



BUNDESMINISTERIUM
FÜR GESUNDHEIT

Zusatzstoffe, Aromen und Enzyme in der Lebensmittelindustrie

Abschätzung der Auswirkungen des „Food Improvement Agents
Package“ auf Forschung, Entwicklung und Anwendung



Impressum

Herausgeber, Medieninhaber und Hersteller:

Bundesministerium für Gesundheit, Sektion II

Radetzkystraße 2, 1031 Wien

erstellt vom

Institut für Lebensmitteltechnologie

Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie

Universität für Bodenkultur, Muthgasse 18, A-1190 Wien

Für den Inhalt verantwortlich:

Ao. Univ.-Prof. DI Dr. E. Berghofer

Druck: Kopierstelle des BMG, Radetzkystraße 2, 1031 Wien

Bestellmöglichkeiten:

Telefon: 0810/81 81 64

E-Mail: broschuerenservice@bmg.gv.at

Internet: <http://www.bmg.gv.at>

Erscheinungstermin:

August 2010

ISBN 978-3-902611-40-6

Diese Studie/Broschüre ist kostenlos beim Bundesministerium für Gesundheit, Radetzkystraße 2, 1031 Wien, erhältlich.

Report

zur Abschätzung der Auswirkungen des FIAP auf
Forschung, Entwicklung und Anwendung von
Zusatzstoffen, Aromen und Enzymen
in der Lebensmittelindustrie

Institut für Lebensmitteltechnologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur, Wien
Ao. Univ.-Prof. DI Dr. nat. techn. Emmerich Berghofer

November 2009

Inhalt

<u>EINLEITUNG</u>	<u>1</u>
1. Allgemeines.....	2
2. Zusatzstoffhersteller	5
3. Trends im Bereich der Zusatzstoffe	6
3.1. Steigerung von zugelassenen Zusatzstoffen.....	6
3.2. Vermeidung deklarationspflichtiger Zusatzstoffe.....	6
3.3. Entstehung von Grauzonen zwischen Zusatzstoffen und Ingredienzen	8
4. Zusatzstoffkategorien bzw. -funktionsklassen.....	11
4.1. Funktionsklassen laut VO (EG) Nr. 1333/2008.....	11
4.2. Funktionsklassen laut Codex Alimentarius (FAO/WHO).....	11
4.3. US-Einteilung von Zusatzstoffen	11
5. Welche zurzeit noch nicht zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe sind in Entwicklung?.....	17
6. Welche neuen Technologien werden bei Herstellung und Anwendung verwendet? ..	18
6.1. Nanotechnologie.....	18
6.2. Biotechnologie/Gentechnik	21
6.3. Modifizierte Atmosphäre und Aktive Verpackung.....	21
6.3.1. Lagerung und Verpackung unter modifizierter Atmosphäre.....	22
6.3.2. Aktive Verpackung	24
6.4. Minimally processed food.....	25
7. Welche Auswirkungen hat die Änderung der Zusatzstoff-VO im Rahmen des FIAP auf R&D und den industriellen Einsatz von Zusatzstoffen?	28
<u>ZUSATZSTOFFE</u>	<u>33</u>
1. Süßungsmittel (sweeteners) (Funktionsklasse 1)	34
1.1. Intensiv Süßungsmittel.....	35
1.1.1. Allgemeine Aspekte	35
1.1.1.1. Wirtschaftliche Bedeutung von Intensiv Süßungsmittel.....	36
1.1.1.2. Gegenwärtig zugelassene Intensiv Süßungsmittel.....	37
1.1.1.3. Welche weiteren Intensiv Süßungsmittel gibt es, wurden entwickelt, stehen vor der Zulassung, sind eingereicht oder werden eingereicht werden?.....	39
1.1.2. Mono-, Di- und Oligosaccharide	44
1.1.2.1. Welche neuen Mono-, Di- und Oligosaccharide wurden entwickelt, stehen vor der Zulassung, sind eingereicht oder werden eingereicht werden?.....	44
1.1.2.2. Zuckeralkohole.....	44
1.1.2.2.1. Gegenwärtig zugelassene Zuckeralkohole.....	44

1.1.2.2.2.	Wirtschaftliche Bedeutung von Zuckeralkoholen	44
1.1.2.2.3.	Welche Zuckeralkohole und Zuckeraustauschstoffe stehen vor der Zulassung, sind eingereicht oder werden eventuell eingereicht werden?	45
2.	Farbstoffe (colours) (Funktionsklasse 2).....	46
2.1.	Allgemeine Aspekte	46
2.2.	Neue bzw. neuartige Farbstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase.....	47
2.3.	Clean-Labeling und „Natürlichkeit“	50
2.4.	Azofarbstoffe	51
3.	Konservierungsstoffe (preservatives) (Funktionsklasse 3)	54
3.1.	Allgemeine Aspekte	54
3.2.	Neue bzw. neuartige Konservierungsstoffe und -konzepte in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	54
4.	Antioxidationsmittel (antioxidants) (Funktionsklasse 4)	59
4.1.	Allgemeine Aspekte	59
4.2.	Neue bzw. neuartige Antioxidationsmittel.....	61
5.	Trägerstoffe (carriers) (Funktionsklasse 5).....	63
5.1.	Allgemeine Aspekte	63
5.2.	Neue bzw. neuartige Trägerstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	65
6.	Säuerungsmittel (acids) (Funktionsklasse 6)	66
6.1.	Wirtschaftliche Aspekte.....	66
6.2.	Neue bzw. neuartige Säuerungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	66
7.	Säureregulatoren (acidity regulators) (Funktionsklasse 7).....	67
7.1.	Allgemeine Aspekte	67
7.2.	Neue bzw. neuartige Säuerungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	67
8.	Trennmittel (anti-caking agents) (Funktionsklasse 8).....	68
8.1.	Allgemeine Aspekte	68
8.2.	Neue bzw. neuartige Trennmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase.....	68
9.	Schaumverhüter (anti-foaming agents) (Funktionsklasse 9).....	69
9.1.	Neue bzw. neuartige Schaumverhüter in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	69
10.	Füllstoffe (bulking agents) (Funktionsklasse 10).....	70
10.1.	Allgemeine Aspekte	70
10.2.	Neue bzw. neuartige Füllstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	71
11.	Emulgatoren (emulsifier) (Funktionsklasse 11)	72
11.1.	Allgemeine Aspekte	72

11.2.	Wirtschaftliche Aspekte	73
11.3.	Neue bzw. neuartige Emulgatoren und Emulgatorsysteme	74
12.	Schmelzsalze (emulsifying salt) (Funktionsklasse 12)	77
12.1.	Allgemeine Aspekte	77
12.2.	Neue bzw. neuartige Schmelzsalze in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	77
13.	Festigungsmittel (firming agents) (Funktionsklasse 13)	78
13.1.	Allgemeine Aspekte	78
13.2.	Neue bzw. neuartige Festigungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	78
14.	Geschmacksverstärker (flavour enhancer) (Funktionsklasse 14)	79
14.1.	Allgemeine Aspekte	79
14.2.	Wirtschaftliche Aspekte	80
14.3.	Neue bzw. neuartige Geschmacksverstärker in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	81
14.3.1.	Geschmacksmodulierer, Geschmackswandler und Geschmacksblocker	83
14.3.2.	Verstärkung des Salzgeschmacks durch Geschmacksverstärker	85
15.	Schaummittel (foaming agents) (Funktionsklasse 15)	88
15.1.	Allgemeine Aspekte	88
15.2.	Neue bzw. neuartige Schaummittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	88
16.	Geliermittel (foaming agents); modifizierte Stärken (modified starches), Stabilisatoren (stabilisers) und Verdickungsmittel (thickeners) (Funktionsklassen 16, 19, 24, 25)	89
16.1.	Allgemeine Aspekte	89
16.2.	Wirtschaftliche Aspekte	90
16.3.	Neue bzw. neuartige Hydrokolloide in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	91
17.	Überzugsmittel (einschließlich Gleitmittel) (glazing agents – including lubricants) (Funktionsklasse 15)	93
17.1.	Allgemeine Aspekte	93
17.2.	Neue bzw. neuartige Überzugsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	93
18.	Feuchthaltemittel (humectants) (Funktionsklasse 18)	94
18.1.	Allgemeine Aspekte	94
18.2.	Neue bzw. neuartige Feuchthaltemittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	94
19.	Modifizierte Stärken (modified starches) (Funktionsklasse 19)	95
19.1.	Allgemeine Aspekte	95

19.2.	Neue bzw. neuartige modifizierte Stärken in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	95
20.	Packgase (packaging gas) (Funktionsklasse 20)	97
20.1.	Allgemeine Aspekte	97
20.2.	Neue bzw. neuartige Packgase in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	97
21.	Treibgase (propellants) (Funktionsklasse 21)	98
22.	Backtriebmittel (raising agents) (Funktionsklasse 22)	99
22.1.	Allgemeine Aspekte	99
22.2.	Neue bzw. neuartige Backtriebmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	99
23.	Komplexbildner (sequestrants) (Funktionsklasse 23)	100
23.1.	Allgemeine Aspekte	100
23.2.	Neue bzw. neuartige Komplexbildner in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	100
24.	Stabilisatoren (stabilisers) (Funktionsklasse 24)	101
24.1.	Allgemeine Aspekte	101
24.2.	Neue bzw. neuartige Stabilisatoren in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	101
25.	Verdickungsmittel (thickeners) (Funktionsklasse 25)	102
26.	Mehlbehandlungsmittel (flour treatment agents) (Funktionsklasse 26)	103
26.1.	Allgemeine Aspekte	103
26.2.	Neue bzw. neuartige Mehlbehandlungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	103
27.	Literaturverzeichnis Einleitung und Zusatzstoffe	104
AROMEN		107
1.	Allgemeines	108
1.1.	Die neue VO	108
1.1.1.	Umwandlung in VO	108
1.1.2.	Geltungsbereich	108
1.1.3.	Zulassungspflicht	108
1.1.4.	Informationspflicht	108
1.1.5.	Positiv- und Negativlisten	108
1.1.6.	Neue Einteilung	109
1.1.7.	Definitionen	109
1.1.8.	Kennzeichnung	109
1.2.	Marktsituation und -trends	110
1.2.1.	Derzeitige Marktsituation	110

1.2.2.	„Exotisches“	111
1.2.3.	„Schlankmachendes“	111
1.2.4.	Die „Krise“	111
1.2.5.	„Natürlichkeit“	111
1.2.6.	„Bio“	113
1.2.7.	Toxikologische Aspekte.....	113
2.	Technologien.....	116
2.1.	Derzeit häufig genutzte Technologien zur Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Aromen	116
2.1.1.	Chemische Verfahren.....	116
2.1.2.	Physikalische Verfahren	117
2.1.2.1.	Extraktion	117
2.1.2.1.1.	Lösungsmittlextraktion	117
2.1.2.1.2.	SAFE (solvent assisted flavour evaporation).....	117
2.1.2.1.3.	Ultraschallextraktion (ultrasound assisted extraction; UAE)	117
2.1.2.1.4.	Mikrowellenextraktion.....	118
2.1.2.1.5.	Hochdruckextraktion (supercritical fluid extraction; SFE)	118
2.1.2.2.	Destillation	119
2.1.2.2.1.	Wasserdampfdestillation (steam distillation; SD).....	119
2.1.2.2.2.	SDE (simultaneous distillation extraction) syn. Likens-Nickerson Dampfdestillation .	119
2.1.2.2.3.	Mikrowellendestillation	119
2.1.2.3.	Sonstige.....	120
2.1.3.	Biotechnologische Verfahren.....	120
2.1.4.	„Herkömmliche Lebensmittelzubereitungsverfahren“	123
2.1.5.	Formulierungsverfahren	123
2.2.	Potentiell interessante, derzeit wenig genutzte Technologien zur Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Aromen.....	125
2.2.1.	Nanotechnologie.....	125
2.2.2.	Membrantechnologien	126
2.2.3.	Hochdruckextraktion	127
2.2.4.	GVO	127
2.3.	Potentiell interessante, derzeit wenig genutzte Ausgangsstoffe zur Herstellung von Aromen	127
2.3.1.	Reststoffverwertung	127
2.3.2.	Sonstige.....	129
2.4.	Einschränkungen der technologischen Möglichkeiten und Rohstoffe	130
2.4.1.	Image.....	130

