# Zu scharf ist nicht gesund - Lebensmittel mit sehr hohen Capsaicingehalten können der Gesundheit schaden

Stellungnahme Nr. 053/2011 des BfR vom 18. Oktober 2011

Capsaicinoide sind für den scharfen brennenden Geschmack bestimmter als Gewürze oder Gemüse verwendeter Früchte wie Paprika oder Chilischoten verantwortlich. Diese Früchte enthalten verschiedene Capsaicinoide wie Capsaicin, Dihydrocapsaicin und Nordihydrocapsaicin, wobei das Capsaicin in der Regel zwei Drittel bis drei Viertel des Gesamtcapsaicinoidgehaltes ausmacht. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat vor dem Hintergrund, dass auch in Deutschland Produkte wie extrem scharfe Würzsaucen mit hohen bis sehr hohen Capsaicinoidgehalten auf dem Markt sind, das gesundheitliche Risiko derartiger Lebensmittel bewertet.

Das Institut kommt zu dem Schluss, dass die orale Aufnahme von Chilifrüchten, ihren Zubereitungen und entsprechenden scharf bis sehr scharf gewürzten Speisen etwa der traditionellen afrikanischen, arabischen, südamerikanischen oder asiatischen Küche im Rahmen des international üblichen Verzehrs nicht mit akut gesundheitsschädigenden Wirkungen verbunden ist. Allergisch bedingte Unverträglichkeiten sind jedoch bekannt. Das BfR geht dabei davon aus, dass die Schärfe, die traditionell von Erwachsenen bei einer Mahlzeit akzeptiert wird, maximal einer Dosis von 5 mg Capsaicin je kg Körpergewicht zugeordnet werden kann. Das entspräche einer Aufnahme von 300 mg Capsaicin durch einen 60 kg schweren Erwachsenen über eine Mahlzeit.

Bei übermäßig hohem Verzehr von Chilis oder Chilizubereitungen wurden ernsthafte gesundheitliche Beeinträchtigungen beobachtet. Bei den beschriebenen unerwünschten Wirkungen, wie Schleimhautreizungen, Übelkeit, Erbrechen oder Bluthochdruck ist allerdings nicht bekannt, welche Dosis an Capsaicinoiden die Betroffenen aufgenommen haben. Besonders empfindlich reagieren Kinder auf scharfe Chili-Produkte. Es sind schwerwiegende Vergiftungen bei kleinen Kindern durch die Aufnahme von Chilizubereitungen in der internationalen Literatur beschrieben.

Aufgrund der vorliegenden Daten empfiehlt das BfR, Chili- und andere Würzsaucen mit Gehalten von über 100 mg Capsaicin je Kilogramm Lebensmittel entsprechend zu kennzeichnen und die Verpackungen mit kindersicheren Verschlüssen zu versehen. Weiterhin empfiehlt das BfR den zuständigen Lebensmittelüberwachungsbehörden, bei Produkten mit einem Capsaicingehalt von über 6000 mg je Kilogramm im Einzelfall zu prüfen, ob sie als sicheres Lebensmittel anzusehen sind.

Den Verbrauchern rät das BfR zur Vorsicht bei der Aufnahme von unüblich großen Mengen extrem scharfer Chilisaucen und Chiliextrakten, wie sie etwa bei Scharfesswettbewerben erfolgte. In diesem Fall sind schwere gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Bluthochdruckkrisen möglich, die unter Umständen lebensbedrohlich sein können. Im eigenen Haushalt sollten scharfe Chilisaucen so aufbewahrt werden, dass sie für kleine Kinder unerreichbar sind.

## 1. Gegenstand und Hintergrund der Bewertung

Der Arbeitskreis Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (ALS) hat sich mit der Frage beschäftigt, wie Lebensmittel mit hohen Gesamtcapsaicingehalten im Hinblick auf ihre Verkehrsfä-

higkeit zu beurteilen sind. Der ALS nahm dabei auf im Handel erhältliche extrem scharfe Saucen und Extrakte Bezug. Hintergrund der Bewertungsanfrage ist die gegenwärtige Popularität von Scharfess-Wettbewerben („Fiery Foods Competitions“).

Das BfR wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gebeten, zu dem dargestellten Sachverhalt aus Sicht der Risikobewertung Stellung zu nehmen. Von besonderem Interesse ist die Frage, welcher „Gesamtcapsaicingehalt“ maximal in extrem scharfen Lebensmitteln, die direkt an den Endverbraucher abgegeben werden, tolerabel erscheint und ab wann ggf. im Sinne von Art. 14 Abs. 3 b der VO 178/2002 ein Warnhinweis auf Lebensmitteln angebracht werden sollte. Wie Rückfragen bei dem Hamburger Institut für Hygiene und Umwelt, das die Frage beim ALS einreichte, ergaben, wird unter „Gesamtcapsaicingehalt“ der nach einer Methode des Europäischen Arzneibuches, 6. Ausgabe (2008) für quantifiziertes raffiniertes Cayennepfefferölharz (Capsici oleoresina raffinata et quantificata) ermittelte Gehalt an Gesamtcapsaicinoiden, berechnet als Capsaicin, verstanden, der die Gehalte an Capsaicin, Dihydrocapsaicin und Nordihydrocapsaicin einschließt.

Die Schärfe von Erzeugnissen auf Paprika/Chili Basis kann in den sogenannten Scoville-Einheiten (Scoville Heat Units, SHU) bestimmt werden. Ursprünglich handelt es sich dabei um ein rein sensorisches Verfahren. Dabei wird durch Verdünnen die jenige Konzentration „erschmeckt“ die gerade noch scharf schmeckt. Über den Gesamtcapsaicingehalt ist die Schärfe der Produkte analytisch bestimmbar. Gesamtcapsaicingehalt und Scoville können mit einem Faktor (1mg Capsaicin/kg = 16,1 Scoville = 16,1 SHU) ineinander umgerechnet werden (Thomas et al. 1998).

Die durchzuführende Risikobewertung betreffend, hatte das BfR das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) um Auskunft gebeten, ob bzw. welche Meldungen über Vergiftungen oder unerwünschte Wirkungen nach oraler oder anderweitiger Exposition (z. B. dermal oder am Auge) mit Capsaicin-haltigen Lebensmitteln (z. B. auf der Basis von Paprika, *Capsicum* spp.-Früchten, Chilis oder Cayennepfeffer) dem BVL bekannt sind. Von Interesse waren hierbei vor allem Informationen über aufgenommene Dosen an Capsaicin und den anderen o.g. Capsaicinoiden und ihre Konzentrationen in den betreffenden Lebensmitteln. Weiterhin hatte das BfR das BVL gebeten, bezüglich der Expositionsbetrachtung Daten zu den Gehalten an Capsaicin und, sofern vorhanden, den anderen genannten Capsaicinoiden sowie zu deren sensorischer Beurteilung zur Verfügung zu stellen.

Das BfR stellte die Thematik weiterhin in der 6. Sitzung der BfR-Kommission „Bewertung von Vergiftungen“ am 11.05.2011 zur Diskussion.

Das BVL teilte mit, dass ihm keine Mitteilungen über unerwünschte Wirkungen durch eine Exposition von Capsaicin-haltigen Lebensmitteln vorlägen und dass zu den erbetenen Expositionsdaten eine Abfrage bei den für die Lebensmittelüberwachung zuständigen obersten Landesbehörden veranlasst wurde. Die entsprechenden Angaben zur Expositionsbetrachtung wurden vom BVL am 18. Juli 2011 übermittelt.

Außerdem wurde das BfR am 29.3.2011 durch das Schnellwarnsystem von dem Entwurf einer RASFF-Meldung zu einem von der CVUA Karlsruhe begutachteten Produkt (Angabe des Herstellers auf dem Etikett: 2.500.000 Scoville; entsprechend 150.000 mg Capsaicinoide/kg) informiert. Das Produkt wurde aufgrund seines extrem hohen Gehaltes an Capsaicinoiden sowie dem Fehlen von Dosierungshinweisen und Schutzvorrichtungen zur Verhinderung des Verzehrs durch kleine Kinder als geeignet angesehen, die Gesundheit zu schädigen.

Des Weiteren wurden dem BfR Daten der CVUA Karlsruhe übermittelt, nach denen in 10 Chilisaucen bzw. -extrakten von Capsaicingehalten zwischen 12.500 - 700.000 mg/kg (entsprechend 200.000 bis 11.000.000 Scoville) ausgegangen werden muss.

Der Schwerpunkt der vom BfR durchgeführten Bewertung liegt gemäß der Fragestellung auf möglichen durch die akute Exposition mit Capsaicinoiden bedingten Risiken. Andere z. B. durch hohe dauerhafte Capsaicinaufnahmen möglicherweise verursachten chronischen Gesundheitsrisiken (Fragen der Karzinogenität) sind nicht Gegenstand dieser Bewertung.

## 2. Ergebnis

Für die orale akute Aufnahme von Chilifrüchten und ihren Zubereitungen im Rahmen des international üblichen traditionellen Verzehrs scharf und sehr scharf gewürzter Speisen werden, abgesehen von allergisch bedingten Unverträglichkeiten, keine ernsthaften gesundheitsschädigenden Wirkungen bei Erwachsenen beschrieben. Bezüglich der akuten Exposition wird dabei davon ausgegangen, dass die Dosis von 5 mg Capsaicin/kg Körpergewicht (KG) einer noch traditionell bei einer Mahlzeit von Erwachsenen akzeptierten maximalen Schärfe zugeordnet werden kann. Höhere Capsaicin-Aufnahmen betreffend, ist die Datenbasis lückenhaft. Bei übermäßig hohem Verzehr von Chilis oder Chilizubereitungen hoher Schärfegrade wurden aber ernsthafte unerwünschte Wirkungen beschrieben. Auch über einen Todesfall eines Erwachsenen im Rahmen eines Scharfess-Wettbewerbes wurde berichtet. Die Kausalität ist jedoch unklar.

Schwerwiegende Vergiftungen bei kleinen Kindern durch Aufnahme von Chilizubereitungen im Rahmen von Unfällen oder Kindesmisshandlung sind ebenso bekannt.

Das BfR empfiehlt die Anbringung von Etikettierungshinweisen und Sicherheitsverschlüssen bei Chilisaucen mit Gehalten > 100 mg Gesamtcapsaicin/kg zum Schutz von Kindern und empfindlichen Personen und zur Vermeidung von Haut- und Schleimhautirritationen sowie Augenreizungen.

Das BfR stellt außerdem in Frage, ob Chilisaucen und Chiliextrakte mit Gehalten > 6000 mg Gesamtcapsaicin/kg generell als sichere Lebensmittel im Sinne von Art. 14 der VO 178/2002 angesehen werden können und empfiehlt eine Prüfung im Einzelfall.

Das BfR empfiehlt Verbrauchern große Vorsicht hinsichtlich der Aufnahme von unüblich großen Mengen extrem scharfer Chilifrüchte und Chilisaucen, wie sie z.B. im Rahmen von Scharfess-Wettbewerben erfolgte, da dies zu gesundheitsschädigenden Wirkungen, wie Bluthochdruckkrisen, führen und lebensbedrohlich sein kann.

Weiterhin rät das BfR dazu, eine unbeabsichtigte Aufnahme scharfer Chilisaucen durch Kleinkinder, die lebensgefährlich sein könnte, durch geeignete Vorsichtsmaßnahmen zu verhindern.

## 3. Begründung

3.1 Risikobewertung

3.1.1 Agens

Capsaicinoide (Säureamide des Vanillylamids mit kurzkettigen verzweigten Fettsäuren) sind für den scharf brennenden Geschmack der Früchte verschiedener für die Verwendung als Gewürz oder Gemüse kultivierter Arten der Gattung *Capsicum* (Chili, Paprika, Pepper) (Familie: Solanaceae, Nachtschattengewächse) verantwortlich. Botanisch handelt es sich bei den Früchten von Pflanzen der Gattung *Capsicum* um Beeren und nicht um Schoten. Zu den Capsaicinoiden zählen u. a. Capsaicin (Vanillylamid der 8-Methyl-6-Nonensäure; N-(4-Hydroxy-3-Methoxybenzyl)-8-Methyl-trans-6-Nonenamid; CAS-Nr. 404-86-4), Dihydrocapsaicin (CAS-Nr. 19408-84-5), und Nordihydrocapsaicin (CAS-Nr. 28789-35-7), (EUAB-Kommentar, 2011). In getrockneten Cayennepfefferfrüchten (Synonyme: Capsici fructus acer, Pfefferoni, Chilis, Chillies, Tabasco, Pepper), die von den Stammpflanzen *Capsicum frutescens* L. s.l. (sensu latiore = im weiteren Sinne) oder *Capsium annum* L. *IndP 66* abstammen, sind in der Arzneibuchqualität 0,3 - 1 % Capsaicinoide enthalten, wobei die genannten Capsaicinoide mit etwa folgenden Gehalten auftreten: 63 - 77 % Capsaicin, 20 - 32 % Dihydrocapsaicin, 1 - 8 % Nordihydrocapsaicin. Weitere Capsaicinoide sind Homodihydrocapsaicin I und II, Caprylsäurevanillylamid und Nonylsäurevanillylamid. Darüber hinaus sind in Cayennepfefferfrüchte fettes Öl, Carotinoide, Flavonoide, Ascorbinsäure und ein komplexes Gemisch leicht flüchtiger Komponenten enthalten. Capsaicin ist löslich in Ethanol, Aceton und fettigen Ölen und praktisch unlöslich in kaltem Wasser (EUAB-Kommentar, 2011; Hager, 2006).

