

Zeitschrift:	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber:	Bundesamt für Gesundheit
Band:	75 (1984)
Heft:	1
Artikel:	Abschätzung der Zufuhr von Zusatzstoffen am Beispiel roter synthetischer Lebensmittelfarbstoffe = Intake estimation of food additives : red synthetic food colours
Autor:	Hunziker, H.R. / Zimmerli, B.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-982695

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: 29.01.2026

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

H. R. Hunziker und B. Zimmerli, Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern

Abschätzung der Zufuhr von Zusatzstoffen am Beispiel roter synthetischer Lebensmittelfarbstoffe

Intake Estimation of Food Additives: Red Synthetic Food Colours

Einleitung

Zusatzstoffe sind Substanzen, die aus technologischen oder sensorischen Gründen absichtlich einem Lebensmittel zugesetzt werden und in demselben bestimmungsgemäß verbleiben. Bei der Zulassung solcher Stoffe wird die Toxikologie, die technologische Notwendigkeit, der Verwendungszweck sowie die Analytik berücksichtigt (1).

Eine differenzierte Risikoabschätzung solcher Zusatzstoffe kann vorgenommen werden, wenn die tatsächliche Zufuhr einzelner Zusatzstoffe mit der entsprechenden duldbaren Tagesdosis (ADI-Werte: *acceptable daily intake*) verglichen wird, wobei gelegentlich außer Lebensmittel auch andere Quellen wie Gebrauchs- und Verbrauchsgegenstände (z. B. Kosmetika), Arzneimittel usw. berücksichtigt werden müssen.

ADI-Werte werden von einer Expertengruppe der FAO/WHO erarbeitet und gelten auch für Kinder (>12 Wochen) (2). Es wurde angeregt, daß durch nationale Programme, basierend auf spezifischen Verzehrgewohnheiten, abgeklärt wird, inwieweit die totale Zufuhr einzelner Lebensmittelzusatzstoffe den ADI-Wert ausschöpfen (2).

Lebensmittelfarbstoffe sind Zusatzstoffe, die einzig aus sensorischen Gründen zugesetzt werden, um ein Lebensmittel möglichst ansprechend auszustatten. Die Farbe eines Lebensmittels ist für den Konsumenten ein wichtiges Beurteilungskriterium. Sie kann unsere Wahrnehmungen bezüglich Geruch, Geschmack, Temperatur und Textur beeinflussen (3).

In den letzten Jahren sind synthetische Lebensmittelfarbstoffe durch Effekte wie «Pseudo-Allergien» (4–6) und mögliche Hyperaktivitätauslösung bei Kindern (7) vermehrt ins Schußfeld der Konsumentenkritik gelangt.

Über die nahrungsbedingte Zufuhr von Lebensmittelfarbstoffen liegen ausländische Studien vor: USA (8), UK (9, 10), Italien (10, 11), Belgien (10, 12),

Schweden (13), Neuseeland (14). Sie basieren meist auf Angaben der Industrie bzw. auf Anwendungsvorschriften (Höchstmengenverordnungen), ohne die analytische Erfassung der tatsächlichen Farbstoffgehalte der Lebensmittel zu berücksichtigen. Anwendungsvorschriften für Höchstgehalte von Lebensmittelfarbstoffen in einzelnen Lebensmitteln existieren in Belgien, Dänemark, Schweden, Holland, Österreich, Kanada und Australien (14–16).

Je nach Ernährungsgewohnheiten und gesetzlichen Grundlagen können die Art und die Gehalte von Farbstoffen in Lebensmitteln von Land zu Land unterschiedlich sein, so daß entsprechende ausländische Studien nur begrenzt auf schweizerische Verhältnisse übertragbar sind.

Im Anschluß an unsere bisherigen Untersuchungen (17, 18) betreffend Lebensmittelfarbstoffe wird in der vorliegenden Arbeit die mittlere tägliche Zufuhr roter synthetischer Lebensmittelfarbstoffe aufgrund von Verzehrszahlen und analytisch erfaßter Farbstoffgehalte abgeschätzt. Zur Kontrolle dieses Ergebnisses wurde auch eine Erhebung über den Totalverbrauch von Ponceau 4R in Industrie und Handel durchgeführt. Die Beschränkung auf rote Farbstoffe erfolgte, da diese in den Lebensmitteln, neben dem gelben Tartrazin, mit einem ADI-Wert von 7,5 mg/kg Körpergewicht (19) am häufigsten vorkommen (20) und da warme Farben (gelb, rot) anscheinend von Kindern bevorzugt werden (21). Da Ponceau 4R der meist eingesetzte rote Lebensmittelfarbstoff darstellt und zu Beginn dieser Studie nur ein provisorischer, relativ tiefer ADI-Wert (22, 23) vorlag, wurde diesem Farbstoff besondere Bedeutung zugemessen.

Allgemeine Prinzipien der Zufahrermittlung von Zusatzstoffen

Eine Abschätzung der durchschnittlichen Zufuhr von Zusatzstoffen kann prinzipiell auf zwei verschiedene Arten erfolgen (10, 13, 24):

- Aufgrund von Verzehrszahlen und Kenntnis der Lebensmittelzusatzstoffgehalte oder
- aufgrund des Totalverbrauches des betreffenden Zusatzstoffes durch die Lebensmittelindustrie, unter Berücksichtigung von Import und Export der Lebensmittel.

Beide Methoden bieten Probleme und weisen Unzulänglichkeiten auf.

Ermittlungen von *Verzehrszahlen* sind immer Schätzungen, die je nach betriebenen Aufwand besser oder schlechter sein können. Solche Schätzungen basieren einerseits auf Ernährungsbilanzen (Produktion, Import, Export, Lagerbestände) (25) und andererseits auf Haushaltsrechnungen aus einer Verbraucherstichprobe (BIGA, Marktforschungsinstitute). In der Regel ist es einfach, allgemeine Angaben über durchschnittliche Verzehrmengen zu erhalten. Sind jedoch Detailangaben für spezielle Lebensmittel erforderlich, z. B. prozentualer Anteil einzelner gefärbter Lebensmittel oder Marktanteile bestimmter Lebensmittel, wie dies in dieser Arbeit erforderlich war, werden umfangreiche Befragungen von Verbänden und Einzelfirmen notwendig. Nicht beantwortet sind damit jedoch

Fragen betreffend die Verzehrmengen von Risikogruppen, wie z. B. Kinder oder Personen mit ausgesprochen einseitigen Verzehrgewohnheiten (26).