2.4.2.	Verordnungen.....	130
2.4.3.	Wirtschaftlichkeit.....	130
2.5.	Strategien und Technologien zur Verminderung des Aromeneinsatzes.....	131
2.5.1.	Verbrauchererziehung.....	131
2.5.2.	Einsatz hochwertiger Rohstoffe.....	131
2.5.3.	Fermentation.....	131
2.5.4.	Hochdruckbehandlung.....	132
2.5.5.	Verpackungstechnologie und Lagerung.....	132
2.5.6.	Sonstiges.....	132
3.	Extrakte.....	133
3.1.	Derzeit verwendete Aromaextrakte und neuartige interessante Extraktquellen.....	133
3.2.	Einschränkungen der Ausgangsstoffe zur Gewinnung von Aromaextrakten.....	134
3.2.1.	Abgrenzung zu Non-Food.....	134
3.2.2.	Abgrenzung zu pharmakologisch Wirksamem.....	134
3.2.3.	Abgrenzung zu Gewürzen, Kräutern, Tees.....	134
3.2.4.	Abgrenzung zu Zusatzstoffen.....	135
4.	Auswirkungen FIAP.....	136
4.1.	Reaktionen/Befürchtungen und Forderungen österreichischer Aromenproduzenten und Abnehmer.....	136
4.1.1.	Definitionen und Interpretationsspielraum.....	136
4.1.1.1.	Definition Lebensmittel.....	136
4.1.1.2.	Definition Aromakategorien.....	136
4.1.1.3.	„Natürlich“-Labeling.....	137
4.1.2.	Übergangszeit und –regelungen.....	137
4.1.2.1.	Anhang I.....	137
4.1.2.2.	„Zu weit weg“.....	137
4.1.2.3.	Stichtag.....	137
4.1.3.	Umsetzung und Überwachung der VO.....	137
4.1.3.1.	Implementation guidelines und sonstige Zuständigkeiten.....	137
4.1.3.2.	Verhalten bei Negativbewertung durch das CEF.....	137
4.1.3.3.	Kontrolle.....	138
4.1.4.	Konflikt mit Gewürz- und Kräuterindustrie.....	138
4.1.5.	Schulung der Abnehmer.....	138
4.1.6.	Zulassungspflicht.....	138
4.1.7.	Raucharomen.....	139
4.1.8.	Ansteigen der Rezepturen.....	139

4.1.9.	Verminderung der Produktvielfalt	139
4.1.10.	Monopolbildung und Vergrößerung der Marken-/Discountartikelschere	139
4.1.11.	Höchstmengen	139
4.1.12.	Allergenkennzeichnung.....	139
4.1.13.	Informationspflicht	140
4.1.13.1.	Wer hat welche Information?	140
4.1.13.2.	Ermessensfrage?	140
4.1.13.3.	Export?	140
4.1.13.4.	Bisheriger Informationsfluss?	140
4.1.14.	Forschungsbremse	140
5.	Literatur Aromen	141
ENZYME		147
1.	Allgemeines	148
1.1.	Was sind Lebensmittelenzyme?	148
1.2.	Die neue EU-VO 1332/2008	148
2.	Lebensmittelenzyme	149
2.1.	Enzyme in der EU	149
2.2.	Enzymmarkt	161
3.	Trends und Innovationen im Lebensmittelenzymsektor	163
3.1.	Innovative Lebensmittelenzyme und deren Anwendung.....	163
3.1.1.	Proteinvernetzung	165
3.1.1.1.	Transglutaminase.....	165
3.1.1.2.	Thrombin und Fibrinogen	166
3.1.2.	Laktoseabbau	166
3.1.2.1.	Lactase	167
3.1.2.2.	Lactoseoxidase	167
3.1.3.	Reduktion von Acrylamid.....	168
3.1.4.	Laccase	169
3.2.	Innovative Technologien.....	169
3.2.1.	Enzymentwicklung	169
3.2.1.1.	Innovatives Trennverfahren: Elektrofiltration	171
3.2.2.	Produktionsüberwachung.....	172
4.	Sicherheitsaspekte bei der Verwendung von Enzymen.....	173
4.1.	Safety-Guidelines und Kontrollen	173
4.2.	Schwerpunkt Gesundheit.....	173
4.3.	Gentechnik und Enzyme	175

4.3.1.	Wann und wie wird Gentechnologie bei der Enzymherstellung eingesetzt?.....	177
4.4.	Weiße Biotechnologie	177
4.5.	Food grade expression.....	178
4.6.	Reinheit.....	179
4.7.	Kennzeichnung.....	179
5.	Auswirkungen des FIAP	181
5.1.	Die Regelungen.....	181
5.1.1.	Umsetzung und Überwachung der VO	181
5.1.2.	Übergangszeit	181
5.2.	Folgen für Enzymproduzenten	182
5.2.1.	Allgemeines	182
5.2.2.	Unklarheiten und Interpretationsspielraum	182
5.2.3.	Kostenaufwand.....	182
5.3.	Folgen für Enzymanwender	182
5.4.	Folgen für Konsumenten	182
6.	Literatur Enzyme.....	183
	Abbildungsverzeichnis.....	1
	Tabellenverzeichnis.....	2
	Danksagung	4
	ANHANG	

Summary

Preface

Summing up, FIAP (Food Improvement Agents Package) provides obvious improvements in ruling the application of food additives, flavourings and enzymes within the European union. Henceforth, respective ruling is applied in terms of EU-regulations instead of directives. Therewith, a consistent approach and perception (harmonisation) within the whole European union is guaranteed, which goes hand in hand with advantages for all parties involved.

Food additives

Food additives are classified into 26 functional categories, whereas this classification is not founded on functional and factual aspects in either case. Furthermore, it is not consistent with the classification established by Codex Alimentarius (FAO/WHO). Moreover, it was neglected to exactly attribute food additives into their respective one or either more functional categories.

In general, considering application of food additives, two major trends can be observed, which are partially enforced by FIAP. One of them is approval of an enhancing number of food additives, notwithstanding approval and application of food additives is subjected to more strictly restrictions now.

The other opposite trend is producer's ambition to get along without substances that have to be labeled in order to reach so called „clear-labeling“/“clean labeling“. This measure is aimed at satisfying consumer's demand and thereby achieving competitive edges. If artificial colours are to be headed by an additional warning -i.e. a twofold negative mark-, this will result in a dramatical fall of their use.

However, in future, research aimed at discovering possibilities and substances combining similar function as respective food additives with freedom from declaration will rise.

One challenge entailed by FIAP will be prospective handling of „gray areas“. A trend towards fractionation of raw materials and use of originating fractions for the composition of new food as well as for preparation of specific substances out of food raw materials or their by-products and their application as ingredient in food with specific, such as food additive-like, effect is noted. Therefrom evolving questions are judicial assessment of those fractions, isolates, extracts and so on.

Very interesting evolutions are doubtless expected in the field of flavouring agents, especially due to production and use of so called flavour modifiers and tast blocking agents. Nevertheless, FIAP deals only marginal with this matter of fact.

Flavourings

Contrary to most other food additives, the amount of flavourings used in food is rather low. However, their application activates consumer's emotions. Furthermore, some toxicological risky flavourings have been found. Because of this, to rule flavourings in the frame of an own regulation within the FIAP to replace directive 88/388/EWG is warrantable. Not only the use of flavourings is ruled but also that of favoring precursors and certain food ingredients with flavouring properties have been arranged with the aid of this regulation. The allocation of flavourings into two categories, namely „natural“ flavourings and other flavourings, is the most important consequence of the regulation in practice. The appellation “nature identical”, defined in the directive, was not integrated to the new regulation. From now on, all flavourings of this category are automatically reclassified into the group (“artificial”) flavourings. Under

this regulation, the common marketing strategy to promote a product “without artificial flavourings” can't be used any more.

In order to enable/retain the claim „natural“ flavourings, which is of rising importance for consumers, flavouring extracts will ascend in popularity, since they are considered as natural automatically.

Enzymes

The regulation about food enzymes is newly-made. In the future, enzymes have to be declared as an ingredient , if they have technological effects in the product (e.g. Lysozyme acts as a preservative agent). Consequently, food enzymes will be equated with food additives. However, most of the present food enzymes will be classified as processing aids anyway, which are not covered by the mandatory declaration.

It is anticipated that this mandatory declaration doesn't entail any changes for the consumers. They won't see any huge changes in the list of ingredients with regard to food enzymes.

For industry, the problems are not current at the moment. Companies must take an active stance in the earliest at 2013. At this juncture, only products can be used, which are produced with food enzymes positive evaluated by the European Food Safety Authority (EFSA) and registered in the Community list.

Enzymes - produced from genetically modified organism - do not have to be specially labeled according to the new food enzyme regulation. They have to be labeled according to Regulation 1829/2003, if used as ingredient.

Zusammenfassung

Allgemein

Generell bringt das FIAP (*Food Improvement Agents Package*) der EU deutliche Verbesserungen bei der Regelung der Verwendung von Zusatzstoffen, Aromen und Enzymen in Lebensmitteln. Die Regelung erfolgt nun durch EU-Verordnungen und nicht wie bisher durch EU-Richtlinien. Damit wird eine einheitliche Vorgangs- und Sichtweise (Harmonisierung) in der gesamten EU garantiert, was für alle Betroffenen Vorteile bringt.

Zusatzstoffe

Die Zusatzstoffe werden in 26 Funktionsklassen gegliedert, wobei diese Gliederung nicht immer nach fachlichen und sachlichen Gesichtspunkten erfolgt. Sie deckt sich auch nicht mit der Gliederung des *Codex Alimentarius* (FAO/WHO). Außerdem wird auch im FIAP verabsäumt, eine exakte Zuordnung der Zusatzstoffe zu einer oder mehreren Funktionsklassen vorzunehmen.

Generell sind bei der Verwendung von Zusatzstoffen zwei Haupttrends zu beobachten, die durch das FIAP teilweise weiter gefördert werden. Ein Trend ist die Zulassung von immer mehr Zusatzstoffen, wobei aber nun die Zulassung und Verwendung von Zusatzstoffen strengeren Auflagen unterliegt.

Der zweite, gegenläufige Haupttrend ist das Bestreben der Hersteller, möglichst ohne deklarationspflichtige Stoffe auszukommen, um ein sogenanntes „*clear labelling*“ bzw. „*clean labelling*“ zu erreichen. Damit hofft man bei den Konsumenten zu punkten und Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Wenn nun im FIAP künstliche Farbstoffe mit einem zusätzlichen Warnhinweis angeführt werden müssen – also eine doppelt negative Kennzeichnung –, wird das in der Praxis dazu führen, dass ihre Verwendung drastisch zurückgehen wird.

Jedenfalls wird in Zukunft verstärkt nach Möglichkeiten und Substanzen gesucht werden, welche eine vergleichbare Wirkung wie Zusatzstoffe haben, aber nicht als solche deklariert werden müssen.

Eine Herausforderung an das FIAP wird auch die zukünftige Umgangsweise mit entstehenden Grauzonen sein. Immer mehr lassen sich nämlich in der Lebensmitteltechnologie Tendenzen zu einer „Zerlegung“ (Fraktionierung) von Rohstoffen und Nutzung der Fraktionen zur Komposition neuer Lebensmittel, sowie zur Gewinnung spezifischer Stoffe aus Lebensmittelrohstoffen oder Nebenprodukten und deren Einsatz als Ingredienz bzw. Zutat in Lebensmitteln mit spezifischer, z.B. zusatzstoffähnlicher Wirkung feststellen. Die Frage, die sich daraus ergibt, ist die rechtliche Bewertung solcher Fraktionen, Isolate, Extrakte etc.

Sehr interessante Entwicklungen werden zweifelsohne im Bereich der Geschmacksstoffe zu erwarten sein, insbesondere durch die Herstellung und Nutzung von sogenannten Geschmacksmodulierern, Geschmackswandlern und Geschmacksblockern. Auf diese Entwicklungen geht aber das FIAP nur unzureichend ein.