Unter Capsicum Oleoresin (Cayennepfefferölharz) wird ein spezielles Extrakt aus Cayennepfefferfrüchten verstanden mit vergleichsweise hohen Gehalten an Capsaicinoiden. Das quantifizierte und raffinierte Cayennepfefferölharz (EUAB, 2008) enthält 6,5 - 8,5 % Capsaicinoide. (EUAB-Kommentar, 2011; Peter, 2001).

Von der Gattung *Capsicum* stammen verschiedene Varietäten ab, deren Früchte sich in ihrem Schärfegrad unterscheiden. Beispielsweise gehört zu der Art *C. annuum* nicht nur die Varietät, von der die Cayennepfefferfrüchte stammen, sondern es zählen auch Varietäten hinzu, die die scharfen „Jalapeno“ oder das milde Gemüsepaprika (bell pepper) als Früchte hervorbringen. Varietäten einer anderen Art, *C. chinense,* liefern scharf schmeckende Früchte vom Typ „Habanero“ oder „Scotch Bonnet“ (Peter, 2001; Roth, 2010).
Die Variabilitäten der Gehalte an Capsaicinoiden in Chilifrüchten gehen nicht nur auf unterschiedliche botanische Spezies und Varietäten zurück, sondern auch auf Unterschiede in den Böden, Lichteinwirkungen vor und nach der Ernte, Wasserverfügbarkeit sowie verschiedene landwirtschaftliche Praktiken (Thomas et al.,1998; Bozokalfa et al., 2009; Pena-Alvarez et al. 2009).

Innerhalb der Chilifrucht weist die Plazenta die höchsten Gehalte an Capsaicinoiden auf (Kozukue et al., 2005; Cisneros-Pineda et al., 2007; Bindu Thapa, 2009). Ihr Entfernen vor dem Verzehr würde somit zu einer Verringerung der Gehalte führen.

Chili-Saucen und Chili-Extrakte werden unter Verwendung von Chilifrüchten verschiedenster botanischer Abstammung hergestellt. Zum Teil wird ihr Schärfegrad durch Zusatz von Capsicum Oleoresin erhöht (Zoschke, 2011).

Zur Veranschaulichung stellte der ALS in einer Tabelle Gesamtcapsaicingehalte und die entsprechenden Scoville-Grade (Umrechnung: 1mg Capsaicin/kg = 16 Scoville = 16 SHU) für einige ausgewählte *Capsicum*-Früchte bzw. ihre Zubereitungen zusammen (Tabelle 1). Paprikapulver können in Abhängigkeit von der Provenienz auch höhere Gesamtcapsaicingehalte als in Tabelle 1 angegeben aufweisen (vgl. Tabelle 2).

**Tabelle 1**

| Beispiel | Gesamtcapsaicin | Scoville-Grad (berechnet) |
|---|---|---|
| Gemüsepaprika Edelsüß-Pulver | <1 mg/kg | 0 - 10 |
| Paprikapulver (rosenscharf) | 5 - 30 mg/kg | 100 - 500 |
| Tabasco-Sauce | 100 - 300 mg/kg | 1600 - 5000 |
| Grüne Jalapeno-Chilis frisch | bis 500 mg/kg | 2.500 - 8.000 |
| Sambal Olek | bis 800 mg/kg | max 15000 |
| Chilipulver | 1000 - 3000 mg/kg | 30.000 - 50.000 |
| reines Capsaicin (Sigma, >95 %) | >1 Mio mg/kg | 16.000.000 |

Die Tabelle in Anlage 2 ermöglicht einen weiteren Vergleich der Schärfegrade der Früchte verschiedener *Capsicum*-Varietäten und verschiedener Chilisaucen und -extrakte (Bützer, 2005).

Im Lebensmittelbereich werden die Früchte von *Capsicum*-Varietäten frisch, getrocknet, geräuchert oder eingelegt im Ganzen oder zerkleinert, z. B. als Pulver (z. B. Paprika oder Cayennepfeffer als Gewürz) oder Flocken, direkt verzehrt bzw. zur Herstellung bestimmter Gerichte, Zubereitungen, Saucen oder Extrakte (z. B. Capsicum Oleoresin, Paprika Oleoresin, Paprikaextrakt) eingesetzt, wobei die aromatisierenden, schärfeerzeugenden und/oder färbenden Eigenschaften der Früchte genutzt werden und die Präparate in ihrem Gehalt an Capsaicinoiden variieren, der wie z. B. beim Lebensmittelfarbstoff Paprikaextrakt (E 160c) geringfügig sein kann (Peter, 2001; Ternes et al., 2007).

3.1.1.1 Wirkungsmechanismus

Capsaicinoide führen durch Reaktion mit den „transient receptor potential vanilloid subfamily1“-Rezeptoren (TRPV1) zur Erregung von peripheren nociceptiven Neuronen (z.B. C-Fasern), d.h. von solchen Nerven, die für die Wahrnehmung schädigender Wärme- und Schmerzreize verantwortlich sind. Die Erregung provoziert die Freisetzung des Undecapeptids Substanz P, von CGRP (Calcitonin gene-related peptide), Somatostatin und vasoaktiven Polypeptiden. Daraus resultiert zunächst eine lokale neurogene Entzündung, ausgelöst durch die Mediatoren von Substanz P (Histamin, Bradykinin, Prostaglandine). An Haut und Schleimhaut kommt es dadurch zu Wärmeempfindungen, schmerzhaftem Brennen und durch Gefäßerweiterung zu lokaler Hyperämie. Folge ist bei oraler Exposition die scharfe brennende Wahrnehmung, die noch bei einer Verdünnung von 1:17.000.000 spürbar ist. Verarmung an Substanz P bedingt Phasen der Unempfindlichkeit. Daraus resultiert eine analgetische Wirkung und das Phänomen der Densensitivierung. Diese erklärt auch eine mit regelmäßiger Aufnahme verbundene Verringerung der Empfindlichkeit. Zur Gewöhnung könnte zu einem die nach regelmäßiger Anregung gedämpfte Weiterleitung des Schmerzsignals zum Zentralnervensystem beitragen. Zum anderen könnte die ständige Erregung zu einem teilweisen Abbau der TRPV1-haltigen Neuronen führen. Chronische Anwendung von Capsaicin führt zur Schädigung der betroffenen Neuronen (Teuscher et al., 2004; Roth, 2010; Martindale, 2010; EUAB-Kommentar, 2011).

3.1.1.2 Andere Anwendungen als im Lebensmittelbereich

Cayennepfefferfrüchte und ihre Zubereitungen werden pharmazeutisch zur Herstellung äußerlich angewandter Präparate (z.B. Salben, Pflaster) zur Behandlung muskulärer und rheumatischer Schmerzen eingesetzt. Die Gehalte an Capsaicinoiden betragen in flüssigen Zubereitungen 0,005 bis 0,01 %, in halbfesten Zubereitungen 0,02 bis 0,05 % und 10 bis 40 µg/cm$^2$ in Pflastern) (Kommission E, 1990; EUAB-Kommentar, 2011). Gängig sind Salben, bei denen die Gehalte an Cayennepfefferzubereitungen 50 mg Capsaicinoide (berechnet als Capsaicin)/100 g Salbe entsprechen (z.B. Fachinformation, 2008). In manchen Ländern sind Cremes mit bis zu 0,25 % Capsaicin verfügbar (Martindale, 2010).

In der Kosmetik werden *Capsicum*-Präparate und -Bestandteile als Skin-Conditioner und Riechstoffe eingesetzt (Johnson, 2007).

Oleoresin Capsicum (OC) ist der Hauptwirkbestandteil (Reizstoff) der so genannten Pfeffersprays, die über eine Distanz von einigen Metern versprüht werden und dazu bestimmt sind, die Angriffs- und Abwehrfähigkeit von Menschen zu beseitigen (Jesse, 2009). Die Konzentration des Oleoresin Capsicum im Spray beträgt 5 - 15 %, wobei die Capsaicinoidgehalte des Oleoresin Capsicum zwischen 1,2 - 12,6 % variieren (Smith und Stopford, 1999).

Außerdem wird Capsaicin in Tierabwehrsprays (Jesse, 2009) und in den USA als Pestizid eingesetzt (EPA, 1992; Federal Register, 2010; Albert und Schneller, 2009).

3.1.2 Gesetzliche Bestimmungen im Lebensmittelbereich

Nach Art. 6 Abs. 1 i.V. mit Anhang III, Teil A der VO (EG) 1334/2008 darf Capsaicin als solches Lebensmitteln nicht zugesetzt werden. Die Verordnung gilt seit dem 20.01.2011. Es ist davon auszugehen, dass der Zusatz von Oleoresin Capsicum zu Lebensmitteln zur Erhöhung ihres Schärfegrades nicht von diesem Verbot betroffen ist.

3.1.3 Gefährdungspotenzial

Der Schwerpunkt bezüglich der Beschreibung des Gefährdungspotenzials wird auf Beobachtungen zur akuten Toxizität nach oraler Aufnahme bei Mensch und Tier gelegt.

3.1.3.1 Bewertung durch internationale Gremien

Capsaicin wurde vom Scientific Committee on Food (SCF) bewertet (SCF, 2002).

In der Opinion des SCF vom 26.02.2002 wurde ausgeführt, dass Capsaicin, Capsaicinoid-Mischungen, Chilis und Chili-Extrakte an Mäusen, Ratten und Hamstern toxikologisch nach oraler Applikation geprüft wurden. Einige dieser Studien deuten auf ein kanzerogenes Potential hin. Diese Studien besäßen jedoch nur begrenzte Aussagekraft. Eine neuere Studie zeige keine kanzerogenen Effekte in Mäusen. Für den Menschen sei ein hoher Chili-Verzehr als Krebsrisikofaktor für den Gastrointestinaltrakt bezeichnet worden, wahrscheinlich in Folge der schleimhautreizenden Wirkung der Capsaicinoide. Weiterhin wies das SCF auf die Induktion gentoxischer Effekte durch Capsaicin *in vitro* und *in vivo* hin. Zusammenfassend kommt das SCF zu folgender Schlussfolgerung:

“The Committee concluded that the available data did not allow it to establish a safe exposure level for capsaicinoids in food.”

The human intake of capsaicinoids in India, Thailand and Mexico, where capsicum spices are heavily consumed, has been estimated to be 25 - 200 mg/day. The high consumption of chillies in Mexico and India was reported to be associated with cancer of the upper digestive tract. In contrast, the maximum daily intake from mild chillies and paprika in Europe was roughly estimated to be 1.5 mg/day. In the one study conducted in Europe, no increase in the incidence of gastric cancer was found in association with occasional and lower intakes of chillies." (SCF 2002)

Capsaicin wurde auch vom Committee of Experts on Flavouring Substances of the Council of Europe (2005) bewertet. Das Komitee schlussfolgerte, dass die Daten zur Kanzerogenität bei Mensch und Tier widersprüchlich seien und insbesondere keine ausreichenden Daten zur Epidemiologie vorlägen. Folgende Höchstwerte für den Gehalt an Gesamtcapsaicinoiden wurden vorgeschlagen:

- Getränke und andere Lebensmittel: 5 mg/kg
- Scharfe Getränke und Lebensmittel: 10 mg/kg

Für Gewürze und Saucen kämen folgende Ausnahmen in Betracht:

- Scharfes Ketchup und ähnliche Produkte: 20 mg/kg
- Tabasco-Sauce, Harissa, Hot Pimento Oils und ähnliche Produkte: 50 mg/kg.