Der Gehalt an Zusatzstoffen kann aufgrund von Anwendungsvorschriften (Höchstverordnungen), nach Angaben der Industrie oder aber durch exakte analytische Bestimmungen ermittelt werden.

Berücksichtigung von Höchstmengen führen sicher zu einer Überschätzung der Zufuhrmengen an Zusatzstoffen; aber auch Angaben der Industrie über Anwendungskonzentrationen können fehlerhaft sein, da häufig Mischungen (Blends, Compounds) eingesetzt werden und zudem bei der Lebensmittelherstellung und/oder -lagerung die Lebensmittelzusatzstoffe verändert werden können (27–29). Andererseits kann die analytische Erfassung von Zusatzstoffgehalten neben dem rein experimentellen Aufwand auch Fragen der Stichprobenauswahl (repräsentative Proben) aufwerfen.

Die Ermittlung des *Totalverbrauches einzelner Zusatzstoffe* erfordert die Kenntnis und die Befragung sämtlicher Handelsfirmen, die Zusatzstoffe weiterverkaufen, sowie derjenigen Firmen, die solche Zusatzstoffe direkt importieren. Die Zollstatistik kann leider diese Angaben nicht liefern. Des weiteren müssen die Zusatzstoffgehalte von importierten und exportierten Lebensmitteln sowie deren Mengen eruiert werden. Wenn Angaben über einzelne Lebensmittel betreffend den Beitrag eines bestimmten Zusatzstoffes oder die Verzehrmenge einzelner Bevölkerungsgruppen gemacht werden sollen, müssen die Zusatzstoffe je nach Anwendung gewichtet und die Verzehrszahlen berücksichtigt werden.

Probenmaterial

Laut Anwendungsliste der Zusatzstoffverordnung (30) können 24 verschiedene *Lebensmittel* mit synthetischen Lebensmittelfarbstoffen gefärbt werden. Durch die Tatsache, daß von diesen 24 üblicherweise nur ein Teil rot gefärbt ist, verkleinert sich die mögliche Auswahl rotgefärbter Lebensmittel auf Konditorei- und Zuckerwaren, Marzipan, Kaugummi, Speiseeis, Sirupe mit Fruchtaroma, Tafelgetränke mit Fruchtsaft, Limonaden, Konfitüren, Fruchtsaftkonzentrat, alkoholfreie Bitter, Liköre und Bitter. Anfragen bei der Industrie haben ergeben, daß Konfitüre in der Schweiz nur noch mit natürlichen Lebensmittelfarbstoffen gefärbt wird, so daß auf die Untersuchung dieses Produktes verzichtet werden konnte.

Bei *Kosmetika* sind allenfalls Produkte zu berücksichtigen, die oral aufgenommen werden können, wie Lippenstifte und Zahnpasten. Bei den Lippenstiften könnten prinzipiell Aluminiumlacke von Lebensmittelfarbstoffen eingesetzt werden. Befragungen bedeutender Kosmetikshersteller zeigten, daß Ponceau 4R, Azorubin und Amaranth in diesem Bereich nicht eingesetzt werden (49). Zahnpasten können unter Umständen von Kindern eingenommen werden, besonders wenn diese gefärbt und aromatisiert sind (Kinderzahnpasta). Eine Befragung der zwei bedeutendsten Hersteller ergab, daß die Färbung zum Teil mit Amaranth

(100 ppm) vorgenommen wird. Da im Kosmetikbereich also selten mit roten Lebensmittelfarbstoffen zu rechnen ist, wurde auf Gehaltsbestimmungen in diesen Produkten verzichtet.

Laut Identifikationstabelle für *Medikamente* sind von 500 Produkten (Dragées, Tabletten, Kapseln) 67 (13,4%) rot gefärbt, wobei nur 10 bis 15 (2–3%) ganz durchgefärbt sind. Einzelne Medikamentenhersteller haben bereits ihr ganzes Pharmaverkaufsprogramm auf Eisenoxidfärbung umgestellt, andere sind noch an dieser Umstellung. Es wurde daher auf eine Berücksichtigung von Medikamenten in dieser Arbeit verzichtet.

Resultate der Farbstoffgehaltsbestimmungen der Lebensmittel

Von 66 untersuchten roten Lebensmitteln, die laut Anwendungsliste synthetische Farbstoffe enthalten dürfen, wurden in 55 (83%) rote synthetische Lebensmittelfarbstoffe gefunden. Es ergaben sich dabei folgende Häufigkeiten: 54,5% Ponceau 4R, 35,1% Azorubin und 10,4% Amaranth. Die Verwendung von zwei verschiedenen roten Farbstoffen war relativ häufig.

Die ermittelten Farbstoffgehalte von Speiseeis sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die Produkte der Firma D keinen synthetischen roten Farbstoff enthalten. Ponceau 4R wird offenbar meistens in Kombination mit Azorubin eingesetzt. Amaranth hingegen wird in diesem Lebensmittel kaum verwendet. Die Ponceau-4R-Gehalte variieren von 8 bis 87 ppm und diejenigen von Azorubin von 2,5 bis 25 ppm. Der mittlere Gehalt bei gefärbtem Speiseeis (11 Proben) beträgt 38 ppm für Ponceau 4R und derjenige von Azorubin 6,3 ppm.

In Tabelle 2 sind die Resultate der Farbstoffbestimmung in *Zuckerwaren* zusammengestellt. Im Gegensatz zu Speiseeis enthalten alle untersuchten Produkte synthetische Lebensmittelfarbstoffe, wobei Ponceau 4R weitaus am häufigsten eingesetzt wird. Diese Produkte enthalten meist nur einen einzelnen Farbstoff. Die Ponceau-4R-Gehalte der *Hartbonbons* liegen zwischen 31 und 213 ppm (mittlerer Gehalt 75 ppm) und sind somit im gleichen Bereich wie diejenigen einer spanischen Studie: 21–292 ppm, Mittelwert 117,5 ppm (31).