Aromen

Von der Einsatzmenge ist die Verwendung von Aromastoffen in Lebensmitteln im Vergleich zu den meisten Zusatzstoffklassen eher gering. Die Verwendung von Aromastoffen ist aber aus Konsumentensicht sehr emotional besetzt. Außerdem wurden Aromastoffe mit toxiologischen Wirkungen gefunden. Dies rechtfertigt die Tatsache, dass den Aromen im Rahmen des FIAP eine eigene Verordnung gewidmet wird, welche die alte Richtlinie 88/388/EWG ersetzt. Der Geltungsbereich dieser VO wurde auch auf Aromenausgangsstoffe und sogenannte „Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften“ ausgeweitet.

Die wichtigste, praktische Auswirkung der VO ist die Einteilung in nur zwei Hauptkategorien, nämlich in „natürliche“ und andere Aromen. Die frühere Kategorie „naturident“ wurde gestrichen, wodurch alle Stoffe dieser Kategorie nun automatisch „künstliche“ Aromen sind.

Die von vielen Lebensmittelproduzenten bis jetzt intensiv genutzte Marketingstrategie, nämlich die Deklaration „ohne künstliche Aromen“ bei Verwendung von naturidenten Aromen, ist nun nicht mehr möglich.

Um in Zukunft eine bei den Konsumenten immer mehr nachgefragte Auslobung mit „natürlichen“ Aromen zu ermöglichen, werden Aromaextrakte immer attraktiver werden, weil sie nach der neuen VO automatisch als natürlich gelten.

Enzyme

Völlig neu ist die Regelung des Einsatzes von Enzymen in Lebensmitteln. In Zukunft müssen Enzyme als Zutaten von Lebensmitteln angeführt werden, aber nur dann, wenn sie in den Lebensmitteln noch eine technologische Wirkung haben (z.B.: Lysozym als Konservierungsmittel). Enzyme werden somit Zusatzstoffen gleichgestellt. Die meisten Enzyme gelten jedoch als technische Hilfsstoffe, die nicht unter diese Deklarationspflicht fallen. Es ist also abzusehen, dass diese Kennzeichnungspflicht für die Konsumenten keine allzu großen Veränderungen mit sich bringt wird. Sie werden kaum Änderungen auf der Zutatenliste in Bezug auf Enzyme feststellen.

Für die Wirtschaft ist die Problematik noch viel zu weit entfernt. Sie muss frühestens erst 2013 richtig aktiv werden. Zu diesem Zeitpunkt dürfen dann nur noch Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden, die mit Enzymen hergestellt worden sind, die von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) positiv auf ihre Sicherheit bewertet und in einer Gemeinschaftsliste aufgenommen sind.

Enzyme aus GVO müssen nach der neuen VO nicht speziell gekennzeichnet werden. Enzyme aus GVO (z.B. aus genetisch veränderten Pflanzen) sind gemäß Verordnung 1829/2003 entsprechend zu kennzeichnen, sofern sie als Zutaten gelten.

EINLEITUNG

1. Allgemeines

Ziel dieser Studie war es, eine Abschätzung der Auswirkungen des FIAP (*Food Improvement Agents Package*), welches in Zukunft EU-weit den Einsatz von Zusatzstoffen, Aromen und Enzymen in Lebensmitteln einheitlich regeln soll (VO EG 1331/2008, VO EG 1332/2008, VO EG 1333/2008, VO EG 1334/2008), auf Forschung und Entwicklung und Anwendung in der Lebensmittelindustrie vorzunehmen.

Es soll hiermit festgehalten werden, dass es sich beim Verfasser dieses Reportes um ein Institut für Lebensmitteltechnologie handelt, womit der Schwerpunkt nicht auf rechtlichen Aspekten liegt und „gestreifte“ rechtliche Aspekte ausschließlich der zur Verfügung stehenden Literatur entnommen sind.

Die Zahl der weltweit aber auch in der EU zugelassenen Zusatzstoffe steigt immer weiter an. Diese Tatsache wird in Abbildung 1-1 am Beispiel von Emulgatoren demonstriert.

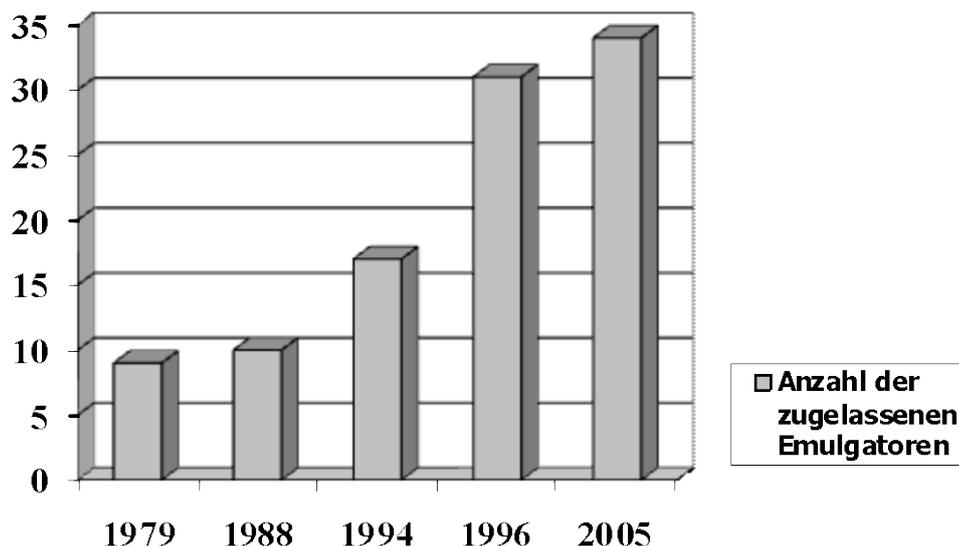


Abb. 1-1: Anzahl der zugelassenen Emulgatoren in Österreich seit 1979

Was sind die Gründe dafür? Warum konnte noch vor dem 2. Weltkrieg die Lebensmitteltechnik mit einer Handvoll von Zusatzstoffen das Auslangen finden, während es heute schon ohne Aromastoffe weit mehr als 300 sind? Zur Beantwortung dieser Frage muss etwas weiter ausgeholt werden.

Durch gesellschaftliche und wirtschaftliche Umwälzungen und technische Neuerungen haben sich die Art der Lebensmittelversorgung und die Ernährungsformen in den letzten 150 Jahren drastisch verändert. In dieser neuen Stufe der Nahrungsversorgung, nach den Jagd- und Sammlerkulturen und den Ackerbau- und Viehzüchterkulturen, werden die Konsumenten immer mehr von Rohstoffkäufern zu Käufern von großtechnisch vorverarbeiteten Convenience-Produkten bis hin zu Fertiggerichten. Letztere können von den Konsumenten im Supermarkt erstanden, in Form der Außer-Haus-Verpflegung in Restaurants, Kantinen usw. verzehrt, oder ins Haus geliefert werden.

Die Aufbereitung und Zubereitung (Garung) der Lebensmittel erfolgen im großtechnischen Maßstab grundsätzlich nach den gleichen Gesetzmäßigkeiten und mit den gleichen Garprozessen wie in der Haushaltsküche. Üblicherweise werden aber im Haushalt die zubereiteten Speisen unmittelbar nach ihrer Zubereitung verzehrt. Bei Convenience-Produkten liegt hingegen

zwischen der Verarbeitung bzw. der Garung im Produktionsbetrieb und dem Verzehr durch die Konsumenten eine mehr oder weniger große, zeitliche und räumliche Spanne. Je höher aber der Zubereitungs- bzw. Convenience-Grad ist, umso schlechter haltbar und lagerfähig sind die Produkte. Zusätzlich zur Garung müssen deshalb alle in unseren Supermärkten angebotenen Lebensmittel entsprechend haltbar gemacht oder stabilisiert werden.

Zusatzstoffe erleichtern nun einerseits die großtechnische Herstellung von Lebensmitteln (z.B. verbesserte Maschinengängigkeit von Teigen, Verringerung der aufzuwendenden Energie bei der Emulsionsherstellung durch Emulgatorzusatz), andererseits dienen sie überwiegend zur Stabilisierung und Haltbarmachung der Lebensmittel während ihrer Lagerung.

Die genauen Aufgaben und Wirkungsweisen von Zusatzstoffen bei der Herstellung von Convenience-Lebensmitteln werden bei den einzelnen Zusatzstoffklassen näher erläutert.

Prinzipiell wäre es auch bei großtechnischer Herstellung durchaus möglich, auf bestimmte Zusatzstoffe fast vollständig zu verzichten, wenn sehr kurze Mindesthaltbarkeitsfristen in Kauf genommen werden würden oder die Konsumenten dazu bereit wären, höhere Kosten zu akzeptieren.

Tabelle 1-1 und Abbildung 1-2 zeigen das Marktvolumen an Zusatzstoffen gegliedert nach Regionen. Dieses beträgt derzeit weltweit über 20 Milliarden Euro. In Europa lag dieser Wert für das Jahr 2007 bei 6,3 Milliarden Euro. Eine Summe an der möglichst viele mitnaschen möchten, zumal weitere Steigerungsraten für die nächsten Jahre prognostiziert werden.

Tab. 1-1: Weltmarkt der Zusatzstoffe

Region/Land	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Durchschnittlicher Anstieg [%]
USA	4.294,23	4.399,55	4.518,21	4.648,60	4.795,47	4.957,06	5.135,30	5.327,16	5.534,48	5.751,03	3,39
Kanada	319,87	326,30	333,81	342,55	353,00	364,78	378,25	392,92	408,83	426,06	3,32
Japan	1.045,79	1.074,43	1.106,23	1.141,19	1.180,35	1.223,35	1.270,98	1.321,89	1.375,97	1.433,60	3,71
Europa	5.216,48	5.361,43	5.520,87	5.695,40	5.889,63	6.103,10	6.339,78	6.597,39	6.881,06	7.195,06	3,79
Asien	2.108,97	2.203,86	2.311,31	2.427,54	2.552,92	2.687,97	2.834,23	2.993,29	3.167,86	3.360,80	5,94
Mittlerer Osten	296,01	303,52	312,00	321,13	330,98	341,63	353,22	365,90	379,91	395,25	3,35
Lateinamerika	1.402,85	1.453,33	1.512,72	1.576,20	1.644,54	1.718,13	1.797,38	1.883,25	1.977,19	2.079,32	4,82
Restliche Staaten	265,73	271,70	278,23	285,24	293,18	301,99	311,59	322,12	333,81	347,00	3,06
Total	14.949,94	15.394,13	15.893,36	16.437,85	17.040,08	17.698,02	18.420,73	19.203,92	20.059,10	20.988,13	4,04

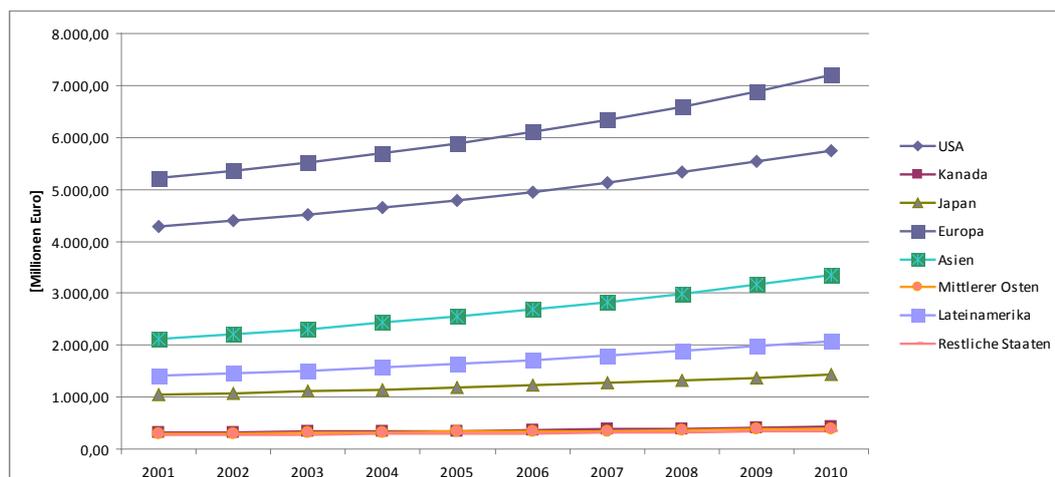


Abb. 1-2: Marktvolumen an Zusatzstoffen

Laut einer Studie der Global Industry Analysts, Inc., USA sind für Europa zwischen 2001 und 2010 Steigerungsraten von ca. 3,6 % pro Jahr zu erwarten. Eine Marktstudie der *Freedonia Group* sagt weltweite Steigerungsraten von 4,4 % für Zusatzstoffe zwischen 2007 und 2012 voraus. Im Vergleich dazu liegen die Steigerungsraten für „*processed and frozen foods*“ im gleichen Zeitraum nur bei 2,7 %. Aus dem schnelleren Wachstum der Zusatzstoffe im Vergleich zu

der Lebensmittelkategorie, wo die meisten Zusatzstoffe eingesetzt werden, kann der Schluss gezogen werden, dass mengenmäßig immer mehr davon verwendet werden [O'DONNELL, 2008].

