt. **39**, 176 (1948).
9) *Stepp, Kühnau* und *Schröder*, Die Vitamine und ihre klinische Anwendung, Stuttgart 1952.
10) Eidg. Lebensmittelverordnung vom 26. Mai 1936, Art. 238.
11) Food Balance Sheet FAO 1951/52.
12) *Staub*, Zur Toxizität der Süsstoffe, diese Mitt. **36**, 7 (1945).
13) *Arnold, Brock, Geisler, Siems:* Arzneimittel-Forschung **2**, 224 (1952).