Gefärbte *Dragées* sind weniger häufig im Verkauf. Der ermittelte Gehalt von 105 bzw. 184 ppm (Mittelwert 145 ppm) für Ponceau 4R liegt im ähnlichen Bereich wie bei den Hartbonbons. Hingegen streuten die Gehalte an Ponceau 4R bei *Kaugummi* in einem weiten Bereich (6 bis 248 ppm; mittlerer Gehalt 138 ppm). Bei diesem Lebensmittel ist der bestimmte Gehalt für Azorubin von 1000 ppm bei Probe Nr. 4 ein Extremfall. Für Gummibonbons und Geleeartikel liegen die Gehalte für Ponceau 4R zwischen 47 und 141 ppm (mittlerer Gehalt 78 ppm). Durchgefärberter Marzipan wurde relativ selten angetroffen, so daß wir uns auf die Bestimmung einer Einzelprobe beschränkten.

Tabelle 3 gibt die Resultate der Farbstoffbestimmung in *Getränken* wieder. Bei den Tafelgetränken mit Himbeeraroma (Adelbodner, Eglisauer, Henniez, Melti-

Tabelle 1. Ermittelte Farbstoffgehalte in Speiseeis

Probe Nr.	Speiseeis	Hersteller/ Vertrieb	Ermittelte Farbstoffgehalte (ppm)		
			Ponceau 4R	Azorubin	Amaranth
1	Rahmglace Erdbeer	A	86,7	—	11,9
2	Rahmglace Erdbeer	B	53,3	12,5	—
3	Rahmglace Heidelbeeren	A	—	—	—
4	Rahmglace Erdbeer/Vanille	C	14,7	—	—
5	Rahmglace Erdbeer/Vanille	B	20,0	3,8	—
6	Rahmglace Erdbeer/Vanille	D	—	—	—
7	Cornet Erdbeer	C	20,0	7,5	—
8	Cornet Erdbeer	A	82,7	2,5	—
9	Kübeli Erdbeer	B	10,7	5,0	—
10	Wasserglace Erdbeer	C	26,7	25,0	—
11	Wasserglace Erdbeer	B	66,7	10,0	—
12	Wasserglace rot	B	8,0	2,5	—
13	Erdbeer-Sorbet	D	—	—	—
14	Erdbeer-Sorbet	D	—	—	—
15	Blutorange	D	—	—	—
16–20	Wasserglace Stengel	D	—	—	—
21	Glacepulver f. Glaceherstellung	E	33,7*	—	—

* Gehalt für Speiseeis hergestellt nach Rezept; Gehalt für Pulver 96,9 ppm; untersuchte Produkte: Coop, Frisco, Eldorado, Migros, Oetker, Pierrot.
— betreffender Farbstoff nicht nachgewiesen, < 0,1 ppm.

na, Aproz, Poppi (VLG), Weißenburger, Rhäzünser und Eptinger) wurde vor allem Azorubin nachgewiesen. Fünf der Tafelgetränke enthielten Ponceau 4R in Mengen von 1 bis 87 ppm. Die Azorubingehalte variieren zwischen 8 und 80 ppm. In zwei Proben wurde Amaranth gefunden.

Bei Grenadine- und Blutorangensirupen herrschten Ponceau 4R (31 bis 200 ppm) und Azorubin (16 bis 218 ppm) vor. Himbeersirup (Probe Nr. 23) hat durch die Himbeeren eine intensive Eigenfärbung, so daß bei diesem Sirup kaum Lebensmittelfarbstoffe eingesetzt werden. Rote alkoholfreie und alkoholhaltige Aperitifgetränke enthielten Azorubin und Amaranth.

Lebensmittelverzehrmengen

In Tabelle 4 sind die Verzehrmengen von häufig rotgefärbten Lebensmitteln zusammengestellt.

Speiseeis wird in der Schweiz vorwiegend industriell hergestellt, nämlich 46,4 Mio Liter (32). Die gewerbliche Produktion beträgt ca. 6,5 Mio Liter (33). Zusam-

Tabelle 2. Ermittelte Farbstoffgehalte in Zuckerwaren

Probe Nr.	Zuckerwaren	Ermittelte Farbstoffgehalte (ppm)	
		Ponceau 4R	Andere Farbstoffe
1	Hartbonbon Kugel rot	—	Azorubin 300,3
2	Hartbonbon rot	38,7	—
3	Hartbonbon Himbeeren groß	30,7	Amaranth 9,5
4	Hartbonbon rot/weiß	42,7	—
5	Hartbonbon Prügeli	213,3	—
6	Hartbonbon Himbeeren klein	73,3	—
7	Hartbonbon Orangenschnitze	53,3	—
8	Fruchtdragées Kugeln	105,3	—
9	Fruchtdragées Erdbeeren klein	184,0	—
10	Kaugummi Quartierladen	6,4	—
11	Kaugummi Mini dunkelrot	—	Azorubin 1001
12	Kaugummi hellrot	248,0	—
13	Kaugummi	45,3	—
14	Kaugummi mit Erdbeeraroma	236,0	—
15	Kaugummi hellrot	154,5	—
16	Gummibärli rot	66,7	—
17	Gummibärli überzuckert	46,7	—
18	Gummipastillen	141,3	—
19	Geleefrüchte Erdbeer	51,9	—
20	Geleefrüchte Himbeer	—	Azorubin 55,9
21	Kandierte Früchte gemischt, roter Anteil	83,3	—
22	Marzipan rot von Figur	226,6	Amaranth 95,3

— betreffender Farbstoff nicht nachgewiesen, < 0,1 ppm.

men ergibt dies 52,9 Mio Liter oder 35 270 t (1 l entspricht ca. $\frac{2}{3}$ kg (34)), was einem täglichen Verzehr von 15 g pro Kopf gleichkommt (mittlere Wohnbevölkerung 6,45 Millionen (25)). Einen ähnlich hohen Konsum (16,4 g/Tag) weist eine UK-Studie zur Abschätzung der Farbstoffzufuhr nach (9).

Laut K. Gnägi (33) gibt es in der Schweiz vier etwa gleich starke Anbieter, nämlich die Molkereien mit der Marke «Pierrot» und «Gold Star», «Frisco-Luganella» und «Eldorado-Lusso» sowie die Migros mit ihrer Eigenmarke. Befragungen von drei der vier wichtigsten Hersteller ergaben, daß rund 17% der Produktion Erdbeerglace sind, dies entspricht 5953 t/Jahr.

Die Verzehrmengen von *Zuckerwaren* nach Schätzungen des Schweiz. Verbandes der Biscuits- und Confiseriefabrikanten (35) sind in Tabelle 4 aufgeführt, wobei der rot gefärbte Anteil mit 10 bis 20% angenommen wird (bestätigt durch Befragung eines Großverteilers); IKS-pflichtige Bonbons und Weichbonbons werden als nicht rot gefärbt angenommen. Gesamthaft werden in der Schweiz 4,8 g Zuckerwaren pro Person und Tag konsumiert.