Die in Europa gegenwärtig und in den nächsten Jahren mengenmäßig wichtigsten Zusatzstoffgruppen sind in Tabelle 1-2 aufgelistet. Es führt die Gruppe der Aroma- und Geschmacksstoffe und -verstärker (*flavors/enhancers*). An zweiter Stelle stehen die sogenannten „*formulation aids*“, eine Zusatzstoffkategorie, die es in Europa an und für sich in dieser Form nicht gibt. Sie fasst einige europäische Kategorien zusammen, wie Trägerstoffe, Trennmittel, Füllstoffe, Festigungsmittel.

An dritter Stelle stehen die Hydrokolloide, die ebenfalls mehrere Zusatzstoffgruppen inkludieren (Geliermittel, modifizierte Stärken, Stabilisatoren, Verdickungsmittel).

Den vierten Platz belegt eine einzelne Kategorie, nämlich die Intensivsüßungsmittel (*non-calorie sweeteners*).

Tab. 1-2: Europäischer Trend für den Zusatzstoffmarkt [Tausend metrische Tonnen]

Produktgruppe/Segment	2011	2012	2013	2014	2015	Durchschnittlicher Anstieg [%]
Säuerungsmittel	333,20	339,22	345,20	351,15	357,05	1,43
Calorie/Fat Redusers	947,17	995,09	1.044,47	1.095,34	1.147,74	4,24
Fat Substitutes	362,46	383,80	405,94	428,91	452,72	4,98
Süßstoffe	584,71	611,29	638,53	666,44	695,03	3,77
Hydrokolloide	955,90	981,07	1.006,33	1.031,68	1.057,11	2,12
Vitamine & Mineralien	454,48	471,02	487,72	504,55	521,52	2,95
Farbstoffe	268,71	281,53	294,73	308,34	322,34	3,99
natürliche	191,43	200,96	210,78	220,90	231,34	4,17
künstliche	77,28	80,57	83,96	87,44	91,01	3,55
Aromen	2.400,40	2.511,60	2.625,17	2.741,08	2.859,23	3,82
Formulation Aids	1.536,07	1.615,93	1.698,38	1.783,47	1.871,28	4,36
Preservatives	238,20	248,43	258,94	269,72	280,77	3,57
Antimicrobial	142,03	149,23	156,65	164,30	172,18	4,25
Antioxidantien	96,17	99,20	102,28	105,42	108,58	2,58
Processing Aids	383,60	405,81	428,86	452,76	477,53	4,90
Total	7.517,73	7.849,71	8.189,79	8.538,10	8.894,58	3,66

Ein weiterer Grund, warum immer mehr neue Zusatzstoffe entwickelt, eingereicht und zugelassen werden, liegt darin, dass in den meisten Fällen neu zugelassene Zusatzstoffe auch entsprechend geschützt werden (Patentschutz, Markenschutz usw.).

Die Entwicklung und vor allem die Zulassungsverfahren kosten allerdings sehr viel Geld. Im Durchschnitt dauert in der EU ein Zulassungsverfahren fünf Jahre und kostet die Antragsteller mindestens eine halbe Million Euro [ANONYM (a), 2004]. Diese hohen Kosten der Zulassungsverfahren werden sich in Zukunft sowieso nur mehr große Konzerne leisten können. Deshalb wird eben jeder Hersteller danach trachten, soweit als möglich Schutz- und Exklusivrechte zu erhalten, damit sich die hohen Investitionskosten amortisieren. Jeder andere Zusatzstoffproduzent kann deshalb nur versuchen, diese Schutzrechte durch Modifikation bereits existierender Zusatzstoffe oder die Entwicklung neuer Zusatzstoffe zu umgehen.

2. Zusatzstoffhersteller

Die Herstellung von Zusatzstoffen ist weltweit ziemlich zersplittert auf viele, aber immer weniger kleine und immer mehr große Hersteller. Jeder Produzent deckt jeweils nur eine bestimmte Gruppe an Zusatzstoffen ab. Die Lebensmittelbetriebe fordern von den Zusatzstoffherstellern aber immer mehr Komplettlösungen, fertige Formulierungen und anwendungstechnisches *Know-how*.

Weltweit ist bei den Herstellern von Zusatzstoffen eine enorme geographische und firmenmäßige Konzentrationstendenz zu beobachten. In Asien und hier vor allem in China etablieren sich immer mehr Zusatzstoffhersteller, wobei viele westliche Firmen aufgrund der billigen Produktionsbedingungen ihre Zusatzstoffproduktionen dorthin auslagern und diesen Trend noch weiter verstärken.

Ein weiteres Beispiel ist Indien, das sich schön langsam zum weltweit größten Farbstofflieferanten entwickelt.

In diesem Zusammenhang stellt sich die berechtigte Frage der Reinheitskriterien und Sicherheitsstandards für Zusatzstoffe aus außereuropäischen Herkunftsländern, zumal mit Zusatzstoffen dort oft weit unkritischer umgegangen wird. Beispielsweise wurden in China erst vor kurzem 17 Substanzen als Zusatzstoffe verboten, darunter einige Chemikalien, die eher als Insektizide oder Desinfektionsmittel bekannt sind (z.B. Borsäure, Formaldehyd) [ANONYM (b), 2008].

In den letzten Jahren ist innerhalb der Lebensmittelzusatzstoff-Industrie eine enorme Konsolidierung beziehungsweise eine Konzentrationstendenz durch Fusionen, Verkäufe und Übernahmen zu beobachten. Große Hersteller wurden von noch größeren übernommen. Beispielsweise verkauften Degussa, Roche und Rhodia ihr Zusatzstoffgeschäft an Cargill, DSM und Danisco, wodurch die Letzteren eine enorme Größe erreicht haben.

Die beiden größten Aromahersteller in Deutschland Dragoco und Haarmann & Reimer verschmolzen 2003 zur Firma Symrise.

In Österreich sind nur zwei große Zusatzstoffhersteller beheimatet, nämlich die Agrana-Gruppe (modifizierte Stärken) und die Firma Jungbunzlauer (Zitronensäure, Xanthan). Andere nennenswerte Produzenten auf dem Gebiet der Aromen und Farbstoffe sind die Firmen Akras, Esarom und die Vulcolor Naturfarben GmbH.

3. Trends im Bereich der Zusatzstoffe

3.1. Steigerung von zugelassenen Zusatzstoffen

Wie bereits in Kapitel 1 bereits angeführt wurde, werden immer mehr Zusatzstoffe zugelassen.

3.2. Vermeidung deklarationspflichtiger Stoffe

In den Gesprächen und Interviews mit Lebensmittelproduzenten im Rahmen der Erstellung dieser Studie, sowie aus anderen Daten zeichnet sich aber eindeutig auch ein gegenläufiger Trend zur immer intensiveren Zulassung und Verwendung von Zusatzstoffen ab. So wie in vielen anderen Bereichen ruft nämlich jeder Trend auch einen Gegentrend hervor, der aber meistens nur in viel kleinerem Umfang wirksam wird.

Nicht zuletzt aufgrund der skeptischen Einstellung vieler Konsumenten und Konsumentenverbände bzw. –interessengruppen werden in Zukunft viele Lebensmittelproduzenten, vor allem in hochpreisigen Qualitätssegmenten immer mehr versuchen, die Angabe von deklarationspflichtigen Stoffen auf den Etiketten zu vermeiden. Die durch das FIAP bedingten strengeren Kennzeichnungsvorschriften werden diesen Trend fördern. Die Erreichung eines sogenannten „clean label“ bzw. „clear label“, oder eine Kennzeichnung, die frei ist von deklarationspflichtigen Stoffen, ist das Ziel.

Zur Untermauerung dieser Aussage sollen Daten aus der *Datamonitor Productscan* Datenbank dienen, die in Abbildung 3-1 dargestellt sind. Wie daraus entnommen werden kann, stiegen in den letzten Jahren die folgenden Angaben auf den Lebensmittelverpackungen immer mehr an: „no additives“, „no antibiotics or artificial color or flavor or ingredients“.

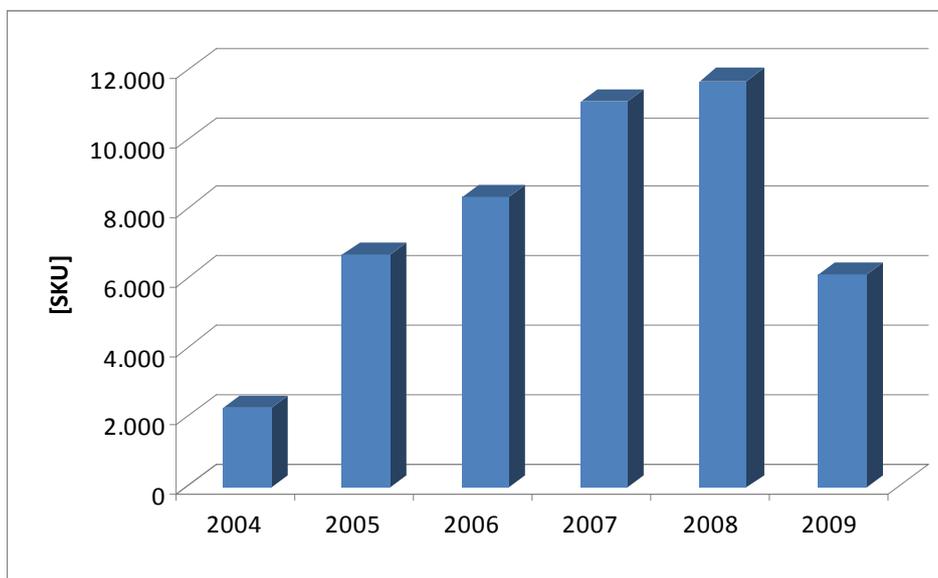


Abb. 3-1: Product Launch Analytics Download 02 Jul 2009. Selection criteria :[Date: in the last 5 years; Type of data analyzed: SKUs; Categories: Beverages - Alcoholic OR Beverages - Non-Alcoholic OR Food;Claims/Tags: Low Calories OR No Additives OR No Artificial Color OR No Artificial Flavor OR No Artificial Ingredients OR No Artificial Sweeteners]

Die Lebensmittelhersteller selbst fördern diesen Trend noch durch Auslobungen, wie z.B. „ohne chemische Konservierungsmittel“, „ohne künstliche Süßstoffe“. Damit wird automatisch impliziert, dass der Einsatz dieser Zusatzstoffe eine negative Angelegenheit ist.

Die Tiefkühlfirma Frosta in Deutschland wirbt mit ihrem FROSTA-Reinheitsgebot, weil sie seit 2003 keine Geschmacksverstärker, Farbstoffe, sowie künstliche oder natürliche Aromen in ihren TK-Convenience-Produkten einsetzt [ANONYM (c), 2009]. Dieselbe Firma unterstützt, um ihre Marketingstrategie zu stärken, in Hamburg das „Deutsche Zusatzstoffmuseum“ als Hauptsponsor, in welchem Zusatzstoffe sehr schlecht wegkommen [ANONYM (d), 2008].

Das Ziel, keine deklarationspflichtigen Stoffe auf den Etiketten anführen zu müssen, kann prinzipiell auf zwei Wegen erreicht werden.

a) Tatsächliche Vermeidung von Zusatzstoffen:

Beispielsweise dürfen bei BIO-Lebensmitteln nur etwa ein Zehntel der bei anderen Lebensmitteln zugelassenen Zusatzstoffe eingesetzt werden [VO 834/2007].