3.1.3.2 Tierexperimentelle Daten zur akuten Toxizität von Capsaicin und Chilisauce (Schwerpunkt orale Verabreichung)

Glinsukon et al. (1980) verabreichten Capsaicin in einer Mischung aus Ethanol, Tween 80 und Kochsalzlösung durch Schlundsondierung an 30 männliche Swiss Albino Mäuse und ermittelten eine $LD_{50}$ von 60 - 75 mg/kg Körpergewicht (KG). In gleicher Weise wurden 63 männliche Mäuse des gleichen Stammes mit Capsaicin in Dimethylsulfoxid (DMSO) behandelt. Es resultierte eine $LD_{50}$ von 190 mg/kg KG. Mikroskopisch wurde bei den verendeten Tieren eine desquamative Nekrose mit erhöhter Schleimbildung der Magenschleimhaut aber keine histopathologischen Veränderung anderer Organe festgestellt. Ausgehend von einer minimalen intragastralen Capsaicindosis von ungefähr 100 mg schätzen die Autoren, dass diese Menge in ungefähr 32,4 g *Capsicum*-Früchten (Trockengewicht) enthalten wäre, was einer Aufnahme von 1,94 kg getrockneter Capsicumfrüchte durch eine 60 kg schwere Person entsprechen würde. Die bei Mäusen des gleichen Stammes ermittelte $LD_{50}$ für intratracheal (in die Luftröhre) appliziertes Capsaicin in DMSO betrug 1,60 mg/kg KG und somit nur eine Bruchteil der oralen $LD_{50}$.

Saito and Yamamoto (1996) verabreichten Capsaicin in Propylenglykol in einmaliger oraler Dosis (96, 116, 139, 167, 200 mg/kg KG) an CD-Ratten und Crj:ICR-Mäuse, wobei jede Dosisgruppe jeweils 10 weibliche und 10 männliche Tier pro Spezies umfasste. Bei den Mäusen wurde eine $LD_{50}$ für Capsaicin von 118,8 mg/kg KG für Männchen und 97,4 mg/kg KG für die Weibchen ermittelt. Mit Ausnahme der beiden niedrigen Dosisgruppen starben jeweils mehr als 60 % der Mäuse in der Gruppe. Die Tiere zeigten nach der Behandlung Speichelfluss, tonische und klonische Konvulsionen, Dyspnoe, Tremor, Cyanose, Gangstörungen, Bradypnoe und Erytheme auf der Haut. Bei den Ratten betrug die $LD_{50}$ für Capsaicin 161,2 mg/kg KG bei den männlichen und 148,1 mg/kg KG bei den weiblichen Tieren. Die toxischen Symptome ähnelten denen der Mäuse, jedoch waren die Inzidenzen für Cyanose, tonische und klonische Konvulsionen und Dyspnoe bei den Ratten höher. Die Autoren vermuten als Todesursache Hypotonie und Atemlähmung bei beiden Tierspezies. Die histopathologischen Untersuchungen ergaben bei allen toten Tieren leichte fokale Erosionen, Geschwüre und erhöhte Schleimmengen im Magen. Einige der verendeten Tiere wiesen auch Haemorrha-

gien im Magenfundus auf. Leber, Gallenblase und Niere zeigten makroskopisch und mikroskopisch bei verendeten und überlebenden Tieren keine Veränderungen.

Winek et al. (1982) untersuchten die Toxizität von Tabasco® Pepper Sauce auf der Basis von roten *Capsicum*-Früchten (Red peppers) und Essig. 6 Gruppen von je 7 männlichen und weiblichen Sprague Dawley-Ratten erhielten die Sauce in Volumina von 8, 12, 18, 27, 40,5 und 60,75 ml/kg KG per Schlundsondierung (orogastric intubation). Die $LD_{50}$ der Sauce für die männlichen Tiere betrug 23,58 ml/kg KG und für die weiblichen Tiere 19,52 ml/kg KG. Die Autoren errechneten einen theoretischen $LD_{50}$-Wert von 400 ml Sauce für ein 20 kg-schweres Kind und von 1400 ml für einen 70 kg schweren Erwachsenen. Die Tiere zeigten vor dem Tod Hypothermie, Tachypnoe und Lethargie. Die Autopsie ergab keine Geschwüre, Perforation oder Blutung im Gastrointestinaltrakt. Makroskopisch erschienen alle Organe normal.

Nopanitaya et al. (1974) verabreichten Gruppen von je 6 männlichen Sprague Dawley Ratten entweder ein wässriges Extrakt aus *Capsicum*-Früchten (10 g gemahlene Früchte in 100 ml 0,9 % NaCl, 5 min 100º, Abseihen) oder 0,014 % Capsaicin in 0,9 % NaCl jeweils im Volumen von 2 ml durch intragastrale Sondierung und untersuchte den Effekt auf die Schleimhaut des Zwölffingerdarms bei Expositionsdauern von 2, 6, 15, 30, 45 und 60 min. Die Schädigung der Schleimhautzellen, die sich z. B. in der Schwellung der Mitochondrien, erhöhter Anzahl freier Ribosomen und Lyosomen und Schrumpfung der Zellkerne äußerte, nahm mit der Expositionszeit zu. Die Autoren gehen davon aus, dass die verabreichte Capsaicinmenge (in etwa 1 mg Capsaicin/kg KG) der durchschnittlich mit einer Mahlzeit von der thailändischen Landbevölkerung aufgenommenen Capsaicinmenge äquivalent ist.

3.1.3.3 Tierexperimentelle Daten zur akuten Haut- und Augenverträglichkeit von Chilisauce

Winek et al. (1982) untersuchten die akute dermale Reaktion bei nichtokklusiver Applikation von Tabasco® Pepper Sauce an New Zealand Albinokaninchen, bei denen 6 ml der Sauce auf eine Fläche von 10x15 $cm^2$ enthaarter geschädigter oder ungeschädigter Haut (3 Männchen und 3 Weibchen pro Gruppe) aufgetragen wurde. 4 der 6 Tiere mit vorgeschädigter Haut wehrten sich unter Lautäußerungen für einige Sekunden gegen die Applikation. Diese Tiere zeigten nach 24 Stunden die ausgeprägtesten Reaktionen in Form von schweren Erythemen und Ödemen, dunkelrotem Schorf und Exsudatbildung. Alle anderen Tiere zeigten definierte Erytheme und leichte Ödeme. 72 h nach der Behandlung wiesen alle Tiere Formen von Abschuppung und Verschorfung auf (Winek et al., 1982).

Nach dem Einbringen von 0,1 ml Tabasco®Pepper Sauce in den Konjunktivalsack des linken Auges (das rechte Auge diente als Kontrolle) von New Zealand Albinokaninchen (3 Gruppen mit je 3 Männchen und Weibchen) wurden die Augen in der ersten Gruppe nach 7-10 sec, in der zweiten Gruppe nach 2 - 5 sec und in der dritten Gruppe nicht ausgewaschen. Die Augenschädigung wurde nach 1, 2, 3, 7, 14 und 21 Tagen begutachtet. 15 der 18 Tiere reagierten mit Lautäußerungen und alle Tiere wehrten sich gegen die Behandlung. Innerhalb von 90 min entwickelten sich Konjunktivitis, Chemosis und Exsudation. 24 Stunden nach der Behandlung waren moderate bis schwere konjunktivale Schäden bei allen Testtieren feststellbar, am stärksten ausgeprägt aber in der „no eye wash“-Gruppe, die auch die größte Schädigung der Cornea und der Iris zeigte, die in den anderen Gruppen schwächer ausfiel. Während die Schäden an der Konjunktiva und der Cornea im Verlauf von 72 h nach der Verabreichung zurückgingen, hatte sich die Irisschädigung bei einigen Tieren verstärkt. Nach 7 Tagen war die konjunktivale Schädigung bei allen bis auf 3 Tiere der „no eye wash“ Gruppe abgeklungen (Winek et al., 1982). Der gleiche Versuch wurde mit 0,1 ml 5 %igem weißen destillierten Essig durchgeführt, der neben Capsaicin Bestandteil der Tabasco® Pepper

Sauce ist. Die Applikation verursachte den Tieren keine Beschwerden. Im Vergleich zu den Befunden, die nach Installation der Sauce beobachtet wurden, induzierte die Essigbehandlung eine vergleichbare Rötung, Chemosis und Tränenabsonderung aber deutlich geringere corneale und iridale Beschädigung. 14 Tage nach der Behandlung erschienen die Augen aller mit Essig behandelten Tiere normal (Winek et al., 1982).

In einem Sensibilisierungsversuch, in dem 0,1 ml Tabasco® Pepper Sauce bei Albinomeerschweinchen auf enthaarte leicht geschädigte Haut eingerieben wurden (3 mal wöchentliche Wiederholung der Applikation, insgesamt 9 Applikationen, nach 2 wöchiger Ruhepause eine erneute Verabreichung), wurde bei den Testtieren keine von den Kontrolltieren abweichende Hautreaktion oder Sensibilisierung festgestellt.

3.1.3.4 Humandaten zur akuten Toxizität (Schwerpunkt orale Verabreichung)

3.1.3.4.1 Studien

8 gesunden Probanden wurden veranlasst, in einer doppelverblindeten, randomisierten Studie entweder die Gewürze Cayennepfeffer (0,1, 0,5 und 1,5 g; bei KG = 60 kg entsprechend 1,7, 8,3 und 25 mg/kg KG) oder schwarzen Pfeffer (1,5 g) oder 625 mg Aspirin (positive Kontrolle) suspendiert in 100 ml Wasser zu sich zu nehmen. Die Einnahme von Wasser diente als negative Kontrolle. Die Dosis von 1,5 g Cayennepfeffer wurde als equivalent zum Verzehr einer sehr scharfen Mahlzeit gesehen. 30 min nach der Verabreichung wurden eine Serie von Magenspülungen durchgeführt und die gewonnene Flüssigkeit untersucht. Nach Einnahme von Cayennepfeffer und schwarzem Pfeffer in Dosen von 1,5 g und von Aspirin wurden signifikante Erhöhungen in der Absonderung parietaler Zellen, der Pepsinsekretion und der Kaliumabgabe, sowie der Exfoliation (Abschilferung) von Magenzellen festgestellt. Das Auftreten von Mikroblutungen der Schleimhaut nach der Verabreichung von Cayennepfeffer wurde im Zusammenhang mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Probanden gesehen. Die mittlere Dosierung von Cayennepfeffer kann als NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) betrachtet werden. Die Autoren schlussfolgern, dass die Auswirkung langfristiger Aufnahmen der Gewürze ungewiss sei (Myers et al., 1987).

Milke et al. (1995) verabreichten 12 gesunden Probanden in einer randomisierten Studie an einem Tag 3 x 1 g (3g/Tag) Cascabel Chili mit 880 mg Capsaicin/kg oder Ancho Chili mit 488 mg Capsaicin/kg. Die Bestimmung des Johnson De Muster Index zeigte, dass insgesamt betrachtet die Chiliaufnahme den gastroösophagalen Reflux erhöht, wobei bei Einzelauswertung nur die durch Cascabel Chili hervorgerufene Erhöhung des Effektes signifikant war.

Graham et al. (1988) schlossen aus einer Studie, in denen Probanden Jalapeno Früchten und Pepperoni auf unterschiedliche Weise z. T. mit Mahlzeiten exponiert wurden, dass der Verzehr scharfer Speisen durch Gesunde nicht mit endoskopisch nachweisbaren gastroduodenalen Schleimhautschäden assoziiert ist.

3.1.3.4.2 Fallbeschreibungen, Erfahrungsberichte

Für die orale akute Aufnahme von Chilifrüchten und ihren Zubereitungen im Rahmen des international üblichen traditionellen Verzehrs scharf und sehr scharf gewürzter Speisen findet sich, abgesehen von den unten beschriebenen Fällen von allergisch bedingten Unverträglichkeiten, in der einschlägigen Literatur nur die Angabe mit Capsaicin-Aufnahmen bekanntlich assoziierter Wirkungen: Anregung der Speichel-, Magensaft- und Schweißsekretion sowie der Magenmotorik, Wahrnehmung von Schärfe und Brennen im Mund, Reizung der Magenschleimhaut (EUAB-Kommentar, 2011; Hager, 2006; Peter, 2001). Berichte über dar-

über hinaus gehende akute unerwünschte oder gesundheitsschädigende Wirkungen im Rahmen des traditionellen Verzehrs liegen nicht vor.

3.1.3.4.2.1 Übermäßiger Verzehr, Scharfess-Wettbewerbe

Wie das BVL am 02. Mai 2011 mitteilte, lagen dem BVL keine Mitteilungen über das Auftreten unerwünschter Wirkungen nach Aufnahme von Capsaicin-haltigen Lebensmitteln vor.