Tabelle 3. Ermittelte Farbstoffgehalte in Getränken

Probe Nr.	Getränk	Ermittelte Farbstoffgehalte (ppm)		
		Ponceau 4R	Azorubin	Amaranth
<i>Tafelgetränke Limonaden</i>				
1	mit Himbeeraroma	—	80,1	—
2	mit Himbeeraroma	—	56,3	—
3	mit Himbeeraroma	86,7	—	—
4	mit Himbeeraroma	—	—	25,6
5	mit Himbeeraroma	12,4	8,3	—
6	mit Himbeeraroma	—	7,8	—
7	mit Himbeeraroma	12,0	56,3	—
8	mit Himbeeraroma	—	21,6	—
9	mit Himbeeraroma	1,3	10,5	—
10	Limonadenpulver	—	—	162
11	Limonadenpulver	—	62,3	—
<i>Aperitif/Bitter</i>				
12	alkoholfrei	—	50,1	—
13	alkoholfrei	—	67,6	—
14	alkoholhaltig	—	15,0	15,2
15	alkoholhaltig	—	—	21,6
<i>Sirup</i>				
16	Grenadine	88,7	16,3	—
17	Grenadine	31,1	217,7	—
18	Grenadine	200,0	—	—
19	Grenadine	80,5	73,8	—
20	Grenadine	70,9	96,3	73,8
21	Blutorangen	54,6	—	—
22	Blutorangen	66,8	73,8	—
23	Himbeer	—	—	—

— betreffender Farbstoff nicht nachgewiesen, <1 ppm.

Bei den Getränken sind vor allem Limonaden (Tafelgetränke) und Sirupe mit künstlichen Farbstoffen gefärbt. Für die rotgefärbten Tafelgetränke kann ein Marktanteil von 5% des Mineralwasser- und Süßgetränkeverbrauches angenommen werden, was durch Befragung eines wichtigen Herstellers erhärtet werden konnte.

Für die Abschätzung der nahrungsbedingten Farbstoffzufuhr von Ponceau 4R wurden die Hersteller, die Limonaden mit Ponceau 4R produzieren, um ihre Verkaufszahlen angefragt. Die im Mittel täglich konsumierte Menge von Süßgetränken (Tafelwasser) beträgt 141 ml/Person (48). Im Vergleich dazu beläuft sich die

Tabelle 4. Zusammenstellung der Verzehrmengen von rotgefärbten Lebensmitteln (1982)

Lebensmittel	Totale Verzehrmenge		Anteil rotgefärbt (Annahme) %	Verzehrmenge rotgefärbten Anteils t/Jahr
	t/Jahr ⁸	g/Person/Tag ⁷		
Speiseeis	35 270	15,0	17 ¹	5 996
Hartbonbons	3 836	1,63	20 ⁴	767
Dragées	1 408	0,60	10 ⁴	141
Kaugummi	2 709	1,15	20 ⁴	542
Marzipan	1 200 ²	0,51	10 ⁴	120
Gummibonbon	2 111	0,90	20	422
Geleeartikel				
Limonade	333 000 ⁹	141	5	16 650
Süßgetränke				
Grenadinesirup	3 334	1,42 ⁵	100 ³	3 334
Blutorangensirup	1 500 ⁶	0,64	100	1 500

¹ Befragung von Glacefabrikanten

² Schätzung eines Großverteilers

³ Annahme aufgrund der Analysenresultate untersuchter Produkte

⁴ Annahme aufgrund des eingekauften Probematerials

⁵ Sirup Totalverzehr: 20,2 g

⁶ Befragung eines Herstellers

⁷ Durchschnittliche Wohnbevölkerung der Schweiz 6,45 Millionen (25)

⁸ Basisjahr 1982

⁹ siehe Literaturzitat (48)

Verzehrmenge aller alkoholfreien Getränke (ohne Milch und Kaffee) auf 424 ml pro Person und Tag bzw. 635 ml inkl. alkoholische Getränke (36). Gergeley (50) verwendet in seiner Studie über den Farbstoffverbrauch 600 ml Süßgetränk, um auch Bevölkerungsgruppen mit hohem Konsum zu berücksichtigen.

Sirup wird laut Sieber und Grüter (25) in einer jährlichen Menge von 47 629 t konsumiert. Nach Angaben einer Haushaltsbefragung betrug 1982 der Anteil an Grenadinesirup 7% des Gesamtverbrauchs. Unter der Annahme, daß der Anteil des Außer-Haus-Konsums an Sirup den gleichen Anteil an Grenadinesirup beinhaltet, resultiert ein Verbrauch von 3 334 t Grenadinesirup pro Jahr. Laut Befragung von Herstellern werden 1 500 t Blutorangensirup pro Jahr verkauft.

Will man die «Risikogruppe Kinder» etwas genauer untersuchen, fehlen meist Verzehrsunterlagen. Befragungen von 4 300 Basler Schülern (37) zeigten, daß im Alter von 11 bis 15 Jahren zwei Drittel aller Schüler und im Alter von 7 bis 10 Jahren ein Drittel aller Schüler Süßigkeiten zwischen den Mahlzeiten zu sich nehmen, wobei von den 11- bis 15jährigen am häufigsten Kaugummi (34%), Schokolade (21%), Zuckerwaren (18%) und Speiseeis (13%) konsumiert werden. 30% aller Befragten konsumierten Süßgetränke zwischen den Mahlzeiten. Diese Studie

zeigt (siehe auch Lit. 38), daß vermutlich die zur Diskussion stehenden Lebensmittel von Kindern recht häufig konsumiert werden.

Es dürfte kaum Kinder geben, die aus eigenem Antrieb Süßes verweigern. Zwischen der Farbe Rot und dem Empfinden «süß» besteht ein gewisser Zusammenhang. Süßgetränke, die stärker rot gefärbt sind, werden bei gleichem Zuckergehalt als süßer empfunden als weniger stark gefärbte (39). In der Emotion «glücklich» sollen nach Literaturangaben 5- bis 7jährige die Farben Rot, Orange und Gelb bevorzugen (40). Jüngere Kinder ziehen offenbar warme Farben (rot, gelb) kalten Farben vor (21). Bei der Abschätzung der Zufuhr roter Farbstoffe wurde daher das Extrem angenommen, daß sämtliche roten Zuckerwaren, roten Süßgetränke und Grenadinesirupe ausschließlich von Kindern konsumiert werden.