Wenn sich dieser Trend auch bei konventionellen Lebensmitteln weiter fortsetzt, könnte es zu zwei Klassen an Lebensmitteln kommen. Pointiert formuliert: billige, zusatzstoffreiche Lebensmittel für die Masse und teurere, exklusive Lebensmittel für die Klasse.

b) Ersatz durch deklarationsfreie Stoffe mit zusatzstoffähnlicher Wirkung

Die Lebensmittelhersteller suchen immer intensiver nach Ingredienzen und Zutaten mit zusatzstoffähnlicher Wirkung, um deklarationspflichtige Stoffe zu ersetzen. Bekannte Beispiele aus der Vergangenheit sind der Einsatz von Gewürzextrakten als Antioxidationsmittel, Hefe- und Proteinhydrolysate als „Geschmacksverstärker“, oder der Einsatz von Lebensmittel mit färbender Wirkung. Teilweise wurden durch das FIAP die Möglichkeiten auf diesem Gebiet eingeschränkt.

Eine weitere Methode ist die Bildung von Stoffen mit zusatzstoffähnlicher Wirkung direkt in den Lebensmitteln selbst, sei es durch chemische oder enzymatische Reaktionen. Beispielsweise besteht die Möglichkeit durch Zusatz spezieller Lipasen aus Ölen und Fetten direkt in den Lebensmitteln Mono- oder Diglyceride zu erzeugen. Letztere haben emulgierende Eigenschaften und sind bei Zugabe von außen deklarationspflichtige Zusatzstoffe.

Ein ähnliches Beispiel ist der Zusatz von enzymaktivem Sojamehl zu Brot und Backwaren. Die im Sojamehl enthaltene Lipoxygenase fördert die Vernetzung des Weizenklebers, wie andere „Mehlbehandlungsmittel“.

Die Verwendung nicht zugelassener Zusatzstoffe und die Nichtdeklaration eingesetzter Zusatzstoffe sind verboten.

Je strenger die Gesetzgebung auf dem Zusatzstoffgebiet, umso größer könnte der „Anreiz“ sein, diese zu umgehen. In den nächsten Jahren wird es daher sehr interessant sein, die Daten des RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*) [ANONYM (e), 2009] zu verfolgen. Die Vergangenheit ergibt hier für Zusatzstoffe noch keinen einheitlichen Trend, wie die Anzahl der Meldungen im Zusammenhang mit Zusatzstoffen (Überschreitung der Höchstmengen, Verwendung nicht zugelassener Zusatzstoffe) zeigt (Tabelle 3-1).

Tab. 3-1: Anzahl der Meldungen im Zusammenhang mit Zusatzstoffen

2003/04	390 Anzeigen
2005	215 Anzeigen
2006	60 Anzeigen
2007	217 Anzeigen
1.Quartal 2008	96 Anzeigen

3.3. Entstehung von Grauzonen zwischen Zusatzstoffen und Ingredienzen

Immer mehr lassen sich in der Lebensmitteltechnologie folgende Tendenzen beobachten:

a) „Zerlegung“ (Fraktionierung) von Rohstoffen und Nutzung der Fraktionen zur Komposition neuer Lebensmittel. Da in den Ländern des Nordens bezüglich der Quantität der Nahrung keine weiteren Steigerungs- und Expansionsmöglichkeiten bestehen, bietet dieser Weg die Lukrierung einer höheren Wertschöpfung bei gleichbleibenden Verzehrmenen.

b) Gewinnung spezifischer Stoffe aus Lebensmittelrohstoffen oder Nebenprodukten und deren Einsatz als Ingredienz bzw. Zutat in Lebensmitteln mit spezifischer Wirkung (funktionell-technologische oder funktionell-ernährungsphysiologische Wirkung) (z.B. Ballaststoffpräparate bzw. -isolate; Proteinkonzentrate bzw. -isolate aus Press- bzw. Extraktionskuchen von Ölsaaten).

c) Herausnahme von Inhaltsstoffen aus Lebensmitteln und deren Ersatz durch andere Stoffe, Zutaten und/oder Zusatzstoffe (z.B. bei kalorienreduzierten Lebensmitteln).

Die Fragen, die sich hier ergeben sind folgende:

- Wie werden solche Fraktionen, Isolate, Extrakte etc. rechtlich und ernährungsphysiologisch bewertet?
- Gelten sie als Lebensmittel? Sind es „Novel Food“? Gelten zumindest einige als Zusatzstoffe?
- Welche Aspekte sind zu berücksichtigen, wenn zwar natürlich in Lebensmittelrohstoffen vorkommende Substanzen isoliert und dann in weit höheren Konzentrationen eingesetzt werden, als ihrer natürlichen Konzentration entspricht?
- Müssen sie zugelassen werden?
- Haben solche Fraktionen, Isolate, Extrakte etc. eventuell Nebeneffekte, um deklarationspflichtige Zusatzstoffe zu ersetzen?

Am Beispiel der Ballaststoffe (Nahrungsfasern) soll diese Problematik näher veranschaulicht werden.

Ballaststoffe

Leider gibt es bis jetzt in Europa noch keine gesetzliche Definition für Ballaststoffe. In der Sitzung des „Codex Committee on Nutrition and Foods für Special Dietary Uses“ (CCCNFSDU) am 27. Mai 2006 wurde folgender Definitionsvorschlag gemacht:

“Dietary fibre means carbohydrate polymers with a degree of polymerisation (DP) not lower than 3 which are neither digested nor absorbed in the small intestine. A degree of polymerisation not lower than 3 is intended to exclude mono- and disaccharides. It is not intended to reflect the average DP of a mixture. Dietary fibre consists of one or more of:

- *Edible carbohydrate polymers naturally occurring in the food as consumed,*
- *carbohydrate polymers, which have been obtained from food raw material by physical, enzymatic or chemical means,*
- *synthetic carbohydrate polymers.”*

In der letzten Sitzung dieses Komitees am 27. Juni 2009 stand die Definition des Begriffes „dietary fibre“ erneut auf der Tagesordnung. Jetzt wurde vorgeschlagen, den Polymerisationsgrad von 3 auf 10 oder mehr Monomere anzuheben. In einer Fußnote wird aber festgehalten:

„...the decision on whether to include carbohydrates from three to nine monomeric units should be left to national authorities.“

Welche Definition auch immer einmal gesetzlich festgelegt wird, aus wissenschaftlicher Sicht lassen sich die Ballaststoffe bzw. Nahrungsfasern in etwa nach dem in der Abbildung 3-2 dargestellten Schema gliedern.

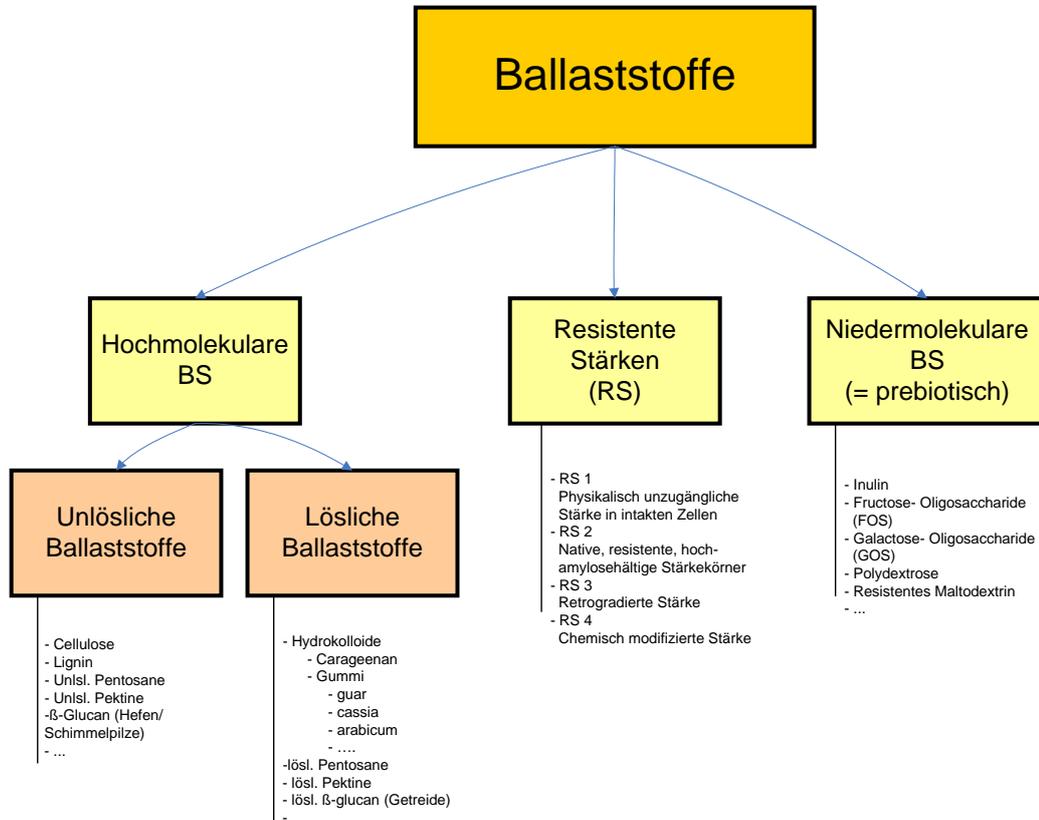


Abb. 3-2: Einteilung der Ballaststoffe

Die Gruppe der unlöslichen, hochmolekularen Ballaststoffe umfasst Bestandteile pflanzlicher und mikrobieller Zellwände. Viele davon werden bereits in isolierter Form als Präparate zur Ballaststoffanreicherung angeboten.

Unter die Gruppe der löslichen, hochmolekularen Ballaststoffe fallen zahlreiche, klassische Hydrokolloide, die als deklarationspflichtige Zusatzstoffe gelten. Zur Ballaststoffanreicherung müssen sie aber üblicherweise in weit höheren Konzentrationen eingesetzt werden, als dies bei Verwendung als Zusatzstoff zugelassen ist.

Ein interessantes Beispiel ist β -Glucan, welches aufgrund seiner cholesterinsenkenden Wirkung auch in Europa mit hoher Wahrscheinlichkeit einen „Health Claim“ erhalten wird. Schon jetzt gibt es β -Glucan-Isolate aus Hafer und Gerste auf dem Markt. Es ist abzusehen, dass bei Erteilung eines allgemeinen Health Claims für β -Glucan dessen Einsatz sehr hoch sein wird. Lösliches β -Glucan hat auch eine verdickende Eigenschaft, wodurch andere Verdickungsmittel (deklarationspflichtige Zusatzstoffe) ersetzt werden könnten.

Bei den resistenten Stärken fällt der Typ 4 auf jedem Fall unter die Zusatzstoffe.

Aus Zichorien isoliertes Inulin, eindeutig - so wie Zucker (Saccharose) - ein Lebensmittel, zählt zu den niedermolekularen, präbiotischen Ballaststoffen, hat aber üblicherweise einen Polymerisationsgrad von über 10, der von Fructose- (FOS) und Galaktooligosaccharide liegt aber darunter. FOS werden vor allem in Japan synthetisch (enzymatisch) erzeugt und schon seit vielen

Jahren in großem Umfang eingesetzt. In Tabelle 3-2 sind weitere bereits kommerziell hergestellte, synthetische, präbiotische Oligosaccharide angeführt.

Polydextrose ist ein auch in der EU zugelassener Zusatzstoff (E 1200), der auch als prebiotischer Ballaststoff beworben wird. Es handelt sich um ein aus Stärkehydrolyseprodukten und organischen Säuren (Zitronensäure) durch Erhitzen hergestelltes, synthetisches, unverdauliches Produkt. Ein weiteres, ähnliches Produkt ist resistentes Maltodextrin (Handelsname Fibersol-2). Es wird aus Stärke durch eine kombinierte chemisch/enzymatische Behandlung erzeugt.