Die Erkundigung des BfR in der vergangenen 6. Sitzung der BfR-Kommission „Bewertung von Vergiftungen“ am 11. Mai 2011 ergab, dass den Giftinformationszentren in Zürich und Freiburg keine Fälle unerwünschter Wirkungen nach Aufnahme scharfer Chilisaucen mit hohen Capsaicingehalten bekannt sind. Aus den anderen Giftinformationszentren wurden dem BfR auf Anfrage bisher ebenfalls keine entsprechenden Fälle mitgeteilt.

Darüber hinaus wurde aber bei einer Internetrecherche folgende Fallbeschreibung in den deutschen Tagesmedien gefunden, die jedoch keine wissenschaftliche Auswertung z. B. bezüglich der Kausalität, weiterer beeinflussender Faktoren und der Dosis-Wirkungsbeziehung erlaubt, da keine Informationen zu der Zusammensetzung und den Verzehrsmengen der konsumierten Produkte sowie zu den einzelnen Vergiftungssymptomen vorliegen. So wurde am 20.1.2010 in der Tagespresse darüber berichtet, dass aufgrund einer Mutprobe, die 10 Realschüler in Augsburg durchführten, ein Notfalleinsatz notwendig wurde. Die Jugendlichen hatten sich über das Internet eine besonders scharfe Chili-Sauce bestellt und führten in der Schule ein Wetttrinken damit durch. Zehn der Achtklässler klagten anschließend über extreme Übelkeit und wurden vom Notarzt versorgt, acht der Schüler kamen zur weiteren Versorgung und Beobachtung in die Augsburger Kinderklinik (Abendzeitung München, 2010; TZ-online, 2010; Shortnews, 2010; Rettungsdienst.de, 2010).

Ende September 2008 wurde in der britischen Tagespresse von einem Todesfall nach Verzehr einer sehr scharfen Chilisauce im Rahmen eines Wettkampfs berichtet, wobei die Möglichkeit einer anaphylaktischen Reaktion diskutiert wird. (New Scientist, 2008; Times Online, 2008; The Telegraph, 2008). Die kausalen Zusammenhänge müssen bei dem vorliegenden Informationsstand als unklar betrachtet werden.

Von einem texanischen Scharfess-Wettbewerb, in dem 3 weibliche und 2 männliche Teilnehmer innerhalb von 3 Minuten so viele Jalapeno-Früchte, wie ihnen möglich war, essen sollten, wurden 3-13 Früchte (Median: 5 Früchte) konsumiert. 3 der Teilnehmer stellten unmittelbar nach dem Verzehr Tränenfluss und Rhinorrhö fest. Ein Mann litt unter Dysurie. 4 der 5 Teilnehmer beobachteten ein Brennen bei der Defäkation innerhalb von 24 h nach dem Wettbewerb (Diehl und Bauer, 1978).

Nach Verzehr von übergroßen Mengen an „peppers and chili peppers“ (keine weiteren Dosisangaben) war bei 2 Männern am nächsten Tag eine arterielle Bluthochdruckkrise festgestellt worden, die in einem Fall mit akutem Herzinfarkt und erhöhten Werten von thyroidstimulierendem Hormon vergesellschaftet auftrat (Patané et al., 2008; Patané et al., 2010).

3.1.3.4.2.2 Exposition von Kindern

Bei weiteren Recherchen wurden außerdem Vergiftungsfälle mit Capsaicin-haltigen Lebensmitteln bei Kindern im Rahmen von Unfällen und Misshandlungen gefunden.

Snyman et al. (2001) berichten über einen Todesfall in Südafrika bei einem 8 Monate alten Jungen der, nachdem er 7 Tage an schwerem Husten und 3 Tage an Diarrhoe und Erbrechen gelitten hatte, mit Schock, Acidose, zentralen Krämpfen, prärenalen Versagen und Blutvergiftung ins Krankenhaus eingeliefert wurde und am selben Tag nach zweimaligen Herzstillstand verstarb. Dem Jungen war ein Aufguss aus einem roten Pulver, das „red pepper“ enthielt und als traditionelles Heilmittel (Name in Afrikaans: „Rooipoeier) Verwendung fand, oral verabreicht worden (Dosis und Häufigkeit unbekannt). In dem Pulver wurde Capsaicin nachgewiesen. Die pathologische Untersuchung ergab, dass die Leber gefärbt und vergrößert war.

Im Frühjahr 2011 berichtete eine britische Zeitung über die Notfallrettung eines 10monatigen Jungen, der offensichtlich nach versehentlicher Aufnahme von Chilisauce bewusstlos wurde und bei blauroter Gesichtsfarbe ernsthafte Atmungseinschränkungen erlitt. Der Schärfegrad der Sauce ist nicht bekannt (Castle, 2011).

Tominack und Spiker (1987) berichten über die Misshandlung von 3 Kindern im Alter von 3, 5 und 7 Jahren, die man zwang, eine zerteilte Jalapeno-Frucht oder Tabasco Sauce 15-20 Minuten im Mund zu behalten. Die Kinder litten unter Brennen in Mund, Rachen, Magen und bei der Defäkation sowie unter Erbrechen und Diarrhoe.

Bei dem in der Literatur zitierten Todesfall eines 33monatigen Jungen nach Apnoe in Folge von Misshandlung durch „ingestion of pepper“ ist unklar, ob es sich um „black pepper“ oder „red pepper“ handelte (Dine und McGovern; 1982).

3.1.3.4.2.3 Überpfindlichkeitsreaktionen/Unverträglichkeiten

In seltenen Fällen treten gegen Cayennepfeffer Überempfindlichkeitsreaktion auf, die auch durch orale Exposition ausgelöst werden können. Urticaria, generalisierte Ekzeme und respiratorische Beschwerden wurden als Symptome beschrieben. Dabei erfolgt die Sensibilisierung häufig durch berufliche Exposition, wie im Fleischereihandwerk oder in der Gewürzfabrikation. Asthmatiker könnten für Überempfindlichkeitsreaktionen auf Capsaicin besonders empfindlich sein (Gimenez und Zacharisen, 2011; Leitner et al., 1998; Schöll und Jensen-Jarolim; 2004; Rance und Dutau; 1997; Zuskin et al., 1994; Feldman und Levy; 2003; Dikensoy und Bayram, 2001; EUAB-Kommentar, 2011).

Bei wiederholtem Kontakt mit Chilifrüchten, z. B. bei der Zubereitung von Speisen, kann eine schwere Kontakt-Dermatitis, die sich in brennenden Schmerzen, Erythemen und Hyperästhesie an den Handflächen äußert, auftreten („Hunan Hand“) (z.B. Williams et al., 1995; Hager, 2006).

3.1.3.4.2.4 Arzneimittel zur dermalen Anwendung

Die pharmakologischen Wirkungen im Zusammenhang mit der topischen Anwendung Capsaicin-haltiger pharmazeutischer Präparate sind bekannt. Zum Beispiel wird beschrieben, dass es nach Auftragen von Salben, die Cayennepfeffer-Dickeextrakt in einer Konzentration enthalten, die 50 mg Capsaicinoiden (berechnet als Capsaicin)/100g enthalten, häufig (≥1% bis <10% der Anwendungen) zu einem brennenden oder stechenden Schmerz mit

auftretender Rötung und Wärmeentwicklung kommt, dies aber im Interesse des therapeutischen Effektes toleriert werden sollte (z.B.Fachinformation, 2008).

Es wird aber im Arzneimittelbereich auch darauf hingewiesen, dass für derartige Zubereitungen die Anwendung bei bestehender Überempfindlichkeit oder Allergie gegen Cayennepfeffer-Präparate kontraindiziert ist. Außerdem sind für diese Zubereitungen Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen vorgesehen (z.B. Fachinformation, 2008):

**„(i) Cayennepfeffer-Zubereitungen reizen selbst in geringen Mengen die Schleimhäute sehr stark und erzeugen ein schmerzhaftes Brennen. (ii) Die Salbe darf daher nicht in die Augen, auf Schleimhäute oder offene Wunden gelangen. (iii) Sollte die Salbe in die Augen gelangt sein, so ist unverzüglich ein Augenarzt aufzusuchen. Als Sofortmaßnahme wird ein gründliches Spülen des Auges mit reichlich kaltem Wasser empfohlen. (iv) Keine Anwendung auf geschädigter Haut, z. B. nach Verbrennungen und Verletzungen, bei Entzündungen oder Ekzemen……(v) Nach dem Auftragen der Salbe sollten die Hände sorgsam gewaschen werden, damit ein unbeabsichtigter Kontakt mit anderen Körperstellen vermieden wird. …(vi) Kinder: Zur Anwendung dieses Arzneimittels bei Kindern liegen keine ausreichenden Untersuchungen vor. Es soll deshalb bei Kindern unter 12 Jahren nicht angewendet werden.“**

3.1.3.4.2.5 Unerwünschte Wirkungen durch Anwendung von Pfefferspray

Bei der Anwendung von Pfefferspray wird Capsaicin durch Inhalation aufgenommen. Daher stehen neben unerwünschten Schleimhautwirkungen (Tränenfluss, Reizung von Augen und Nasenschleimhaut) und Hautreizungen Symptome in den oberen Luftwegen und dem Bronchialsystem, die Folge der Reizung durch Capsaicin sind, im Vordergrund (Olajos und Salem, 2001; EUAB-Kommentar, 2011). Die Inhalation führt außerdem zu Bronchokonstriktion, Entzündung des Lungengewebes und der Schädigung respiratorischer Zellen (Fuller et al., 1985; NPIC, 2011). Daher lassen sich Befunde aus der Anwendung von Pfefferspray nur sehr bedingt auf die hier vorliegende Fragestellung übertragen. Die nach Pfefferspraya nwendungen aufgetretene Todesfälle wurden näher untersucht (Olajos und Salem, 2001; Smith et al., 2002; Steffee et al., 1995). Von den 32 in einer Studie analysierten Todesfällen wurde nur in einem Falle eines Asthmatikers ein kausaler Zusammenhang gesehen (Smith et al., 2002; Steffee et al., 1995).

3.1.3.5 Exposition

3.1.3.5.1 Gehalte

Daten über Gesamtcapsaicingehalte wurden über das BVL bei den Ländern angefragt und durch eine Literaturrecherche ergänzt.

Angaben zur sensorischen Beurteilung von Proben im Zusammenhang mit gemessenen Capsaicingehalten liegen beim BVL nicht vor. 13 Proben (4x Gewürzzubereitungen Fleisch in fleischverarbeitendem Gewerbe, 2x Sojasaucen, 3x Paprikapulver, 3x Gewürzmischung, nicht näher spezifizierte 1x Würzsaucen/ -pasten) ohne Angabe zu Capsaicingehalten wurden auf Geschmack getestet, aber in keinem Fall eine Auffälligkeit festgestellt. Neben den übermittelten Einzeldaten wies das BVL das BfR auf eine vom Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe beanstandete Probe hin. Diese wurde selbst nach Verdünnung von 1:100 in Öl im Ergebnis der sensorischen Beprobung als „sehr scharf, brennend“ mit „lange anhaltender Irritation“ beschrieben und aufgrund dessen, sowie einer fehlende Dosierungsanleitung und fehlender Kindersicherung „als geeignet die Gesundheit zu schädigen“ beurteilt.

Angaben zu Capsaicingehalten in Lebensmitteln liegen zu 44 Proben vor, die von der Landesuntersuchungsanstalt Sachsen und dem Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe gemessen wurden. In fünf dieser Proben wurde auch Dihydrocapsaicin gemessen. Die übermittelten Daten enthalten eine Verdachtsprobe, die aus der statistischen Auswertung in Tabelle 2 ausgeschlossen und getrennt diskutiert wird. Das Herkunftsland ist in 30 Fällen bekannt, 22 Proben stammen aus Deutschland, 3 Proben aus Thailand, 2 Proben aus Tunesien und je 1 Probe aus der Schweiz, Vietnam bzw. Amerika. Systematische Unterschiede in den Gehaltsdaten nach Herkunftsland sind auf Grund der geringen Probenzahlen nicht verifizierbar, jedoch stammen alle Werte über 100 mg/kg aus Deutschland.
Die in den übermittelten Daten enthaltene und in Tabelle 2 nicht ausgewertete Verdachtsprobe ist eine Chilisoße aus Deutschland mit einem Gesamtcapsaicingehalt von 52885 mg/kg (30088 mg/kg Capsaicin und 22797 mg/kg Dihydrocapsaicin). Weitere Informationen liegen nicht vor, die Aufschluss über die Art der Probe oder die Ursache für den hohen Gehalt geben könnten.