Schätzung der Farbstoffzufuhr

In Tabelle 5 wird die mittlere tägliche Zufuhr an *Ponceau 4R*, unter Berücksichtigung mittlerer Farbstoffgehaltszahlen der betreffenden Lebensmittel, angegeben. Sie beträgt 0,32 mg pro Kopf und Tag. Speiseeis trägt zu 23%, Zuckerwaren zu 29% und Getränke zu 48% zur Gesamtzufuhr an *Ponceau 4R* bei.

Amaranth und Azorubin werden in Speiseeis und Zuckerwaren weniger eingesetzt. In Getränken hingegen wurde häufig *Azorubin* gefunden. Die mittlere Azo-

Tabelle 5. Mittlere tägliche Zufuhr von *Ponceau 4R*

Lebensmittel	Verzehr rot gefärbter Lebensmittel (g/Kopf/Tag)	Mittlere Konzen- tration an <i>Ponceau</i> <i>4R</i> im Lebensmittel (ppm)	Mittlere Zufuhr an <i>Ponceau 4R</i> (mg/Kopf/Tag)	%
Speiseeis	1,9 ¹	38	0,073	23
Zuckerwaren				
Hartbonbons	0,33	75	0,025	
Dragées	0,06	145	0,009	
Kaugummi	0,23	138	0,032	
Marzipan	0,05	227	0,011	
Gummi- u. Geleeartikel	0,18	78	0,014	
Getränke				
Limonade	0,79 ²	11–87	0,010 ³	3
Grenadinsirup	1,42	94	0,103 ³	
Blutorangensirup	0,64 ²	61	0,039	
		Total	0,316	45

¹ Menge unter Berücksichtigung, daß Hersteller D von Tabelle 1 kein künstlicher Lebensmittelfarbstoff einsetzt.

² Verzehr von mit *Ponceau 4R* gefärbten Produkten nach Befragung der Hersteller.

³ Stark variierende Farbstoffgehalte: Mit dem jeweiligen Marktanteil gewichtete Zufuhr.

rubinzufuhr beträgt 0,23 mg pro Person und Tag, wobei die Getränke rund 70% beitragen. *Amaranth* wird offenbar sehr wenig eingesetzt. Aufgrund der geringen Einsatzhäufigkeit von 10,4% bei roten Lebensmittelfarbstoffen dürfte die mittlere Zufuhr an Amaranth in der Größenordnung von etwa 0,06 mg pro Person und Tag liegen. Bei extremem Gebrauch gefärbter Kinderzahnpasta (3mal 1 g täglich) und teilweisem Verschlucken derselben (50%) könnte durch diese Bevölkerungsgruppe zusätzlich 0,15 mg pro Person und Tag eingenommen werden.

Der aus den Messungen und den Verzehrsdaten von Lebensmitteln errechnete Gesamtverbrauch von Ponceau 4R beträgt 694 kg pro Jahr und ist in guter Übereinstimmung mit den Verkaufszahlen der wichtigsten Farbstoffimporteure (Handelsfirmen) von ca. 768 kg reinem Farbstoff (entsprechen ca. 960 kg Handelsware). In dieser Zahl ist die Tatsache mitberücksichtigt, daß ein Drittel aller Zuckerwaren importiert wird (35) und daß der Export etwa gleich groß ist. Inwieweit Lebensmittelhersteller Lebensmittelfarbstoffe selber importieren, entzieht sich unserer Kenntnis.

Angaben des Verbandes der Glacefabrikanten zufolge wurden 1982 214 kg Ponceau 4R in Speiseeis verarbeitet (34). Da sich die Angaben vermutlich auf den Handelsfarbstoff (Farbstoffgehalt ca. 80%) beziehen, ergibt dies 171 kg Farbstoff, gegenüber 160 kg aus unseren Berechnungen. Die gute Übereinstimmung dieses Teilergebnisses wie auch diejenige des Gesamtverbrauches von Ponceau 4R lassen die abgeschätzten Verzehrmengen im Fall von Ponceau 4R als realistisch erscheinen.

Ausgehend von den in Tabelle 5 aufgeführten mittleren Verzehrmengen und den höchsten Farbstoffkonzentrationen, berechnet sich pro Person eine tägliche Ponceau-4R-Zufuhr von 0,74 mg, was ungefähr dem Doppelten des Durchschnittswertes entspricht.

Bei extremen Verzehrgewohnheiten (Konsum nur rot gefärbter Produkte: Speiseeis, Zuckerwaren und Süßgetränke; mittlere Farbstoffgehalte; mittlere Verzehrmenge) ergäbe sich ein Verbrauch von 4,7 mg Ponceau 4R pro Person und Tag.

Bei der Annahme, daß sämtliche rote Zuckerwaren, rote Süßgetränke und Grenadinesirupe von Kindern zwischen 5 und 14 Jahren (870 000 (41)) verzehrt werden, ergibt sich eine durchschnittliche tägliche Zufuhr an Ponceau 4R von 2,63 mg pro Kind (siehe Tabelle 6). Ausländische Studien (UK) kommen für den Erwachsenen bei durchschnittlicher Diät auf eine Verzehrmenge von 0,91 mg Ponceau 4R pro Person und Tag, für Kinder auf eine solche von 1 mg pro Person und Tag sowie bei Kindern, die nur rotgefärbte Lebensmittel konsumieren, auf eine Zufuhr von 6,3 mg pro Person und Tag (9). Aus einer Abschätzung der Farbstoffaufnahme in den USA (8) geht hervor, daß meist Kinder im Alter von 6 bis 12 Jahren die höchsten Farbstoffmengen einnehmen. In dieser Altersklasse werden 31 mg FD + C Red No 40 zugeführt (dies ist der einzige in den USA zugelassene rote Farbstoff).

Tabelle 6. Mittlere tägliche Zufuhr von Ponceau 4R für Kinder¹

Lebensmittel (rot gefärbt)	g/Kind/Tag	Zufuhr an Ponceau 4R (mg/Kind/Tag)
Speiseeis	1,9 ²	0,073
Zuckerwaren Hartbonbons	2,42	0,181
Dragées	0,44	0,064
Kaugummi	1,71	0,236
Marzipan	0,38	0,086
Gummi- und Geleeartikel	1,33	0,104
Limonade	49,1	0,614
Sirup Grenadine	10,5	0,987
Blutorange	4,7	0,287
	Total	2,632

¹ Annahme: Rote Zuckerwaren, rote Süßgetränke und Sirup werden ausschließlich von Kindern verzehrt.