Tab. 3-2: Kommerziell erzeugte präbiotische Oligosaccharide [MAISCHBERGER, 2008]

Oligosaccharid-Typ	Molekulare Struktur	Bindungstyp	Hersteller	Markenname
Fruktooligosaccharide (FOS)	(Fru) _n - Glu	β-1,2	Meiji Seika Kaishai (Japan) Beghin-Meiji (Frankreich) Orafti (Belgien)	Meiologo Actilight Orafti- Oligofructose
Galaktooligosaccharide (GOS)	(Gal) _n - Glu	β-1,4; β-1,2	Yakult Honsha (Japan) Nissin Sugar (Japan) Friesland Foods Domo (Niederlande)	Oligomate Cup-Oligo Vivinal GOS
Isomaltooligosaccharide	(Glu) _n	α-1,6	Showa Sangyo (Japan)	Isomalto-900
Laktulose	Gal- Fru	β-1,4	Fresenius Kabi (Österreich) Morinaga Milk Industry (Japan) Solvay (Deutschland)	Laevolac MLS/P/C Bifiteral
Soja-Oligosaccharide	(Gal) _n - Glu- Fru	α-1,6	Calpis Food Industry (Japan)	Soya-oligo
Laktosucrose	Gal- Glu- Fru	β-1,4	Ensuiko Sugar Refining (Japan)	Nyuka-Origo
Xylooligosaccharide	(Xyl) _n	β-1,4	Suntory Ltd. (Japan)	Xylo-oligo
Gentiooligosaccharide	(Glu) _n	β-1,6	Niho Shokuhin Kako (Japan)	Gentose

4. Zusatzstoffkategorien bzw. -funktionsklassen

4.1. Funktionsklassen laut VO (EG) Nr. 1333/2008

Im Anhang I der VO (EG) Nr. 1333/2008 werden 26 Funktionsklassen von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen aufgelistet und definiert.

Die Einteilung der EU-Verordnung dient in dieser Studie als Grundlage für die weitere Abhandlung der einzelnen Funktionsklassen.

Da viele Zusatzstoffe jedoch oft mehrere Funktionen erfüllen, gestaltet sich die Zuordnung der einzelnen Stoffe in die vorgegebenen Funktionsklassen schwierig. Die bislang geltenden wesentlichen drei europäischen Zusatzstoffrichtlinien, welche die neue VO 1333/2008 künftig ersetzen soll, enthalten lediglich Süßungsmittel (Richtlinie 94/35/EG) und Farbstoffe (Richtlinie 94/36/EG), sowie Trägerstoffe und Trägerlösungsmittel (Richtlinie 95/2/EG; „Miscellaneous-Richtlinie“) kategorisiert. Für die „restlichen“ 23 Funktionsklassen existieren keine derartigen vollständigen Auflistungen. Letztere sind lediglich aus Internetseiten und Broschüren von Verbraucher- und Produzentenorganisationen und -verbänden zu erhalten und weichen teilweise erheblich voneinander ab. Mangels fehlender offizieller Kategorisierung der „anderen LM-Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (und Trägerstoffe)“ existiert hier anscheinend ein gewisser Interpretationsspielraum. Es erscheint sinnvoll, mit Inkrafttreten der neuen VO auch eine „Zusatzstoffe in die Funktionsklassen einordnende“-Gemeinschaftsliste aufzulegen.

Um eine grobe Orientierung über die derzeit in der EU zugelassenen Zusatzstoffe und deren mögliche Funktionen zu geben, wurde jedoch mit Tabelle 6-1 und 6-2 im Anhang eine potentielle Übersichtstabelle des Deutschen Bundesministeriums angehängt.

4.2. Funktionsklassen laut Codex Alimentarius (FAO/WHO)

Zum Vergleich zur EU-Gliederung der Zusatzstoffe sei hier auch das Gliederungssystem des Codex Alimentarius der FAO/WHO angeführt (Codex General Standard for Food Additives (GSFA) Online Database). Dieses System umfasst 23 Funktionsklassen.

In Tabelle 4-1 wurde versucht dieses Schema dem der EU gegenüberzustellen und die Abweichungen ersichtlich zu machen. Einige der in der EU-Verordnung angeführten Klassen fehlen.

4.3. US-Einteilung von Zusatzstoffen

Als weiterer Vergleich zum EU-System wird auch noch das Gliederungssystem der USA herangezogen (Tabelle 4-1). Dieses ist dem FDA Code of Federal Regulations 170.3 - Title 21: *Food and Drugs* (Dez. 2005) entnommen. Die angeführten Kategorien decken sich nur teilweise mit den Kategorien der EU VO Nr. 1333/2008. Die US-Liste ist in 32 Kategorien gegliedert, im Vergleich zu nur 26 Kategorien der EU-Verordnung.

Tab. 4-1: Vergleich der Zusatzstoffdefinitionen von EU, USA und weltweit

Nr.	lt. EU-VO (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1	Nr.	lt. Codex Alimentarius (FAO/WHO)	Nr.	lt. FDA Code of Federal Regulations 170.3
1	Sweetener (Süßungsmittel): Stoffe, die zum Süßen von Lebensmitteln und in Tafelsüßen verwendet werden.	22	Sweetener A non-sugar substance which imparts a sweet taste to a food. artificial sweetener nutritive sweetener sweetener	19 & 21	(19) Non-nutritive sweeteners: Substances having less than 2 percent of the caloric value of sucrose per equivalent unit of sweetening capacity. (21) Nutritive sweeteners: Substances having greater than 2 % of the caloric value of sucrose per equivalent unit of sweetening capacity.
2	Colours (Farbstoffe): Stoffe, die einem Lebensmittel Farbe geben oder die Farbe in einem Lebensmittel wiederherstellen; hierzu gehören natürliche Bestandteile von Lebensmitteln sowie natürliche Ausgangsstoffe, die normalerweise weder als Lebensmittel verzehrt noch als charakteristische Lebensmittelzutaten verwendet werden.	7 & 8	(7) Colour: Adds or restores colour in a food. colour (8) Colour retention agent: Stabilizes, retains or intensifies the colour of a food. colour fixative colour stabilizer	4	Colors and coloring adjuncts: Substances used to impart, preserve, or enhance the color or shading of a food, including color stabilizers, color fixatives, color-retention agents, etc.
3	Preservatives (Konservierungsstoffe): Stoffe, die die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängern, indem sie sie vor den schädlichen Auswirkungen von Mikroorganismen schützen, und/oder vor dem Wachstum pathogener Mikroorganismen schützen.	18	Preservative: Prolongs the shelf-life of a food by protecting against deterioration caused by microorganisms. antimicrobial preservative antimycotic agent bacteriophage control agent chemosterilant disinfection agent wine maturing agent	2	Antimicrobial agents: Substances used to preserve food by preventing growth of microorganisms and subsequent spoilage, including fungistats, mold and rope inhibitors, and the effects listed by the National Academy of Sciences/National Research Council under preservatives.
4	Antioxidants (Antioxidationsmittel): Stoffe, die die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängern, indem sie sie vor den schädlichen Auswirkungen der Oxidation wie Ranzigwerden von Fett und Farbveränderungen schützen.	5	Antioxidant: Prolongs the shelf-life of foods by protecting against deterioration caused by oxidation, such as fat rancidity and colour changes. antioxidant antioxidant synergist sequestrant	3	Antioxidants: Substances used to preserve food by retarding deterioration, rancidity, or discoloration due to oxidation.
5	Carriers (Trägerstoffe): Stoffe, die verwendet werden, um Lebensmittelzusatzstoffe, -aromen oder -enzyme, Nährstoffe und/oder sonstige Stoffe, die einem Lebensmittel zu Ernährungszwecken oder physiologischen Zwecken zugefügt werden, zu lösen, zu verdünnen, zu dispergieren oder auf andere Weise physikalisch zu modifizieren, ohne ihre Funktion zu verändern (und ohne selbst eine technologische Wirkung auszuüben), um deren Handhabung, Einsatz oder Verwendung zu erleichtern.				
6	Acids (Säuerungsmittel): Stoffe, die den Säuregrad eines Lebensmittels erhöhen und/oder diesem einen sauren Geschmack verleihen.				

Nr.	lt. EU-VO (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1	Nr.	lt. Codex Alimentarius (FAO/WHO)	Nr.	lt. FDA Code of Federal Regulations 170.3
7	Acidity regulators (Säureregulatoren): sind Stoffe, die den Säuregrad oder die Alkalität eines Lebensmittels verändern oder steuern.			22 & 23	(22) Oxidizing and reducing agents: Substances which chemically oxidize or reduce another food ingredient, thereby producing a more stable product, including the applicable effect listed by the National Academy of Sciences/National Research Council under dough conditioners. (23) pH control agents: Substances added to change or maintain active acidity or basicity, including buffers, acids, alkalies, and neutralizing agents
8	Anti-caking agents (Trennmittel): Stoffe, die die Tendenz der einzelnen Partikel eines Lebensmittels, aneinander haften zu bleiben, herabsetzen.	3	Anticaking agent: Reduces the tendency of particles of food to adhere to one another. anticaking agent antistick agent drying agent dusting powder release agent	1	Anticaking agents and free-flow agents: Substances added to finely powdered or crystalline food products to prevent caking, lumping, or agglomeration.
9	Anti-foaming agents (Schaumverhüter): Stoffe, die die Schaumbildung verhindern oder verringern.	4	Antifoaming agent: Prevents or reduces foaming. antifoaming agent		
10	Bulking agents (Füllstoffe): sind Stoffe, die einen Teil des Volumens eines Lebensmittels bilden, ohne nennenswert zu dessen Gehalt an verwertbarer Energie beizutragen.	6	Bulking agent: A substance, other than air or water, which contributes to the bulk of a food without contributing significantly to its available energy value. bulking agent filler		
11	Emulsifiers (Emulgatoren): sind Stoffe, die es ermöglichen, die einheitliche Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen wie z. B. Öl und Wasser in einem Lebensmittel herzustellen oder aufrechtzuerhalten.	9	Emulsifier: Forms or maintains a uniform mixture of two or more immiscible phases such surface as oil and water in a food. clouding agent dispersing agent emulsifier plasticizer surface active agent surfactant wetting agent	8	Emulsifiers and emulsifier salts: Substances which modify surface tension in the component phase of an emulsion to establish a uniform dispersion or emulsion
12	Emulsifying salts (Schmelzsalze): Stoffe, die in Käse enthaltene Proteine in eine dispergierte Form überführen und eine homogene Verteilung von Fett und anderen Bestandteilen herbeiführen.	10	Emulsifying salt: Rearranges cheese proteins in the manufacture of processed cheese, in order to prevent fat separation. melding salt sequestrant		
13	Firming agents (Festigungsmittel): Stoffe, die dem Zellgewebe von Obst und Gemüse Festigkeit und Frische verleihen bzw. diese erhalten oder die zusammen mit einem Geliermittel ein Gel erzeugen oder festigen.	11	Firming agent: Makes or keeps tissues of fruit or vegetables firm and crisp, or interacts with gelling agents to produce or strengthen a gel. firming agent	10	Firming agents: Substances added to precipitate residual pectin, thus strengthening the supporting tissue and preventing its collapse during processing.
14	Flavour enhancers (Geschmacksverstärker): Stoffe, die den Geschmack und/oder Geruch eines Lebensmittels verstärken.	12	Flavour enhancer: Enhances the existing taste and/or odour of a food. flavour enhancer flavour modifier tenderizer	11	Flavor enhancers: Substances added to supplement, enhance, or modify the original taste and/or aroma of a food, without imparting a characteristic taste or aroma of its own.