**Tabelle 2: Capsaicin, Dihydrocapsaicin, Gesamtcapsaicingehalte in Lebensmitteln basierend auf Messungen der Lebensmittelüberwachungsbehörden aus 2009-2011 [mg/kg]**

| | Anzahl | Bestimmbar | Minimum | | Median | | Mittelwert | | Maximum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LB | UB | LB | UB | LB | UB | LB | UB |
| Capsaicin | | | | | | | | | | |
| Würzssaucen/ -pasten (Chilisauce, Sambal) | 23 | 43% | 0 | 1 | 0 | 4 | 33 | 35 | 245 | 245 |
| Chili (Pulver oder getrocknet) | 6 | 100% | 79 | 79 | 289 | 289 | 325 | 325 | 813 | 813 |
| Paprikapulver | 14 | 71% | 0 | 2 | 18 | 18 | 41 | 42 | 207 | 207 |
| Dihydrocapsaicin | | | | | | | | | | |
| Würzsaucen/ -pasten (Chilisauce, Sambal) | 2 | 100% | 53 | 53 | 68 | 68 | 68 | 68 | 83 | 83 |
| Chili (Pulver oder getrocknet) | 1 | 100% | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Paprikapulver | 1 | 100% | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 |
| Gesamtcapsaicin | | | | | | | | | | |
| Würzsaucen/ -pasten (Chilisauce, Sambal) | 23 | 43% | 0 | 1 | 0 | 4 | 39 | 41 | 328 | 328 |
| Chili (Pulver oder getrocknet) | 6 | 100% | 79 | 79 | 289 | 289 | 336 | 336 | 813 | 813 |
| Paprikapulver | 14 | 71% | 0 | 2 | 18 | 18 | 50 | 51 | 330 | 330 |

Der in Tabelle 2 dargestellte Unterschied zwischen dem Lower-Bound (alle nicht bestimmbaren Werte 0 gesetzt) und Upper-Bound-Ansatz (alle nicht bestimmbaren Werte auf Bestimmungsgrenze, nicht nachweisbare Werte auf Nachweisgrenze gesetzt) ist als gering einzustufen, weshalb im Folgenden nur auf die Upper-Bound-Werte Bezug genommen wird.

Im Vergleich zu den in Tabelle 2 ausgewerteten Daten der deutschen Lebensmittelüberwachung hat Tabasco-Sauce nach Angaben auf der Verpackung einen Schärfegrad von 600-5.000 Scoville, die nach Umrechnung mit dem Faktor 16,1 (Thomas et al. 1998) 37-311 mg/kg Capsaicin entsprechen. Weiterhin sind in Tabelle 3 Literaturangaben zu Capsaicingehalten in Chilifrüchten, Gewürz und Würzsaucen in zusammengestellt. Der Vergleich mit Tabelle 2 ergibt, dass die Gehalte im oberen Bereich der Verteilung möglicherweise noch unterschätzt werden. Allerdings bleibt zu beachten, dass sich die Literaturangaben zu einem Großteil auf den asiatischen und mittelamerikanischen Raum beziehen, in denen die Verwendung und Sortenvielfalt von Chilifrüchten weiter verbreitet ist als in Deutschland. Eine Unsicherheit beim Vergleich der Angaben aus verschiedenen Quellen resultiert aus den unterschiedlichen relativen Anteilen einzelner Capsaicinoide am Gesamtcapsaicingehalt (Choi

et al. 2006). In den Literaturangaben wurde neben Capsaicin immer auch Dihydrocapscaicin bestimmt, die weiteren analysierten und die Summe einberechneten Capsaicinoide ist jedoch nicht einheitlich. Für die akute Exposition wären theoretisch Ergebnisse für einzelne Früchte erforderlich. Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, wurden hier bei frischen Chilifrüchten auch gepoolte Proben untersucht, die unter Umständen zu einer Unterschätzung der Gehalte bei frischen Chilifrüchten führen kann.

**Tabelle 3: Übersicht über Gehalte an Gesamtcapsaicin aus verschiedenen Literaturquellen [mg/kg]**

| | Min | Max | Quelle | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| **Chilifrüchte, frisch** | 131 | | Choi et al. 2006 | Koreanischer Markt, 3 Proben gepoolt |
| | 622 | 765 | Perucka et al. 2000 | |
| | 18,7 | 2261 | Kozukue et al. 2005 | Frische Früchte im Ganzen und Konserven |
| | <10 | 8550 | Lopez-Carrillo 2003 | Jeweils 15-20 Chilifrüchte gepoolt |
| **Chilifrüchte, getrocknet** | 110 | 1440 | Lopez-Carrillo 2003 | Jeweils 15-20 Chilifrüchte gepoolt |
| **Chili Gewürz** | 425 | 3530 | Choi et al. 2006 | Koreanischer Markt, jeweils 3 Proben gepoolt |
| | 890 | 1410 | Peusch et al. 1997 | Chilipulver mit Herkunft USA |
| **Würzsaucen** | 44,2 | 3752 | Choi et al. 2006 | In Korea im Handel erhältliche Lebensmittel, jeweils 3 Proben gepoolt |
| | 48 | 84 | Takahashi et al. 2008 | mg/L |
| | 5 | 852 | Pena-Alvarez et al. 2009 | |
| **Gerichte** | 71 | 85 | Choi et al. 2006 | In Korea im Handel erhältliche chinesiche Nudeln mild und scharf, jeweils 3 Proben gepoolt |

**Tabelle 4: Vom CVUA Karlsruhe übermittelte Scoville-Einheiten und Capsaicingehalte für verschiedene Würzsaucen**

| Bezeichnung | Scoville | Capsaicin [ca. mg/kg] |
|---|---|---|
| Probe 1 | 200.000 | 12.500 |
| Probe 2 | 500.000 | 30.000 |
| Probe 3 | 650.000 | 40.000 |
| Probe 4 | 800.000 | 50.000 |
| Probe 5 | 1.000.000 | 65.000 |
| Probe 6 | 1.000.000 | 65.000 |
| Probe 7 | 1.200.000 | 75.000 |
| Probe 8 | 1.500.000 | 100.000 |
| Probe 9 | 1.500.000 | 100.000 |
| Probe 10 | 11.000.000 | 700.000 |

Das oben angeführte Beispiel und die in Tabelle 4 aufgelisteten vom CVUA-Karlsruhe übermittelten 7 Beschwerde- und 3 Verdachtsproben zeigen aber, dass auch für den deutschen Markt gezielt scharfe Saucen produziert und entsprechend beworben werden, die ähnliche und höhere Gehalte aufweisen können, wie die vom BVL übermittelte Verdachtsprobe. Deshalb werden in Tabelle 5 zusätzlich Saucen aus dem Sortiment einer Firma verglichen. Da der Capsaicingehalt hier nicht auf der Verpackung angeben wurde und keine Messergebnisse vorliegen, werden die auf der Verpackung angegebenen Scoville-Einheiten in Gehalte umgerechnet, wofür ein Faktor von 16,1 angewendet wurde (Thomas et al. 1998).
Damit weisen über die vom CVUA Karlsruhe übermittelten sowie auch die von dieser Firma vertriebene Saucen deutlich über den aus der Lebensmittelüberwachung für Deutschland

liegende Gehalte auf. Alle in Tabelle 4 aufgeführten Saucen sind nach Internetrecherche mit bestimmten Verzehrshinweisen versehen.

**Tabelle 5: Scoville-Einheiten und daraus berechneter Capsaicin-Gehalt für verschiedene in Deutschland erhältliche Würzsaucen**

| | Scoville Einheiten laut Internet-Seite des Herstellers[1] | Berechneter Capsaicin-Gehalt [mg/kg] | Anmerkungen |
|---|---|---|---|
| BBQ Sauce Probe 1 | 2.500-5.000 | 155-311 | |
| BBQ Sauce Probe 2 | 10.000 | 621 | |
| Chilisauce Probe 1 | 80.000-85.000 | 4.969-5.280 | |
| Chilisauce Probe 2 | 80.000-85.000 | 4.969-5.280 | |
| Chilisauce Probe 3 | 38.500-45.000 | 2.391-2.795 | Vom Hersteller als „Einsteiger"produkt beworben |
| Chilisauce Probe 4 | 80.000-95.000 | 4.969-5.900 | Warnhinweise auf der Verpackung: „Von Kindern fernhalten", „Augen- und Hautkontakt vermeiden"/ Anwendung nach Verpackungsangabe auch „Pur zu Barbecue und Bratwurst, zu allen Fleisch und Geflügelgerichten"/ In Produktspezifikation unter Additiv zum Würzen von Speisen. In verdünnter Konzentration für alle Personengruppen geeignet. |
| Chilisauce Probe 5 | 80.000-100.000 | 4.969-6.211 | |
| BBQ Sauce Probe 3 | 4.000-5.000 | 248-311 | |
| BBQ Sauce Probe 4 | 200.000 | 12.422 | Verpackungshinweis: "nicht unverdünnt verzehren" laut Internet-Angabe nur über Internet zu beziehen |
| Pfefferextrakt Probe 1 | 400.000 | 24.845 | Verpackungshinweis: "beachten sie die Verwendungshinweise", laut Internet-Abgabe nicht unter 16 Jahren, Hinweis im Internet: "nur Tropfenweise verwenden", Pipette und Kindersicherer Verschluss |
| Pfefferextrakt Probe 2 | 1.200.000 | 74.534 | Verpackungshinweis: "beachten sie die Verwendungshinweise", Hinweis im Internet: "nur Tropfenweise verwenden", laut Bild vermutlich Pipette und Kindersicherer Verschluss |

[1] Angaben der jeweiligen Hersteller

Die von einer Firma als Teil eines als „Einsteigerpakets" beworbenen Saucen liegen mit bis zu 2795 mg/kg Capsaicin im oberen Bereich der in Tabelle 3 aus der Literatur zusammengestellten Werte. Etliche Saucen erreichen mit bis zu 5900 mg/kg fast das Doppelte. In welcher Form diese Saucen verzehrt werden, ist nicht eindeutig zu ermitteln. Im Produktdatenblatt für Chilisaucen der Proben 3 und 4 ist angegeben: „Additiv zum Würzen von Speisen. In verdünnter Konzentration für alle Personengruppen geeignet." Daraus könnte indirekt auf eine Verdünnung der Saucen oder Verzehr in Mengen vergleichbar zu Tabasco-Sauce geschlossen werden. Dagegen ist auf der Verpackung angegeben: „Pur zu Barbecue, zur Bratwurst, zu allen Fleisch und Geflügelgerichten", wie dies auch auf den Etiketten der Chilisaucen von den Proben 1 und 2 angegeben ist, die eindeutig eher wie Grillsaucen und Ketchup anzuwenden sind. Damit wird hier davon ausgegangen, dass auch Saucen in diesen Konzentrationsbereichen in vergleichbaren Mengen wie andere Grillsaucen und Ketchup verzehrt werden. Extrakte, die nicht zum unverdünnten Verzehr vorgesehen sind, können in den Gehalten noch weit darüber liegen, werden aber im Folgenden aufgrund fehlender Informationen zur Art der Verdünnung und Dosierung und der teilweise vorhandenen Pipettierung, Kindersicherungsverschlüsse und eingeschränkten Vermarktung nicht weiter betrachtet.

3.1.3.5.2 Verzehr

Die Auswertungen beruhen auf den Daten der beiden unabhängigen 24h-Recalls der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II), die in einem computergestützten Interview mittels „EPIC-SOFT“ erhoben wurden (MRI 2008, Krems et al. 2006). Es wurden Daten von 13.926 Personen, von denen beide Interviews vorlagen, ausgewertet. Aufgrund des Vorliegens von Verzehrsangaben zu einzelnen Tagen ist die Methode der 24h-Recalls sowohl für Expositionsschätzungen bei akuten als auch bei chronischen Risiken geeignet.
Zur Bewertung akuter Risiken wird aus den 2 Verzehrstagen der 24h Recalls pro Person die maximale Menge für eine Mahlzeit ermittelt und anschließend das 95-te Perzentil bzw. das Maximum der Verzehrer als Grundlage für die Aufnahmeberechnung herangezogen.
Die entsprechenden Verzehrsmengen sind in Tabelle 6 dargestellt. Demnach ergibt sich, dass die maximal zu einer Mahlzeit verzehrte Menge für Chilisaucen, Andere Grillsaucen und Ketchup mit einem 95-ten Perzentil von 100 g bzw. 120 g in der gleichen Größenordnung liegen. Gleiches gilt für getrocknete Chilifrüchte, Chili- und Paprika-Gewürz, deren 95-tes Perzentil aufgrund der geringen Fallzahlen dem Maximum gleichgesetzt ist und zwischen 4 g pro Portion und 20 g pro Portion liegt. Chilifrüchte, frisch oder aus der Konserve, weisen ein 95-tes Perzentil von fast 50 g pro Portion auf. Systematische Unterschiede hinsichtlich Alter und Geschlecht sind (vermutlich aufgrund der geringen Fallzahlen) nicht aus den Daten abzuleiten und demzufolge nicht dargestellt.