² Durchschnittlicher Pro-Kopf-Konsum von Tabelle 5.

Diskussion

Die mittlere tägliche nahrungsbedingte Zufuhr von Ponceau 4R für die schweizerische Wohnbevölkerung beträgt mit 0,32 mg pro Person und Tag rund ein Drittel derjenigen des UK (9). Die kürzlich aufgrund neuer toxikologischer Unterlagen (22) (siehe auch Lit. 42) von der FAO/WHO für Ponceau 4R und Azorubin auf je 4 mg/kg Körpergewicht (43) erhöhten ADI-Werte werden bei durchschnittlicher Diät je zu 0,1% ausgeschöpft. Für Amaranth (provisorischer ADI von 0,75 mg/kg Körpergewicht (46)) ergibt sich, bedingt durch die geringe Verwendung dieses Farbstoffes, ebenfalls eine mittlere Ausschöpfung von rund 0,1%, die bei Berücksichtigung der Zufuhr via gefärbte Zahnpasta auf maximal 0,5% erhöht würde.

Selbst bei extremen Verzehrgewohnheiten (bevorzugter Konsum von roten Produkten bei durchschnittlichen Verzehrmengen) wird bei Ponceau 4R der ADI-Wert bei Erwachsenen nur zu 2% und bei einem Kind (20 kg Körpergewicht, entsprechend einem Alter von 5 Jahren) im Mittel nur zu 3% ausgeschöpft.

Den Hauptbeitrag zur Zufuhr roter synthetischer Lebensmittelfarbstoffe liefern die Getränke. Für Ponceau 4R beträgt dieser Beitrag bei einer durchschnittlichen Diät 48% und bei Kindern 75% der gesamten Zufuhr; für Azorubin stellt er bei einer durchschnittlichen Diät 70% dar.

Obwohl diese Abschätzungen zeigen, daß die Zufuhrmengen roter synthetischer Lebensmittelfarbstoffe in gesundheitlicher Hinsicht keine Probleme darstellen, haben die Speiseeishersteller der Schweiz beschlossen, auf sogenannt «natürliche Farbstoffe» umzustellen (34), wahrscheinlich im Hinblick auf das schlechte «Image» der synthetischen Lebensmittelfarbstoffe. Dazu ist zu bemerken, daß die Toxikologie synthetischer Lebensmittelfarbstoffe in den letzten Jahren sehr intensiv untersucht wurde (44). Bei den natürlichen Lebensmittelfarbstoffen, die recht komplex zusammengesetzt sein können, muß im Auge behalten werden, daß viele natürlicherweise in Lebensmitteln vorkommende Stoffe einer modernen toxikologischen Prüfung, wie sie heute für Lebensmittelzusatzstoffe und Schädlingsbekämpfungsmittel erforderlich ist, nicht in jedem Fall standhalten würden.

Experimentelles

Die Proben wurden 1982/1983 im Raum Bern bei Großverteilern, Detailgeschäften, Molkereien, Quartierläden, Kiosken und Getränkeverteilern eingekauft.

Die Farbstoffisolierung aus den Proben erfolgte nach dem Neuentwurf des Kapitels 42A des Schweizerischen Lebensmittelbuches (45). Dabei wurden synthetische Lebensmittelfarbstoffe durch Ionenpaarbildung mit organischem Lösungsmittel quantitativ extrahiert (Iso-Pentanol oder CHCl_3 mit Tetrabutylammoniumchlorid). Die Vollständigkeit der Extraktion war anhand der Farbe des Extraktionsrückstandes ersichtlich. Wiederfindungsraten wurden an Vanilleglace, verstärkt mit 50 ppm Ponceau 4R, überprüft (96%, 100%). Proben, die Stärken enthielten (gummiartige Zuckerwaren und Glacepulver), ergaben starke Emulsionsbildung, so daß die Proben nach kurzem Aufkochen mit Wasser 2 Stunden mit α -Amylase (0,5 mg/g Probe) bei 37 °C inkubiert wurden.

Die Bestimmung des Farbstoffgehaltes in Lebensmitteln verursacht keine allzu großen Probleme, obwohl nur wenige Arbeiten existieren, die sich mit der quantitativen Erfassung für alle Lebensmittel befassen (14, 29, 31, 46, 47). Die Gehaltsbestimmung von Ponceau 4R, Amaranth und Azorubin erfolgte mittels HPLC auf einer RP-Säule durch Vergleich mit Farbstoffstandards. Als mobile Phase diente CH_3OH (75 Vol.-Teile) + 0,03 m wässrige Tetrabutylammoniumhydroxidlösung mit H_3PO_4 (10%ig) auf pH 7,0 eingestellt (35 Vol.-Teile). Die Detektion erfolgte fotometrisch bei 520 nm; gemessen wurden die Peakflächen. Die Farbstoffgehalte des Standards wurden durch TiCl_3 -Titration (19) ermittelt.

Dank

Folgenden Firmen und Personen danken wir für nützliche Hinweise und Unterlagen: Aster Margrit, Main; BASF Schweiz, Wädenswil; Chemische Fabrik, Schweizerhalle; Ciba-Geigy, Basel; Chesebrough Ponds, Genf; Coop Schweiz, Basel; El Dorado, Steffisburg; B. Friedli, Apothekerin, Köniz; Flachsmann, Zürich; Forschungsinstitut der Schweizerischen

Gesellschaft für Marketing, Hergiswil; Frisco-Findus, Romanshorn; Elida Cosmetic, Zürich; Adolf Holinger, Basel; Henniez-Mineralquellen, Henniez; Hero Konservenfabrik, Lenzburg; Hoffmann-La Roche, Basel; ICI Schweiz, Zürich; Adolf Leber, Riehen; Laumann AG, Bischofszell; Mibelle, Buchs AG; Migros-Genossenschafts-Bund, Zürich; Mineralquelle Eptingen AG, Sissach; Mineralquelle Passugg; Plüss-Staufer, Oftringen; Sintco, Zürich; Siegfried AG, Zofingen; Sibra Management, Fribourg; Schweiz. Getränke AG, Obermeilen; Verband Schweiz. Mineralquellen, Zürich; Verband Schweiz. Glace- und Eiscreme-Fabrikanten, Bern; Verbandsmolkerei, Bern.