Nr.	lt. EU-VO (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1	Nr.	lt. Codex Alimentarius (FAO/WHO)	Nr.	lt. FDA Code of Federal Regulations 170.3
15	Foaming agents (Schaummittel): Stoffe, die die Bildung einer einheitlichen Dispersion einer gasförmigen Phase in einem flüssigen oder festen Lebensmittel ermöglichen.	14	Foaming agent: Makes it possible to form or maintain a uniform dispersion of a gaseous phase in a liquid or solid food. aerating agent whipping agent	29	Surface-active agents: Substances used to modify surface properties of liquid food components for a variety of effects, other than emulsifiers, but including solubilizing agents, dispersants, detergents, wetting agents, rehydration enhancers, whipping agents, foaming and defoaming agents, etc.
16	Gelling agents (Geliermittel): sind Stoffe, die Lebensmitteln durch Gelbildung eine festere Konsistenz verleihen.	15	Gelling agent: Gives a food texture through formation of a gel. gelling agent		
17	Glazing agents (Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)): Stoffe, die der Außenoberfläche eines Lebensmittels ein glänzendes Aussehen verleihen oder einen Schutzüberzug bilden.	16	Glazing agent: A substance which, when applied to the external surface of a food, imparts a shiny appearance or provides a protective coating. coating polish sealing agent	18 & 30	(18) Lubricants and release agents: Substances added to food contact surfaces to prevent ingredients and finished products from sticking to them. (30) Surface-finishing agents: Substances used to increase palatability, preserve gloss, and inhibit discoloration of foods, including glazes, polishes, waxes, and protective coatings.
18	Humectants (Feuchthaltemittel): Stoffe, die das Austrocknen von Lebensmitteln verhindern, indem sie die Auswirkungen einer Atmosphäre mit geringem Feuchtigkeitsgehalt ausgleichen, oder Stoffe, die die Auflösung eines Pulvers in einem wässrigen Medium fördern.	17	Humectant: Prevents food from drying out by counteracting the effect of an wetting agent atmosphere having a low degree of humidity. moisture/water retention agent wetting agent	16	Humectants: Hygroscopic substances incorporated in food to promote retention of moisture, including moisture-retention agents and antidusting agents
19	Modified starches (Modifizierte Stärken): Durch ein- oder mehrmalige chemische Behandlung aus essbaren Stärken gewonnene Stoffe. Diese essbaren Stärken können einer physikalischen oder enzymatischen Behandlung unterzogen und durch Säureoder Alkalibehandlung dünnkochend gemacht oder gebleicht worden sein.				
20	Packaging gases (Packgase): Gase außer Luft, die vor oder nach dem Lebensmittel oder gleichzeitig mit diesem in das entsprechende Behältnis abgefüllt worden sind.				
21	Propellants (Treibgase): Andere Gase als Luft, die ein Lebensmittel aus seinem Behältnis herauspressen.	19	Propellant: A gas, other than air, which expels a food from a container. propellant	25	Propellants, aerating agents, and gases: Gases used to supply force to expel a product or used to reduce the amount of oxygen in contact with the food in packaging.
22	Raising agents (Backtriebmittel): Stoffe oder Kombinationen von Stoffen, die Gas freisetzen und dadurch das Volumen eines Teigs vergrößern.	20	Raising agent: A substance or combination of substances which liberate gas and thereby increase the volume of dough. binder leavening agent raising agent	17	Leavening agents: Substances used to produce or stimulate production of carbon dioxide in baked goods to impart a light texture, including yeast, yeast foods, and calcium salts listed by the National Academy of Sciences/National Research Council under dough conditioners.
23	Sequestrants (Komplexbildner): Stoffe, die mit Metallionen chemische Komplexe bilden.				

Nr.	lt. EU-VO (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1	Nr.	lt. Codex Alimentarius (FAO/WHO)	Nr.	lt. FDA Code of Federal Regulations 170.3
24	Stabilisers (Stabilisatoren): Stoffe, die es ermöglichen, den physikalisch-chemischen Zustand eines Lebensmittels aufrechtzuerhalten. Zu den Stabilisatoren zählen Stoffe, die es ermöglichen, die einheitliche Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen in einem Lebensmittel aufrechtzuerhalten, Stoffe, durch welche die vorhandene Farbe eines Lebensmittels stabilisiert, bewahrt oder intensiviert wird, und Stoffe, die die Bindefähigkeit eines Lebensmittels verbessern, einschließlich der Bildung von Proteinvernetzungen, die die Bindung von Lebensmittelstücken in rekonstituierten Lebensmitteln ermöglichen.	21	Stabilizer: Makes it possible to maintain a uniform dispersion of two or more immiscible substances in a food. colloidal stabilizer firming agent foam stabilizer moisture/water retention agent	14 & 26	(14) Formulation aids: Substances used to promote or produce a desired physical state or texture in food, including carriers, binders, fillers, plasticizers, film-formers, and tableting aids, etc. (26) Sequestrants: Substances which combine with polyvalent metal ions to form a soluble metal complex, to improve the quality and stability of products.
25	Thickeners (Verdickungsmittel): sind Stoffe, die die Viskosität eines Lebensmittels erhöhen.	23	Thickener: Increases the viscosity of a food. bodying agent texturizer thickening agent	28	Stabilizers and thickeners: Substances used to produce viscous solutions or dispersions, to impart body, improve consistency, or stabilize emulsions, including suspending and bodying agents, setting agents, jellying and bulking agents, etc.
26	Flour treatment agents (Mehlbehandlungsmittel): sind Stoffe außer Emulgatoren, die dem Mehl oder dem Teig zugefügt werden, um deren Backfähigkeit zu verbessern.	13	Flour treatment agent: A substance added to flour to improve its baking quality or colour. bleaching agent dough improver flour improver	6 & 13	(6) Dough strengtheners: Substances used to modify starch and gluten, thereby producing a more stable dough, including the applicable effects listed by the National Academy of Sciences/National Research Council under dough conditioner. (13) Flour treating agents: Substances added to milled flour, at the mill, to improve its color and/or baking qualities, including bleaching and maturing agents.
27				7	Drying agents: Substances with moisture-absorbing ability, used to maintain an environment of low moisture.
28				5	Curing and pickling agents: Substances imparting a unique flavor and/or color to a food, usually producing an increase in shelf life stability.
29				9	Enzymes: Enzymes used to improve food processing and the quality of the finished food.
30				12	Flavoring agents and adjuvants: Substances added to impart or help impart a taste or aroma in food.
31				15	Fumigants: Volatile substances used for controlling insects or pests
32				19	Nutrient supplements: Substances which are necessary for the body's nutritional and metabolic processes.
33				24	Processing aids: Substances used as manufacturing aids to enhance the appeal or utility of a food or food component, including clarifying agents, clouding agents, catalysts, flocculents, filter aids, and crystallization inhibitors, etc.

Nr.	lt. EU-VO (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1	Nr.	lt. Codex Alimentarius (FAO/WHO)	Nr.	lt. FDA Code of Federal Regulations 170.3
34				27	Solvents and vehicles: Substances used to extract or dissolve another substance.
35				31	Synergists: Substances used to act or react with another food ingredient to produce a total effect different or greater than the sum of the effects produced by the individual ingredients.
36				32	Texturizers: Substances which affect the appearance or feel of the food.

5. Welche zurzeit noch nicht zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe sind in Entwicklung?

Aufgrund der oben angeführten Tatsache (Schutzrechte für zugelassene Zusatzstoffe), neuer Technologien und dem Druck nach immer billigeren Lebensmitteln ist zu erwarten, dass immer mehr Zusatzstoffe eingereicht und wahrscheinlich auch zugelassen werden.

Was hier in Zukunft erwartet werden kann, beziehungsweise welche neuen Zusatzstoffe derzeit in der wissenschaftlichen und Patentliteratur beschrieben werden, wird bei den einzelnen Zusatzstoffklassen detailliert angeführt und abgehandelt.

6. Welche neuen Technologien werden bei Herstellung und Anwendung verwendet?

6.1. Nanotechnologie

Der Begriff „Nanotechnologie“ wurde erst 1974 von dem japanischen Forscher Norio Taniguchi geprägt. Nach einer neueren Definition umfasst die Nanotechnologie die Entwicklung und die Technik neuer Geräte und Materialien, die einzigartige Eigenschaften in Verbindung mit Strukturen unter 100 nm zeigen. Eine exakte und allgemein anerkannte Definition des Begriffes existiert aber bis heute nicht. Ein weiterer Aspekt der Nanotechnologie ist die Art und Weise, wie Nanostrukturen erreicht werden. Das kann entweder durch Zerkleinerung größerer Strukturen (*top down*) oder durch Zusammensetzen bzw. Aufbau von Atomen oder Molekülen zu Nanokonstrukten (*bottom up*) erfolgen.

Nanotechnologie im direkten Zusammenhang mit Lebensmitteln oder in Lebensmitteln kann in folgende Bereiche gegliedert werden:

- a) Gezielte Veränderung von natürlichen Lebensmittelstrukturen und -inhaltsstoffen (*top down*-Strategie). Im Prinzip fallen hier durchaus altbewährte und schon lang verwendete Technologien hinein. Die Frage, ob also schon bisher Nanotechnologie bei der Lebensmittelverarbeitung betrieben wurde, kann deshalb teilweise durchaus bejaht werden. Neu ist nur, dass jetzt versucht wird, ganz gezielt weiter in den Nanobereich zu kommen, wie z.B. bei Nanosuspensionen und Nanoemulsionen.
- b) Zugabe von Nanomaterialien zu Lebensmitteln, wie z.B. nanokolloidale Mineralstoffe, um deren Bioverfügbarkeit zu erhöhen (*top down*-Strategie).
- c) Herstellung bzw. Aufbau von künstlichen Nanostrukturen aus organischen Molekülen, wie z.B. selbstanordnende Micellen und Liposome aus Triglyceriden (*bottom-up*-Strategie) oder Cyclodextrine. In diesen Nanokonstrukten können dann Aromamoleküle, (bio-)funktionelle Moleküle, Farbstoffe usw. eingeschlossen werden.

Klar ist jedenfalls, dass Stoffe und Strukturen im Nanobereich völlig andere Eigenschaften aufweisen, die positiv sein können, aber durchaus auch Sicherheitsfragen vor allem im Lebensmittelbereich aufwerfen. In der EU wird diesem Problem große Aufmerksamkeit gewidmet, um nicht die gleichen Fehler wie bei der Gentechnik zu machen. Es wird hier ein sogenannter prospektiver Ansatz verfolgt.

Von der EU-Kommission wurde deshalb ein Verhaltenscodex für verantwortungsvolle Forschung im Bereich der Nanowissenschaften und -technologien herausgegeben (*Commission Recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research*). Die EFSA (*European Food Safety Agency*) beschäftigt sich intensiv mit den Fragen zur Bewertung potentieller Risiken von Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel [ANONYM (f), 2009]. Im neuen EU-Zusatzstoffrecht (FIAP) wird nun ausdrücklich festgeschrieben, dass zugelassene Zusatzstoffe, wenn sie nanotechnisch verändert wurden, als neue, zulassungspflichtige Zusatzstoffe zu betrachten sind und eine Neubewertung erforderlich wird.

Im Entwurf des EU-Rates für die Novellierung der Novel Food-Verordnung sind Lebensmittel, die Nanomaterialien (*engineered nanomaterials* – ENMs) enthalten oder daraus bestehen, zulassungspflichtige *Novel Food* [ANONYM (g), 2009]. Die Definition, was unter ENMs zu verstehen ist, erfolgt allerdings nur über die Größe: „...*engineered nanomaterial means any*

intentionally produced material that has one or more dimensions of the order of 100 nm or less....“. Das kann aber sicher nicht der Weisheit letzter Schluß sein. Es ist nicht einsichtig, dass - pointiert formuliert - Partikel mit 99 nm im Fall des Falles gefährlich sind, während das gleiche Material ab einer Partikelgröße von 101 nm ungefährlich ist. Es wird wahrscheinlich nur eine Beurteilung über die Wirkung möglich sein und das muss von Fall zu Fall entschieden werden.

Bei eingehender, realistischer Betrachtungsweise kristallisieren sich fünf Einsatzbereiche der Nanotechnologie im Bereich Lebensmittel und Ernährung heraus:

1. Lebensmittelverarbeitung: Erreichung bestimmter verfahrenstechnischer Ziele (z.B. Nanofilter) oder funktioneller Eigenschaften der Lebensmittel durch Nanotechnologie
2. Veränderung von Lebensmittelstrukturen und -inhaltsstoffen (z.B. Nanoemulsionen und Nanosuspensionen, Nanoverkapselung)
3. Funktionelle Lebensmittel (Ernährung und Gesundheit)
4. Lebensmittelverpackung und Oberflächenbeschichtung
5. Lebensmittelanalytik (Lebensmittelsicherheit) (z.B. Nanosensoren)

Der Zusatzstoffbereich wird insbesondere durch die Punkte 1 - 4 tangiert. Diese Aussage soll durch die folgenden Ausführungen näher erläutert werden:

ad 1) Lebensmittelverarbeitung

Ein oft zitiertes Beispiel ist hier die Verwendung von Titanoxid in Nanoform, um z.B. die Lagerstabilität von Schokolade zu erhöhen. Dieses Beispiel geht auf ein Patent der Fa. Mars zurück, wo diese Verwendung beschrieben wird (US Patent 5.741.505 (1998): *Edible products having inorganic coatings*). Das bedeutet aber noch lange nicht, dass Nano-Titanoxid auch eingesetzt wird. Tatsache ist jedenfalls, dass Titandioxid auch in der EU ein zugelassener Farbstoff ist (E 171). Soll es nun in Nano-Form eingesetzt werden, wäre es nach der neuen EU-Zusatzstoffverordnung zweifelsfrei einer toxikologischen Neubewertung zu unterziehen.