**Tabelle 6: Maximale Verzehrsmenge über 2 Tage in g pro Portion (Basis: nur Verzehrer)**

| | N | P95 | Max |
|---|---|---|---|
| Alle Befragte | 13.926 | | |
| Chilisaucen | 67 | 120,0 | 200,0 |
| Andere Grillsaucen | 184 | 120,0 | 200,0 |
| Ketchup | 1.251 | 100,0 | 360,0 |
| Chilifrüchte, frisch oder Konserve | 141 | 47,0 | 100,0 |
| Chilifrüchte, getrocknet | 8 | 20,0 | 20,0 |
| Chili, Gewürz | 2 | 7,0 | 7,0 |
| Paprika, Gewürz | 3 | 3,7 | 3,7 |
| Tabasco-Sauce | 6 | 2,5 | 2,5 |

3.1.3.5.3 Capsaicin-Aufnahmen

Um akute Risiken bewerten zu können, ist eine einmalige hohe Belastung als Referenz zu ermitteln. Hierzu werden aus den Gehaltsdaten verschiedene Szenarien abgeleitet. Dazu wird der höchste in der Lebensmittelüberwachung für Würzsaucen dokumentierte Wert von 328 mg/kg Gesamtcapsaicin (siehe Tabelle 2) als Szenario 1 definiert. Zusätzlich wird in Szenario 2 der berechnete Gehalt der Chilisauce Probe 3 (2795 mg/kg Gesamtcapsaicin) und in Szenario 3 der Chilisauce Probe 5 mit 5900 mg/kg Gesamtcapsaicin verwendet (siehe Tabelle 5).

Alle drei Szenarien werden noch einmal in a und b unterteilt. Dies wird notwendig, da nicht mit Sicherheit ausgesagt werden kann, welche Verzehrsmengen für die jeweiligen Saucen angesetzt werden können. In Szenario a wird deshalb mit den aus der Verzehrsstudie abgeleiteten und in Tabelle 6 aufgeführten Menge von bis zu 120 g/ Portion (entspricht 1,89 g/kg Körpergewicht pro Person) gerechnet. In den b-Szenarien wird dagegen davon ausgegangen, dass die Saucen einen so hohen Schärfegrad haben, dass sie in geringeren Mengen als Ketchup und andere Grillsaucen verzehrt werden und von einem maximalen Verzehr von 2 EL ≈ 30 g Sauce ausgegangen.

Damit sind sowohl die Gehalte als auch die Verzehrsmengen pro Portion als sehr hoch einzustufen. Beide werden miteinander multipliziert und im Fall der Daten der NVS II auf das individuelle Körpergewicht andernfalls auf 60 kg pro Person bezogen, so dass sich eine hohe Aufnahmemenge aus einer einzelnen Portion ergibt.

Damit ergeben sich die in Tabelle 7 dargestellten Aufnahmemengen Capsaicin zwischen 0,2 und 11,2 mg/kg Körpergewicht pro Portion.

**Tabelle 7: Hohe Capsaicin-Aufnahmemengen für die Bewertung akuter Risiken in verschiedenen Szenarien**

| Szenarien | | | Gehalt [mg/kg] | Verzehr [g pro Portion] | Aufnahme [mg pro Portion] | Verzehr [g/kg KG pro Portion] | Aufnahme [mg/kg KG pro Portion] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Szenario 1a | Chilisauce | Höchster Wert aus LM-Überwachung | 328 | 30 | 9,8 | 0,5 | 0,2 |
| Szenario 1b | | | 328 | 120 | 39,4 | 1,9 | 0,6 |
| Szenario 2a | Chilisauce | Chilisauce Probe 3 | 2795 | 30 | 83,9 | 0,5 | 1,4 |
| Szenario 2b | | | 2795 | 120 | 335,4 | 1,9 | 5,3 |
| Szenario 3a | Chilisauce | Chilisauce Probe 5 | 5900 | 30 | 177,0 | 0,5 | 3,0 |
| Szenario 3b | | | 5900 | 120 | 708,0 | 1,9 | 11,2 |

Diese Aufnahmemengen sollen Szenarien gegenübergestellt werden, die noch als traditionelle Schärfe betrachtet werden können. Dazu wird in Szenario 4 eine hohe Aufnahme über den Verzehr von frischen Chilifrüchten errechnet. Dazu wird der in Tabelle 5 genannte maximale Capsaicin-Gehalt von 8550 mg/kg in der Berechnung verwendet. Szenario 4a geht dabei von einer Verzehrsmenge von Chilifrüchten in Höhe der in Tabelle 6 aufgeführten Menge von bis zu 50 g/ Portion (entspricht ca. 2 Jalapenos) aus. Da jedoch auch hier fraglich ist, ob es überhaupt denkbar ist, diese Mengen für die Chilifrüchten mit höchstem Schärfegrad anzusetzen, wird gleichzeitig davon ausgegangen, dass maximal 1 kleine Chilifrucht dieses hohen Schärfegrades verzehrt wird (10 g, da beispielsweise die extrem scharfe Sorte der Chilisauce Probe 4 , deutlich weniger wiegt, als Jalapenos).

Szenario 5 schätzt eine hohe Aufnahme über Chili als Gewürz bzw. getrocknete Chilifrüchte und bezieht sich ebenfalls auf den für die beiden Gruppen maximalen Wert aus Tabelle 5 in Höhe von 3530 mg/kg und die in Tabelle 6 aufgeführte hohe Verzehrsmenge von bis zu 20 g/ Portion.

Szenario 6a und b gehen davon aus, dass die lange am Markt etablierte Tabasco-Sauce mit einem Gehalt bis zu 311 mg/kg in Mengen von ½ bis 2 Teelöffel verzehrt werden. Grundlage hierfür bot eine Recherche im Internetportal www.chefkoch.de . Die meisten Rezepte dort verwenden 1 Teelöffel Tabasco-Sauce als Gewürz von Gerichten für 4 Personen. Einige wenige auch 2 Teelöffel. Daraus ergibt sich eine Menge von einem halben Teelöffel für Szenario 6a. Für Szenario 6b wurde davon ausgegangen, dass die individuell unterschiedlich empfundene Schärfe auch dazu führen kann, dass individuell schärfer gewürzt wird und pauschal eine Menge von 2 Teelöffeln pro Person pro Portion angesetzt.

Im Szenario 7 wird von einer für die Bewertung langfristiger Effekte errechneten mittleren Menge in Mexiko von bis zu 32 mg/d (Lopez-Carrillo 2003) ausgegangen. Um diese zu extrapolieren auf eine Menge pro Portion werden 2 starke Annahmen getroffen. Zum einen, dass die Menge aus einer Portion pro Woche stammt (Faktor 7) und zum anderen, dass für die Mexikaner die Standardabweichung in Höhe des Mittelwertes bei Normalverteilung liegt (+ 2x Standardabweichung = +2x32 = 64 zur Extrapolation auf das obere Perzentil). Die sich ergebenden Werte wurden anschließend auf 300 g/ Portion bzw. 5 g/ kg Körpergewicht und Portion gerundet.

**Tabelle 8: Capsaicin-Aufnahme über Tabasco-Sauce, frische Chilifrüchte und abgeleitet aufgrund mittlerer Aufnahmemnegen in Mexiko, die noch als traditionell bezeichnet werden können**

| Szenarien | | | Gehalt [mg/kg] | Verzehr [g pro Portion] | Aufnahme [mg pro Portion] | Verzehr [g/kg KG pro Portion] | Aufnahme [mg/kg KG pro Portion] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Szenario 4a | frische Chilifrüchte | | 8550 | 50 | 427,5 | 0,6 | 5,1 |
| Szenario 4b | frischen Chilifrüchte | | 8550 | 10 | 85,5 | 0,2 | 1,4 |
| Szenario 5 | Chili als Gewürz bzw. getrocknete Chilifrüchte | | 3530 | 20 | 70,6 | 0,2 | 0,8 |
| Szenario 6a | Tabasco-Sauce | 0,5 Teelöffel pro Portion | 311 | 2,5 | 0,78 | 0,04 | 0,01 |
| Szenario 6b | Tabasco-Sauce | 2 Teelöffel pro Portion | 311 | 10 | 3,11 | 0,17 | 0,05 |
| Szenario 7 | Hohe Aufnahme Mexiko | Lopez-Carrillo 2003 | | | ca. 300 | | ca. 5 |

Die Szenarien 4-7 sind in Tabelle 8 dargestellt. Der Vergleich der Aufnahmemengen mit denen aus Chilisaucen ergibt, dass eine Aufnahme aus Chilisaucen bis zu 5 mg/kg KG pro Portion gerade noch als traditionell überkommene Schärfe interpretiert werden kann. Da Schärfe sehr subjektiv empfunden wird und durch häufigen Verzehr scharfer Lebensmittel ein Gewöhnungseffekt eintreten kann, ist davon auszugehen, dass für viele Personen die individuell maximal tolerierbare Schärfe niedriger liegt.

### 3.1.3.6 Risikocharakterisierung und Ableitung von Empfehlungen

Es wurden experimentelle Befunde und Humandaten zu unerwünschten und toxischen Wirkungen nach akuter Exposition mit scharfen und sehr scharfen *Capsicum*-Früchten (Chilifrüchten) und ihren Zubereitungen zusammengestellt. Diese sind unter dem Aspekt zu bewerten, welcher (Gesamt)Capsaicin-Gehalt maximal in extrem scharfen Lebensmitteln, die direkt an den Endverbraucher abgegeben werden, tolerabel erscheint und ab welchem Gehalt ggf. ein Warnhinweis auf Lebensmitteln angebracht werden sollte.

#### 3.1.3.6.1 Traditioneller Verzehr von scharfen und sehr scharfen Chilifrüchten und ihren Zubereitungen

Es wird deutlich, dass bezüglich der oralen akuten Aufnahme von Chilifrüchten und ihren Zubereitungen im Rahmen des international üblichen traditionellen Verzehrs scharf und sehr scharf gewürzter Speisen, abgesehen von allergisch bedingten Unverträglichkeiten, keine ernsthaften gesundheitsschädigende Wirkungen in der einschlägigen Literatur beschrieben werden. Es werden jedoch die mit dem Verzehr von Chilis und ihren Zubereitungen bekanntlich assozierten Wirkungen, wie Anregung der Speichel-, Magensaft- und Schweißsekretion

sowie der Magenmotorik, Wahrnehmung von Schärfe und Brennen im Mund, Reizung der Magenschleimhaut in der Literatur genannt. Weiterhin ist davon auszugehen, dass mit wiederholtem Chilikonsum eine Gewöhnung einsetzt, wodurch typische Symptome erst durch höhere Capsaicindosen hervorgerufen werden und höhere Capsaicinkonzentrationen in Lebensmitteln toleriert werden können.

Bezüglich der akuten Exposition wird, wie in Tabelle 8 dargestellt, davon ausgegangen, dass die Dosis von 5 mg Capsaicin/kg KG einer noch traditionell bei einer Mahlzeit von Erwachsenen akzeptierten maximalen Schärfe zugeordnet werden kann. Hierbei wurden Szenarien unter Aufnahme von Chilifüchten oder Tabasco-Sauce zugrunde gelegt. Im Vergleich hierzu werden mit „außerordentlich scharfen" Chilisaucen mit Capsaicingehalten von 2795 mg/kg oder 5900 mg/kg auf der Basis bestimmter Verzehrsmengen je nach Szenario Aufnahmen von 1,4 - 5,5 mg Capsaicin/kg KG bzw. 3,0 - 11,2 mg Capsaicin/kg KG errechnet (Tabelle 7). Es wird damit deutlich, dass beim Zugrundelegen üblicher hoher Aufnahmemengen Saucen bis zu 6000 mg (Gesamt)Capsaicin/kg (entsprechend 96.000 also ungefähr 100.000 Scoville) noch traditionell akzeptierter maximaler Schärfe entsprechen dürften. Die Informationen über die Verzehrsmengen dieser „außerordentlich scharfen" Saucen sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Der in Tabelle 7 für diese Saucen als übliche hohe Verzehrsmenge angesetzte Wert von 30 g pro Mahlzeit geht davon aus, dass diese Saucen nicht in derselben Menge verzehrt werden, wie vergleichbare Grillsaucen/ Ketchup, für die sich aus Verzehrsdaten eine höhere Menge von bis zu 120 g pro Mahlzeit errechnet. Setzt man die Menge von 120 g pro Mahlzeit an, würden sich bereits für Saucen ab 3000 mg (Gesamt)Capsaicin/kg (entsprechend 48.300 also ungefähr 50.000 Scoville) noch traditionell Aufnahmemengen in der Höhe akzeptierter maximaler Schärfe ergeben.