Frau *J. Schmid* und Herrn *Ch. Buser* danken wir für die Durchführung der praktischen Arbeiten.

Zusammenfassung

Aufgrund der Verzehrszahlen und analytisch erfaßter Gehalte in Lebensmitteln wurde eine Zufuhrabschätzung für Ponceau 4R, Azorubin und Amaranth vorgenommen. Von 66 untersuchten Proben, die synthetische Farbstoffe enthalten dürfen, enthielten 83% rote synthetische Farbstoffe, wobei Ponceau 4R am häufigsten gefunden wurde.

Die mittlere tägliche Zufuhr für die schweizerische Wohnbevölkerung beträgt pro Kopf 0,32 mg Ponceau 4R, 0,23 mg Azorubin und 0,06 mg Amaranth, wobei Getränke den wesentlichsten Beitrag liefern.

Auch bei extremen Verzehrsgewohnheiten (Kinder, bevorzugter Konsum roter Produkte) werden die geltenden ADI-Werte nur bis zu 3% ausgeschöpft.

Résumé

L'absorption de colorants a été estimée pour le ponceau 4R, l'azorubine et l'amarante sur la base de la consommation de denrées alimentaires et des teneurs déterminées par l'analyse. 83% des 66 échantillons examinés, susceptibles de contenir des colorants synthétiques présentaient des colorants de synthèse rouge, le ponceau 4R ayant été le plus fréquemment détecté.

L'apport quotidien moyen de la population suisse s'élève par tête à 0,32 mg de ponceau 4R, 0,23 mg d'azorubine et 0,06 mg d'amarante, les boissons représentant la principale source de colorants.

Même si l'on tient compte d'habitudes alimentaires extrêmes (enfants ou préférence de produits de couleur rouge), les valeurs obtenues n'atteignent que 3% des DJA actuellement en vigueur.

Summary

The intake of the food colours ponceau 4R, azorubin and amaranth has been estimated on the basis of the food consumption and the analytically determined colour concentration of foodstuffs. 83% out of 66 analysed food samples, which may be coloured with synthetic products, contained red synthetic food colours. Ponceau 4R was the most frequently detected.

The average daily intake of synthetic food colours per capita of the Swiss population was found to be 0.32 mg of ponceau 4R, 0.23 mg of azorubin and 0.06 mg of amaranth. Beverages are the most important sources responsible for the colour intake.

Even under extreme habits of intake (children or preferred consumption of red coloured products), only 3% of the actual ADI-values were obtained.

Literatur

1. *Schweizerische Bundeskanzlei*: Verordnung über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelverordnung) vom 26. Mai 1936, Stand am 1. Januar 1983, Art. 2 Abs. 2a; Art. 441 Abs. 2. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1982.
2. *Vettorazzi, G.*: Handbook of international food regulatory toxicology. Vol. 1: Evaluations, pages 77 and 78. MTP Press Limited, Lancaster 1980.
3. *Hall, R. L.*: Flavor study an approach at McCormick. In: Flavor research and food acceptance, page 224. Reinhold Publ. Corp., New York 1958.
4. *Juhlin, L.*: Hypersensitivity to food. Interdisciplinary conference on food toxicology. Held in Zurich, Switzerland on October 13–15, 1982.
5. *Wüthrich, B. und Fabro, Luisa*: Acetylsalicylsäure- und Lebensmitteladditiva-Intoleranz bei Urtikaria, Asthma bronchiale und chronischer Rhinopathie. Schweiz. med. Wschr. **111**, 1445–1450 (1981).
6. *Juhlin, L.*: Intolerance to dyes used in drugs. Acta Pharmaceutica Technologica, APV-Informationsdienst Suppl. 8/1979, Seiten 15–19.
7. *Silbergeld, Ellen K. and Anderson, Sally M.*: Artificial food colors and childhoodbehavior disorders. Bull. N. Y. Acad. Med. **58**, 275–295 (1982).
8. Institut of Food Technologists Expert Panel on Food Safety and Nutrition and the Committee on Public Information: Food colors. Food Technology 77–84 (1980).
9. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food*: Food Additives and Contaminants Committee. Interim report on the review of the colouring matter in food regulations, 1973. FAC/Rep/29. Her Majesty's Stationary Office, London 1979.
10. Joint FAO/WHO Food Standards Programme: Codex Committee on Food Additives, 13th Session. CX/FA 79/5 – Part III – Room Document (1979).
11. *Bocca, A., Stacchini, A., Mistura, G. e Quattrucci, E.*: Studio sulle possibili ingestioni di coloranti alimentari. Rivista Societa Ital. Scienza Alimentazione **8**, 333–342 (1979).
12. Joint FAO/WHO Food Standards Programme: Codex Committee on Food Additives, 13th Session. CX/FA 79/5 – Part II, June 1979.
13. *Ahlborg, U. G., Byfors, I., Dich, J. and Erikson, H. B.*: Use of food colorants in Sweden. VarFoeda **26**, 194–217 (1974).
14. *Love, J. L.*: Synthetic colour use in New Zealand foods. New Zealand J. Sci. **25**, 27–36 (1982).
15. *Fondu, M., van Gindertael-Zegers de Beyl, H., Bronkers, G. and Carton, P.*: Food additives tables, updated edition, Classes I–IV. Elsevier Sci. Publ. Comp., Amsterdam, Oxford, New York 1980.
16. *Fondu, M., van Gindertael-Zegers de Beyl, H., Bronkers, G. and Carton, P.*: Food additives tables, updated edition, Classes V–VIII. Elsevier Sci. Publ. Comp., Amsterdam, Oxford, New York 1982.
17. *Hunziker, H. R. und Miserez, A.*: HPLC-Bestimmung primärer aromatischer Amine in synthetischen Farbstoffen für Lebensmittel. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **72**, 216–223 (1981).