Setzt man den maximal für den Verzehr einer sehr scharfen traditionellen Mahlzeit angenommenen Wert von 5 mg Capsaicin/kg KG ins Verhältnis zu experimentell erhaltenen Daten, so ergibt sich zu dem NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) von 8,3 mg Capsaicin /kg KG bezüglich von Mageneffekten beim Menschen (Myers et al., 1987) nur ein Unsicherheitsfaktor von 1,7 und zu der niedrigsten tierexperimentell ermittelten $LD_{50}$ (oral) von 60-75 mg Capsaicin/kg KG bei Mäusen nur ein Abstand von 12 - 15.

Aufgrund dieser Betrachtungen hält das BfR die Aufnahmemenge von
5 mg Gesamtcapsaicin/kg KG für eine Maximaldosis bei Erwachsenen, die im Rahmen einer unter Verwendung von Chilis oder Chilizubereitungen hergestellten Mahlzeit möglichst nicht überschritten werden sollte. Es wird dabei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei dieser Maximaldosis bei nicht an Chilizubereitungen gewöhnten oder empfindlichen Individuen bereits unerwünschte Effekte auftreten können.

#### 3.1.3.6.2 Scharfess-Wettbewerbe, Verzehr extrem scharfer Chilis und ihrer Zubereitungen

Dass Scharfess-Wettbewerbe auch in Deutschland zum Auftreten unerwünschter Wirkungen, wie extremer Übelkeit und der Notwendigkeit von notfallmedizinischer Behandlung führen, wurde, wie 2010 bei den Augsburger Vergiftungsfällen, in der Tagespresse beschrieben, war aber darüber hinaus bei den zuständigen kontaktierten Institutionen nicht bekannt. Grundsätzlich muss daher eine Dunkelziffer nicht bekannter, vergleichbarer Fälle in Betracht gezogen werden. Aufgrund des bestehenden Informationsdefizits können die näheren Umstände der genannten Vergiftungsfälle nicht analysiert werden. Insbesondere liegen keine Informationen zu dem Capsaicingehalt in dem verursachenden Produkt, zu den Mengen und der Verdünnung, in denen es aufgenommen wurde, und zu den genauen Vergiftungssymptomen vor.

Das hohe Gefährdungspotenzial derartiger Wettbewerbe geht möglicherweise auch aus einer Meldung in den britischen Medien über einen in diesem Rahmen erfolgten Todesfall hervor. Jedoch fehlen nähere Angaben, so dass kausale Zusammenhänge unklar bleiben und Dosis-Wirkungsbeziehungen nicht abgeleitet werden können.

Als Symptome eines texanischen Scharfess-Wettbewerbes, in dem 5 Teilnehmer innerhalb von 3 Minuten 3-13 Jalapeno-Früchte (Median: 5 Früchte) konsumierten, traten Tränenfluss, Rhinorrhö, Dysurie und Brennen bei der Defäkation auf.

Nähere Informationen zur Dosis fehlen auch in 2 Fällen, in denen nach Verzehr von übergroßen Mengen an „peppers and chili peppers“ eine arterielle Bluthochdruckkrise festgestellt wurde, die in einem Fall mit akutem Herzinfarkt und erhöhten Werten von thyroidstimulierendem Hormon vergesellschaftet auftrat.

Insgesamt erlaubt die unzulängliche Datenlage keine Aussage zu Dosis-Wirkungsbeziehungen oder dazu, welche Capsaicin-Konzentrationen im Zusammenhang mit welchen Konsummengen mit gesundheitsschädigenden Wirkungen assoziiert werden müssen. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass bei Scharfess-Wettbewerben fraglich ist, ob es sich noch um „normale Bedingungen der Verwendung eines Lebensmittels“ im Sinne von Artikel 14 der VO (EG) Nr. 178/2002 handelt oder ob ein Abusus vorliegt. Um aber unabhängig davon die Risiken bei derartigen Veranstaltungen, bei denen möglicher Weise extrem scharfe Chilizubereitungen unverdünnt in ungewöhnlich hohen Mengen konsumiert werden, zu reduzieren und auch um die akzidentelle Vergiftungsgefahr mit extrem scharfen Saucen zu mindern, könnte in Betracht gezogen werden, die zulässigen Gehalte an Gesamtcapsaicin in Chilisaucen zu begrenzen. Als Orientierungshilfe hierbei könnte der oben genannte maximale Wert für die Gesamtcapsaicin-Aufnahme von 5 mg/kg KG gelten, der der noch traditionell bei einer Mahlzeit von Erwachsenen akzeptierten maximalen Schärfe zugeordnet wird. So ist fraglich, ob Chilisaucen und Chiliextrakte mit Gehalten > 6000 mg Gesamtcapsaicin/kg generell als sichere Lebensmittel im Sinne von Art. 14 der VO 178/2002 angesehen werden können (zu entsprechenden Capsaicinaufnahmen bei üblichen hohen Verzehrsmengen siehe 3.1.3.6.1 und Tabelle 7). Eine entsprechende Prüfung im Einzelfall unter Beachtung des vorliegenden Gehaltes an Gesamtcapsaicin in Zusammenhang mit den angebrachten Verdünnungs- und Dosierungsempfehlungen sowie Warnhinweisen, Dosierungseinrichtungen und Kindersicherungen des Behältnisses wird für notwendig gehalten. Grundsätzlich sollte dabei Berücksichtigung finden, dass dem normalen Verbraucher der Umgang mit übermäßig scharfen Chilisaucen und -extrakten fremd sein dürfte.

#### 3.1.3.6.3 Exposition von Kindern

Aus den beschriebenen Berichten über Vergiftungen von kleinen Kindern mit Todesfällen und missbräuchlicher Anwendung bei jungen Kindern geht hervor, dass diese bei Exposition mit Chilifrüchten und Chilisaucen hochgradig gefährdet sind. Als Symptome wurden u.a. Schock, Acidose, zentrale Krämpfe, prärenales Versagen, Blutvergiftung, Lebervergrößerung, Bewusstlosigkeit und Atmungseinschränkungen beschrieben. Auch hier erlaubt die ungenügende Datenlage keine quantitative Risikoanalyse. Es werden daher grundsätzlich bei Chilisaucen, die nicht mehr nur als „mild bis mittelscharf“ bezeichnet werden können (Gehalt: >100 mg Gesamtcapsaicin/kg), entsprechende Warnhinweise auf dem Etikett und die Verwendung von Verschlüssen, die kindersicher sind bzw. nur kleine Volumina abgeben, empfohlen.

#### 3.1.3.6.4 Unterschiedliche Empfindlichkeit, Allergische Reaktionen

Überempfindlichkeitsreaktionen gegen Cayennepfeffer, die auch durch orale Exposition ausgelöst werden können, sind selten können aber eventuell lebensbedrohlich sein. Urticaria, generalisierte Ekzeme und respiratorische Beschwerden wurden als Symptome beschrieben. Bei wiederholtem Kontakt mit Chilifrüchten, z. B. bei der Zubereitung von Speisen, kann eine schwere Kontakt-Dermatitis, die sich in brennenden Schmerzen, Erythemen und Hyperästhesie an den Handflächen äußert, auftreten („Hunan Hand"). Es ist davon auszugehen, dass Personen, die selten Chilifrüchte und ihre Zubereitungen verzehren, eine deutlich höhere Empfindlichkeit gegenüber Capsaicin-Effekten zeigen als regelmäßige Konsumenten, bei denen eine Gewöhnung erfolgte. Es wird empfohlen, einen Hinweis auf mögliche Unverträglichkeitsreaktionen bei besonders empfindlichen Verbrauchern auf dem Etikett scharfer Chilisaucen (Gehalt: >100 mg Gesamtcapsaicin/kg) anzubringen.

3.1.3.6.5 Haut- und Schleimhautreizung

Die Haut- und Schleimhaut-reizende Wirkung von *Capsicum*-Früchten und ihren Zubereitungen ist tierexperimentell und aufgrund von Erfahrungen mit der dermalen arzneilichen Anwendung von Cayennepfeffer-Zubereitungen im Arzneimittelbereich gut dokumentiert. Die Gehalte an Capsaicinoiden betragen in flüssigen Zubereitungen 0,005 bis 0,01 % und in halbfesten Zubereitungen 0,02 bis 0,05 % (Kommission E, 1990; EUAB-Kommentar, 2011). Bei diesen Konzentrationen muss von einer brennenden Wirkung auf der intakten Haut, die häufig mit Wärmenetwicklung und Rötung verbunden ist, ausgegangen werden, da diese lokalen Reaktionen bei Arzneimitteln als Bestandteil des therapeutischen Effektes betrachtet werden. Auf den Schleimhäuten ist eine stärkere Reizwirkung als auf der Haut zu erwarten. Das BfR empfiehlt daher bei Chilisaucen ab diesem Konzentrationsbereich (z.B. > 100 mg Gesamtcapsaicin/kg) Hinweise auf der Verpackung anzubringen, mit denen informiert wird, dass das Erzeugnis die Schleimhäute sehr stark reizt und insbesondere Kontakt mit den Augen und geschädigter Haut zu vermeiden ist.

3.1.3.6.6 Exposition mit Pfefferspray

Auch nach Inhalation von Pfefferspray wurden unerwünschte Wirkungen (meist die Atemwege betreffend) sowie Todesfälle beschrieben. Während bei dem Todesfall eines Asthmatikers ein kausaler Zusammenhang mit der Capsaicin-Exposition vermutet wurde, wurden ursächliche Zusammenhänge bei den anderen Todesfällen nicht bestätigt. Nach Inhalation von Capsaicin beobachtete unerwünschte Wirkungen erscheinen nur sehr eingeschränkt relevant für die Beurteilung von Capsaicin in Lebensmitteln. So trifft Capsaicin nach Inhalation unmittelbar auf das Bronchialsystem, in dem es direkt unerwünschte Wirkungen wie u.a. Bronchokonstriktion hervorruft. Auch die nach intratrachealer Gabe von Capsaicin an Mäusen ermittelte $LD_{50}$ zeigte einen deutlich niedrigeren Wert als die nach oraler Verabreichung festgestellte $LD_{50}$ (Glinsukon et al., 1980). Dies deutet darauf hin, dass nach oraler Exposition höhere Dosen als nach Inhalation toleriert werden können.

3.2. Handlungsrahmen und empfohlene Maßnahmen

Das BfR empfiehlt die Anbringung von Etikettierungshinweisen und Sicherheitsverschlüssen bei Chilisaucen mit Gehalten > 100 mg Gesamtcapsaicin/kg zum Schutz von Kindern und empfindlichen Personen und zur Vermeidung von Haut- und Schleimhautirritationen sowie Augenreizungen.

Das BfR stellt außerdem in Frage, ob Chilisaucen und Chiliextrakte mit Gehalten > 6000 mg Gesamtcapsaicin/kg generell als sichere Lebensmittel im Sinne von Art. 14 der VO 178/2002 angesehen werden können und empfiehlt eine Prüfung im Einzelfall ( vgl. 3.1.3.6.2).

Das BfR rät Verbrauchern vor der Aufnahme von unüblich großen Mengen extrem scharfer Chilifrüchte und Chilisaucen ab, wie sie z.B. im Rahmen von Scharfess-Wettbewerben erfolgte, da dies zu gesundheitsschädigenden Wirkungen, wie Bluthochdruckkrisen, führen und lebensbedrohlich sein kann.

Weiterhin rät das BfR dazu, dass eine unbeabsichtigte Aufnahme scharfer Chilisaucen durch Kleinkinder, die lebensgefährlich sein könnte, verhindert wird.

## 4. Referenzen

Abendzeitung München, 2010. Chili-Noteinsatz: 10 Jugendliche vergiftet, 20.01.2010. http://www.abendzeitung-muenchen.de/inhalt.bayern-chili-noteinsatz:-10-jugendliche-vergiftet.1e564616-6882-49ad-88f4-cbc64acd01c9.html

Albert R, Schneller H (2009). Pflanzenextrakte zur Schädlingsbekämpfung. Landinfo, Vol. 7:1

Bird S (2008). Keen cook died after eating red-hot chilli sauce as a dare. The Times, 29 September. www.timesonline.co.uk/tol/life_and_style/food_and_drink/article

Bozokalfa M K, Esiyok D, Turhan K (2009). Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of pepper (Capsicum annuum L.) from Turkey. Spanish J Agricult Res. 7: 83 - 95.

Bützer P, 2005. Some like it hot. Pädagogische Hochschule St. Gallen http://www.isitech.com/fileadmin/pb/pdf-Dateien/Capsaicin.pdf

Busker RW, van Helden HPM (1998). Toxicologic evaluation of pepper spray as a possible weapon for the Dutch Police Force: risk assessment and efficacy. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology, Vol. 19/4: 309-316.

Castle, S, Llanrwst baby saved by first responders after adverse reaction to chilli. North Wales Weekly News; Mar 31,2011. http://www.northwalesweeklynews.co.uk/conwy-county-news/local-conwy-news/2011/03/31/llanrwst-baby-saved-by-first-responders-after-adverse-reaction-to-chilli-55243-28432085/

Choi S-H, Suh B-S, Kozukue E, Kozukue N, Levin C E, Friedman M (2006). Analysis of the Contents of Pungent Compounds in Fresh Korean Red Peppers and in Pepper-Containing Foods. J Agric Food Chem. 54: 9024 - 9031.

Cisneros-Pineda O, Torres-Tapia L W, Gutiérrez-Pacheco L C, Contreras-Martín F, González-Estrada T, Peraza-Sánchez S R (2007). Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. Food Chem. 104: 1755 - 1760.

Committee of Experts on Flavouring Substances, the Council of Europe (Oktober 2005). Active principles (constituents of toxicological concern) contained in natural sources of flavourings.

Dieiil AK, Bauer RL (1978). Jalaproctitis. New England J. Med., Vol. 299/20: 1137-8.

Dikensoy O, Bayram NG, Filiz A (2001). Severe asthma attack in a patient with premenstrual asthma: hot pepper is the possible trigger. Respiration, Vol. 68/2: 227.

Dine MS, McGovern ME (1982). Intentional poisoning of children - an overlooked category of child abuse: report of seven cases and review of the literature. Pediatrics, Vol. 70/1: 32-35.

Environmental Protection Agency - EPA-738-F-92-016 June 1992. EPA R.E.D. Facts, Capsaicin.

Environmental Protection Agency (EPA-HQ-OPP-2010-0796; FRL-8847-6). Capsaicin. Federal Register Vol 75/188, Wednesday, September 29, 2010 Notices: 60116.

EUAB, Europäischen Arzneibuches, 6. Ausgabe (2008); Govi-Verlag, Eschborn.

EUAB-Kommentar, Kommentar zum Europäischen Arzneibuches (2011); Govi-Verlag, Eschborn.
Feldman H, Levy PD (2003). Hot pepper-induced urticaria while repairing a digital laceration. Am. J. Emerg. Med., Vol. 21/2: 159.

Fuller RW, Dixon CM, Barnes PJ (1985). Bronchoconstrictor response to inhaled capsaicin in humans. J Appl Physiol 58:1080-1084.

Gimenez L, Zacharisen M (2011). Severe pepper allergy in a young child. WMJ. Vol. 110/3: 138-9.

Glinsukon T, Stitmunnaithum V, Toskulkao C, Buranawuti T, Tangkrisanavinont V (1980). Acute toxicity of capsaicin in several animal species. Toxicon, Vol. 18: 215-220.

Graham DY, Smith JL, Opekun AR (1988). Spicy food and the stomach. JAMA, Vol. 260/23: 3473.

Hager Rom (2006), Hagers Handbuch der Drogen und arneistoffe, Springer Verlag, Würzburg.

Jesse B (2009). Das Pfefferspray als alltägliches gefährliches Werkzeug. NStZ 2009, 364-beck-online.

Johnson (2007). Final report on the safety assessment of capsicum annuum extract, capsicum annuum fruit extract, capsicum annuum resin, capsicum annuum fruit powder, capsicum frutescens fruit, capsicum frutescens fruit extract, capsicum frutescens resin, and capsaicin. Int. J. Toxicol., Vol. 26 (Suppl .1): 3-106.

Kommission E, Monographie BGA/BfArM (1990). Monographie Capsicum (Paprika). Bundesanzeiger 1.2., Heftnummer 22A, ATC-Code: MO2AB

Kozukue N, Han J-S, Kozukue E, Lee S-J, Kim J-A, Lee K-R, Levein C E, Friedman M (2005). Analysis of Eight Capsaicinoids in Peppers and Pepper-Containing Foods by High-Performance Liquid Chromatography and Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. J Agric Food Chem. 53: 9172 - 9181.

Krems C, Bauch A, Götz A, Heuer T, Hild A, Möseneder J, Brombach C (2006). Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. Ernährungs-Umschau. 53: 44 - 50.

Leitner A, Jensen-Jarolim E, Grimm R, Wüthrich B, Ebner H, Scheiner O, Kraft D, Ebner C (1998). Allergens in pepper and paprika. Allergy, Vol. 53: 36-41.

López-Carrillo L, López-Cervantes M, Robles-Díaz G, Ramírez-Espita A, Mohar-Betancourt A, Meneses-García A, López-Vidal Y, Blair A (2003). Capsaicin Consumption, Helicobacter Pylori Positivity and Gastric Cancer in Mexico. Int J Cancer. 106: 277-282.

Martindale: the complete drug reference (2010). Capsaicin. London Pharmaceutical Press.

Max Rubner-Institut (MRI) 2008, Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1, 2 http://www.was-esse-ich.de/

Milke P, Diaz A, Valdovinos MA, Moran S (2006). Gastroesophageal reflux in healthy subjects induced by two different species of chilli (Capsicum annum). Dig. Dis., Vol. 24: 184-188.

Myers BM, Smith JL, Graham DY (1987). Effect of red pepper and black pepper on the stomach. Am. J. Gastroenterol., Vol. 82/3: 211-4.

New Scientist (2008). How chilis can kill.
http://www.newscientist.com/blogs/shortsharpscience/2008/09/how.

Nopanitaya W, Nye SW (1974). Duodenal mucosal response to the pungent principle of hot pepper (Capsaicin) in the rat: light and electron microscopic study. Toxicology and Appl. Pharmacology, Vol. 30: 149-161.

NPIC (National Pesticide Information Center) 1.800.858.7378 - NPIC (2011). Capsaicin Technical Fact Sheet

Olajos EJ, Salem H (2001). Riot control agents: pharmacology, toxicology, biochemistry and chemistry. J. Appl. Toxicology, Vol. 21: 355-391.

Patanè S, Marte F, La Rosa FC, La Rocca R (2010). Capsaicin and arterial hypertensive crisis. Int. J. Cardiology, Vol. 144: e26-e27.

Patanè S, Marte F, Di Bella G, Cerrito M, Coglitore S ( 2008). Capsaicin, arterial hypertensive crisis and acute myocardial infarction associated with high levels of thyroid stimulating hormone. Int. J. Cardiology, Vol. 134/1: 130-2.

Pena-Alvarez A, Ramirez-Maya E, Alvarado-Suárez L (2009). Analysis of capsaicin and dihydrocapsaicin in peppers and pepper sauces by solid phase microextraction gas chromatography mass spectrometry. J Chromatogr A. 1216: 2843 - 2847.

Perucka I, Oleszek W (2000). Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper Capsicum annuum L. by spectrophotometry and high-performance liquid chromatography. Food Chem. 71: 287 - 291.

Peter KV (2001). Handbook of herbs and spices. Volume 1, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: Number 63. Woodhead Publishing Limited, Oxford, Cambridge, New Delhi, CRC Press Boca Raton, Boston, New York, Washington, DC.

M. Peusch, E. Muller-Seitz, M. Petz, A. Muller and E. Anklam, Extraction of capsaicinoids from chilies (Capsicum frutescens L.) and paprika (Capsicum annuum L.) using spercritical fluids and organic solvents. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung A, 204 (1997), pp. 351-355.

Rance F, Dutau G (1997). Labial food challenge in children with food allergy. Pediatr. Allergy Immunol., Vol. 8: 41-44.

Rettungsdienst.de, 2010. Vergiftung durch Chili-Sauce
http://www.rettungsdienst.de/nachrichten/vergiftung-durch-chili-sauce-14510

Roth K (2010). Die Skala es Wilbur Lincoln Scoville. Chem. Unserer Zeit, Vol. 44: 138-151.

Rugwani RM, Blomquist PH (2002). Ultraviolet dye masquerading as corneal abrasion. American Journal of Emergency Medicine, Vol. 20/4: 383-4.

Saito A, Yamamoto M (1996). Acute oral toxicity of capsaicin in mice and rats. J. Toxicol. Sci., Vol. 21: 195-200.

Salter J (2008). Chef dies after eating „superhot“ chilli for bet. The Telegraph, 29. Sept. www.telegraph.co.uk/news/uknews/3099484/Chef-dies-after-eating...

SCF (2002) Opinion of the Scientific Committee on Food on Capsaicin (adopted on 26 February 2002)
http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out120_en.pdf

Schöll I, Jensen-Jarolim E (2004). Allergenic potency of spices: hot, medium hot, or very hot. Int. Arch. Allergy Immunol., Vol. 135/3: 247-61.

ShortNews, 2010. Gefährliche Mutprobe: Vergiftungen durch Chili-Sauce, 20.01.10.
http://www.shortnews.de/id/810537/Gefaehrliche-Mutprobe-Vergiftungen-durch-Chili-Sauce

Smith J, Greaves I (2002). The use of chemical incapacitant sprays: a review. J. Trauma., Vol. 52: 595-600.

Smith CG, Stopford W (1999). Health hazards of pepper spray. NCMJ, Vol. 60/5: 268.

Snyman T, Stewart MJ, Steenkamp V (2001). A fatal case of pepper poisoning. Forensic Science International, Vol. 124: 43-46.

Steffee CH, Lantz PE, Flannagan LM, Thompson RL, Jason DR (1995). Oleoresin capsicum (pepper) spray and “in-custody deaths”. Am. J. Forensic Med. Pathol., Vol. 16/3: 185-192.

Takahashi K, Nishime A, Kakinuma M, Koitabashi Y, Sugaya A, Tanifuji F, Miyamoto T (2008). Pungent and aroma substances of koreigusu sauce from Okinawa [Japan] (Abstract, Aufsatz in Japanisch). J Japan Soc Food Sci Technicol

Ternes W, Täufel A, Tunger L, Zobel M (2007). Lexikon der Lebensmittel und der Lebensmittelchemie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.

Teuscher E, Triebes M, Melzig F, Lindequist U (2004). Biogene Arzneimittel. 6. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.

Thapa B, Skalko-Basnet N, Takano A, Masuda K, Basnet P (2009). High-Performance Liquid Chromatography Analysis of Capsaicin Content in 16 Capsicum Fruits from Nepal. J Med Food. 12: 908 - 913.

Thomas B V, Schreiber A A, Weisskopf C P (1998). Simple Method for Quantitation of Capsaicinoids in Peppers Using Capillary Gas Chromatography. J Agric Food Chem. 46: 2655 - 2663.

Tominack RL, Spyker DA (1987). Capsicum and capsaicin - a review: case report of the use of hot peppers in child abuse. Clinical Toxicology, Vol. 25/7: 591-601.

TZ-Online, 2010. Mutprobe mit Höllen-Sauce: Acht Schüler in der Klinik 20.01.10. http://www.tz-online.de/nachrichten/bayern/grosseinsatz-rettungsdienst-augsburg-jugendliche-chili-sauce-vergiftet-meta-598249.html

US EPA: National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development: Exposure Factors Handbook..Expsosure Assessment Division, Versar Inc., Springfield, VA, USA 1997

Vesaluoma M, Müller L, Gallar J, Lambiase A, Moilanen J, Hack T, Belmonte C, Tervo T (2000). Effects of oleoresin capsicum pepper spray on human corneal morphology and sensitivity. Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 41/8: 2138-2147.

Watson WA, Stremel KR, Westdorp EJ (1996). Oleoresin capsicum (cap-stun) toxicity from aerosol exposure. The Annals of Pharmacotherapy, Vol. 30: 733-735.

Williams SR, Clark RF, Dunford JV (1995). Contact dermatitis associated with capsaicin: hunan hand syndrome. Ann. Emerg. Med., Vol. 25/5: 713-5.

Winek CL, Markie DC, Shanor SP (1982). Pepper sauce toxicity. Drug and Chemical Toxicology, Vol. 5/2: 89-113.

Yeoh KG, Ho KY, Guan R, Kang JY (1995). How does chilli cause upper gastrointestinal symptoms? J. Clin. Gastroenterol., Vol. 21/2: 87-90.

Zoschke H, 2011. Peperworld http://www.pepperworld.com/

Zuskin E, Schachter EN, Kanceljak B, Mustajbegovic J, Witek TJ (1994). Immunological and respiratory reactions in workers exposed to organic dusts. Int. Arch. Occup, Environ. Health, Vol. 66: 317-324.