18. Hunziker, H. R. und Zimmerli, B.: Bestimmung organischer Verunreinigungen in synthetischen Lebensmittelfarbstoffen. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **74**, 121–131 (1983).
19. FAO/OMS: Specifications for identity and purity and toxicological evaluations of food colours. FAO Nutrition Meetings Report Series No. 38B/WHO Food Additives 66.25, page 88, 163. Rome/Geneva, 1964.
20. Etouraud, A.: Kantonales Laboratorium Waadt. Persönliche Mitteilung vom 12. 1. 1983.
21. Child, I. L., Hansen, J. A. and Hornbeck, F. W.: Age and sex differences in children's color preferences. *Child-Development* **39**, 237–247 (1968).
22. FAO/WHO: Toxicological evaluations of some food colours, enzymes, flavour enhancers, thickening agents, and certain other food additives. FAO Nutrition Meetings Report Series No. 54A/WHO Food Additives Series No. 6, Rome/Geneva, 1975.
23. FAO/WHO: Evaluation of certain food additives. Twenty-fifth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 669, page 20. Geneva, 1981.
24. FAO/WHO: Joint FAO/WHO: Expert Committee on Food Additives. Estimation of food additive intake. 1969/70 Computerized calculations of potential food additive intake FAD/FA/70.30 (a). Geneva, June, 24 – July, 2 (1970).
25. Sieber, R. und Grüter, R.: Lebensmittelverbrauch in der Schweiz während den Jahren 1973/74–1974/75 und 1979–1980. In: 2. Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 18–29. Verlag Hans Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1984.
26. Mollenhauer, H. P.: Die Bedeutung von Verzehrserhebungen für die Beurteilung von Zusatzstoffen. *Ernährungs-Umschau* **12**, 415–419 (1968).
27. Drozdova, G., Putilova, I. N. and Golubeva, L. V.: Izv. Vyssh. Zaved. Pishch. Technol. **21**, 21–22 (1976), auch Int. Flav. Food Additives **8**, 154 (1977).
28. Fogg, A. G., and Whestone, M. R.: Differential-pulse polarographic determination of red 10B formed the permitted food colour red 2G. *Analyst* **107**, 455–459 (1982).
29. Boley, N. P., Bunton, N. G., Crosby, N. T., Johnson, A. E., Roper, P. and Somers, L.: Determination of synthetic colours in food using high performance liquid chromatography. *Analyst* **105**, 589–599 (1980).
30. Verordnung über die in Lebensmitteln zulässigen Zusatzstoffe (Zusatzstoffverordnung) vom 20. Januar 1982. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.
31. Farré Rovira, R., y Zango Díaz, J. M.: Colorantes en bebidas refrescantes, caramelos y yogures. *Alimentaria* No 125, 23–36 (1981).
32. Neidhard, Th.: Die Schweizerische Tiefkühlwirtschaft im Jahr 1981. *Swiss Food* **4**, 35–36 (1982).
33. Gnägi, K.: Fabrikation von Ice-Cream in der Schweiz. In: 75 Jahre ZVSM 1907–1982: Die Schweizerische Milchwirtschaft zu Beginn der achtziger Jahre. Hrsg.: Zentralverband Schweiz. Milchproduzenten, Bern 1982.
34. Verband Schweiz. Glace- und Eiscream-Fabrikanten: Persönliche Mitteilung, Dezember 1982.
35. BISCOFA (Schweiz. Verband der Biscuits- und Confiseriefabrikanten, Dufourstr. 37, Bern): Ein Blick in die Schweiz. Biscuits- und Confiserie-Industrie mit den Zahlen von 1982 verglichen mit Vorjahren.
36. Hunziker, H. R. und Zimmerli, B.: Zur Magnesiumaufnahme der Schweiz. Wohnbevölkerung. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **73**, 379–393 (1982).
37. Mühlmann, R., Keller, K., Büttner, M. und Ritzel, G.: Beeinträchtigung der Zahngesundheit bei Schulkindern durch Süßigkeiten in einer Stadt mit fluoridiertem Trinkwasser. *Oeff. Gesundh.-Wesen* **43**, 71–77 (1981).

38. FAO/WHO: Evaluation of the toxicity of a number of antimicrobials and antioxidants. Sixth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 228, page 13, 1962.
39. Johnson, J. L., Dzendole, E. and Clydesdale, F. M.: Psychophysical relationship between sweetness and redness in strawberry-flavored drinks. *J. Food Protection* **46**, 21–25 (1983).
40. Vorsobin, V. N. and Zhidkin, V. N.: A study of color preference in preschool children who are experiencing positiv and negativ emotions. *Voprosy-Psykhologii* No. 3, 121–124, May-June, 1980.
41. Bundesamt für Statistik: *Statistisches Jahrbuch der Schweiz* **90**, 1982. Birkhäuser Verlag, Basel 1982.
42. Phillips, J. C., Bex, C. S. and Gaunt, I. F.: The metabolic disposition of ¹⁴C-labelled Ponceau 4R in the rat, mouse and guinea-pig. *Food Chem. Toxic.* **20**, 499–505 (1982).
43. FAO/WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants. Twenty-seventh Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 696 p. 19–20. Geneva 1983.
44. Vettorazzi, G.: *Handbook of international food regulatory toxicology*. Vol. 2: Profiles for food colorants. SP Medical and Scientific Book, New York 1981.
45. Sektion Lebensmittelbuch des Bundesamtes für Gesundheitswesen: Vorprojekt des Schweizerischen Lebensmittelbuches: Colorants pour denrées alimentaires, Chapitre 42A, Bern 1981.
46. Puttemans, M. L., Dryon, L. and Massart, D. L.: Isolation, identification and determination of food dyes following ion-pair extraction. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **65**, 737–744 (1982).
47. Hurst, W. J., McKim, J. M. and Martin Jr., R. A.: Ion pairing high pressure liquid chromatographic determination of Amaranth in licorice products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **64**, 1411–1413 (1981).
48. Anonym: Zur Produktion alkoholfreier Getränke im Jahr 1982. *Die Mineralquelle* **35** (3/4), 4–5 (1983).
49. Etournaud, A. et Aubort, J.-D.: Recherche des colorants organiques artificiels dans les produits cosmétiques. I. Rouges à levres et fards. *Trav. chim. aliment. hyg.* **74**, 372–382 (1983).
50. Gergely, S.: Berechnung der Mengen von aufgenommenen Zusatzstoffen (Teil 2). *Ernährung/Nutrition* **4** (2), 67–68 (1980).

Dr. H. R. Hunziker
 Dr. B. Zimmerli
 Bundesamt für Gesundheitswesen
 Abteilung Lebensmittelkontrolle
 Sektion Lebensmittelchemie und
 Radioaktivität
 Postfach 2644
 CH-3001 Bern