In diesem Zusammenhang wäre auch Siliciumdioxid zu nennen, ebenfalls ein erlaubter Zusatzstoff (E 551). Es findet Verwendung als pulverförmiger Füllstoff, Trägerstoff oder Trennmittel in Trockenlebensmitteln in Pulverform, Käse, in Scheiben oder gerieben, Streuwürzen, Kochsalz und Kochsalzersatz. Siliciumdioxidpartikel lagern sich an die Partikel des Lebensmittels an und schirmen sie so gegen ihre Umgebung ab. Auf diese Weise verhindert Siliciumdioxid, dass die Lebensmittel verklumpen und rieselfähig bleiben. Siliciumdioxid ist darüber hinaus als Trägerstoff von Emulgatoren, Farbstoffen und Aromen zugelassen.

Siliciumdioxidpartikel sind 5 bis 50 Nanometer klein, liegen im Lebensmittelprodukt selbst aber noch zusammengeballt in größerer Form vor und lösen sich erst wieder voneinander in der wässrigen Umgebung des Magen-Darm-Trakts. Dieses altbewährte Trennmittel gilt derzeit als gesundheitlich unbedenklich. Ob im Lichte der aufkommenden Nanotoxikologie-Diskussionen eine Neubewertung erfolgen wird, bleibt abzuwarten

ad 2) Veränderung von Lebensmittelstrukturen und -inhaltsstoffen

Durch neue Emulsionstechniken und die Verwendung von Emulgatoren lassen sich Emulsionen mit sehr kleinen Partikeln, sogenannte Nanoemulsionen herstellen, welche völlig andere Eigenschaften haben. Sie können im Gegensatz zu herkömmlichen Emulsionen völlig transparent und sehr stabil sein. Auch die sensorischen Eigenschaften werden verändert, indem beispielsweise ein höherer Fettgehalt empfunden wird.

Die Fa. Wild hat auf ihrer Homepage [ANONYM (h), 2009] bereits eine Zeitlang auch Nano-Color-Emulsions beworben. In der Zwischenzeit ist dieser Hinweis aber nicht mehr zu finden.

Die Fa. Aquanova preist auf ihrer Homepage (www.aquanova.de) Nanoemulsionen an, die klar sind und zahlreiche Vitamine und andere Wirkstoffe (z.B. Carotinoide (E160a)) enthalten können.

Emulgatoren als oberflächenaktive Substanzen reichern sich an der Grenzfläche zwischen der Öl- und Wasserphase an, senken die Oberflächenspannung und erleichtern die Herstellung von Emulsionen und stabilisieren diese. Werden Emulgatoren nicht in ein Zweiphasensystem, sondern in genügend hoher Konzentration in ein Einphasensystem eingebracht, neigen sie dazu, durch Selbstanordnung bzw. -ausrichtung kleine Nanomicellen zu bilden. Dabei ordnen sich die Moleküle so, dass der mit der dispersen Phase nicht verträgliche Molekülteil nach innen gerichtet ist.

Die durch Selbstanordnung von Emulgatoren, insbesondere von Monoglyceriden, entstehenden „*bottom up*“-Strukturen können als Vehikel benutzt werden, um Gastmoleküle (Aromastoffe, Vitamine, Omega-3-Fettsäuren, Co-Enzym Q1 und andere bioaktive Substanzen) darin einzukapseln und zu schützen, oder wieder gezielt freizusetzen. Auch Polysorbat 20 (E 432) und Polysorbat 80 (E 433) können solche selbstanordnenden Micellen bilden [ANONYM (i), 2009].

Proteine sind ebenfalls in der Lage sich selbst anzuordnen und z.B. stabile Nanoröhren zu bilden, wie das für partiell hydrolysiertes alpha-Lactoglobulin gezeigt wurde. Die Freisetzung von Gastmolekülen aus diesen Röhren erfolgt durch pH- oder Temperaturänderung.

Aus dem bei der Maisstärkegewinnung als Nebenprodukt anfallenden Maiskleberprotein Zein lassen sich durch Phasentrennung Nanopartikel mit eingeschlossenen aromatischen Ölen erzeugen. Dazu wird das Zein in Alkohol gelöst, die Aromastoffe zugesetzt und diese Lösung unter intensivem Rühren mit Wasser verdünnt. Die ausgefallenen Zein-Nanopartikel können durch Gefriertrocknung als Pulver gewonnen werden.

Der Zusatzstoff Cyclodextrin (E 459) wurde schon verwendet, als die Nanotechnologie überhaupt noch kein Begriff war. Heute werden diese Ringverbindung aus 6 oder mehr Glucosemolekülen als nanometerkleine Molekülfallen (Nanotüten) angesehen. Sie können in ihrem hydrophoben Innenraum lipophile Substanzen, wie fettlösliche Vitamine, Aromastoffe oder Cholesterin einschließen, diese schützen und gezielt wieder freisetzen.

Typische „*top down*“-Strategien zur Erreichung von Nanostrukturen in Lebensmitteln sind Kolloidmahlverfahren. Als interessantes Beispiel in dieser Hinsicht können Stärkekrystallite dienen. Diese bestehen aus kurzen Doppelhelixketten, wobei sich jeweils sechs oder acht dieser Ketten kristallartig zu einem sehr stabilen Nanocluster zusammenlagern. Hergestellt werden solche Kristallite z.B. durch Säureabbau der amorphen Bereiche von nativen Stärkekörnern und anschließender Vermahlung mit Kugelmöhlen. Diese Nanopartikel bilden in wässriger Suspension fettähnliche Strukturen und werden als Fettersatz in *Light*-Produkten eingesetzt, sowie als präbiotische Substanz in Form „resistenter Stärke“ vom Typ III. Ähnliche Strukturen werden sehr oft auch in natürlicher Weise in Lebensmitteln gebildet, wenn verkleisterte Stärke wieder retrogradiert.

ad 3) Funktionelle Lebensmittel

Mineralstoffe in Nanoform sind durch ihre geringe Partikelgröße und die daraus resultierende große Oberfläche weit besser bioverfügbar, wie vor kurzem von ROHNER (2008) gezeigt werden konnte [ROHNER, 2008].

Die Firma *Heisong Foods* (Suzhou) Co., Ltd, China hat Getränke auf den Markt gebracht, die Nano-Calcium enthalten.

In Japan, aber auch in anderen außereuropäischen Ländern, gibt es zahlreiche Lebensmittel auf den Markt (z.B. Yogurt, Getränke), die z.B. nanokolloidales Platin oder Gold enthalten und als „*anti-aging*“ Food vermarktet werden.

ad 4) Lebensmittelverpackung und Oberflächenbeschichtung

Die Beschichtung mit kolloidalem Silber von Lebensmittelverpackungen und Oberflächen (Kühlschrank), die in Kontakt mit Lebensmitteln kommen, ist bereits Wirklichkeit.

Eine weitere, viel versprechende Anwendung der Nanotechnologie im Verpackungsbereich und in der Oberflächenbeschichtung ist die Herstellung von Nanokompositen. Dabei werden organische und anorganische Moleküle miteinander in einer Matrix verbunden (z.B. Ton-Nanopartikel oder chemisch modifizierte Nano-Stärkekrystallite in Kunststofffolien). Die Zugabe dieser nanostrukturierten Materialien kann Plastikfolien leichter, fester oder hitzeresistenter machen und bessere Barriereigenschaften ergeben.

6.2. Biotechnologie/Gentechnik

Schon bisher waren Zusatzstoffe, wenn sie unmittelbar aus gentechnisch veränderten (gv) Organismen erzeugt wurden, kennzeichnungspflichtig. Beispielsweise gilt das für Lecithin (E 322) und Tocopherole (E 306 – E 309) aus gv-Sojabohnen; Methylcellulose (E 461) aus gv-Baumwolle.

Ausgenommen sind Zusatzstoffe, die mithilfe von gv-Mikroorganismen hergestellt werden. Beispiele dafür sind Riboflavin (E101), Ascorbinsäure (E 300) und Glutamat (E 621).

Durch die neue Zusatzstoffverordnung ändert sich grundsätzlich nichts an diesen Kennzeichnungsvorschriften.

Es ist zu erwarten, dass in Zukunft vermehrt Zusatzstoffe aus gv-Pflanzen und gv-Mikroorganismen erzeugt werden. Bei den Zusatzstoffkategorien, wo dies besonders zutrifft, wird im entsprechenden Kapitel auf diese Frage näher eingegangen. Der Spezialfall Enzyme wird im Enzymkapitel extra abgehandelt.

Prinzipiell lassen sich hier aber drei Bereiche unterscheiden:

- a) Isolierung von Zusatzstoffen aus gv-Pflanzen und gv-Mikroorganismen, wobei diese Zusatzstoffe sich in der Struktur und Zusammensetzung nicht von denen aus nicht gv-Organismen unterscheiden. Dies ist bereits Stand der Technik (siehe oben).
- b) Produktion von Zusatzstoffen mit gv-Organismen, die normalerweise diesen Inhaltsstoff nicht enthalten oder produzieren. Dies trifft vor allem auf den Enzymbereich zu.
- c) Direkte Veränderung von Inhaltsstoffen durch gentechnische Maßnahmen. Beispielsweise wäre hier gv-Pflanzen zu nennen, die dann eine völlig andere Stärkestruktur (z.B. durch ein geändertes Amylose/Amylopektinverhältnis) oder ein neues Fettsäurespektrum produzieren.

6.3. Modifizierte Atmosphäre und Aktive Verpackung

Die heutige Form der Ernährungsversorgung erfordert einen immer höheren Verpackungsaufwand, um die erwünschten, langen Haltbarkeitsfristen zu erreichen. In unseren Supermärkten sehen wir deshalb kaum mehr Lebensmittel, sondern nur Lebensmittelverpackungen. Während wir früher auf Märkten die Lebensmittel direkt sehen, riechen und ertasten konnten, sind wir jetzt sehr häufig mit aufwendig gestalteten Verpackungen konfrontiert, welche ein mehr oder weniger getreues Abbild des Inhaltes darstellen. Der Anteil der Verpackungskosten am Gesamtverkaufspreis ist deshalb auch sehr hoch und kann bis zu 40 % und mehr betragen. Es

gibt durchaus auch Produkte im Supermarkt, bei denen die Verpackung teurer ist als der Inhalt.

Das System Lebensmittel/Verpackung ist in den meisten Fällen keineswegs stabil und statisch. Es kann zu Gleichgewichtseinstellungen innerhalb der Verpackung, aber auch über die Verpackung hinweg mit der umgebenden Atmosphäre kommen. Dadurch bedingt ergeben sich ungewollte und nachteilige Wechselwirkungen, welche die Qualität, Stabilität und Haltbarkeit der verpackten Lebensmittel beeinträchtigen:

- Wechselwirkungen zwischen dem verpackten Lebensmittel oder dem Kopfraum mit der umgebenden Atmosphäre: Dabei können Stoffe von außen über die Verpackung durch Adsorption/Diffusion/Desorption in das Lebensmittel oder in den Kopfraum permeieren, wie z.B. unerwünschte Geruchsstoffe, Wasserdampf und Sauerstoff. Andererseits können auch Aromastoffe aus dem Lebensmittel über die Verpackung nach außen diffundieren.
- Wechselwirkungen zwischen der Verpackung und dem Lebensmittel oder dem Kopfraum: Bestandteile der Verpackung können durch Migration in das Lebensmittel oder den Kopfraum gelangen. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, dass Stoffe aus dem Lebensmittel oder dem Kopfraum durch Adsorption in die Verpackung wandern (*Scalping*). Inhaltsstoffe des Lebensmittels oder des Kopfraumes können das Verpackungsmaterial durch Korrosion (bei Metallverpackungen), Delamination oder „*Stress Cracking*“ (bei Kunststoffverpackungen) angreifen und schädigen.
- Lichteinfluss durch die Verpackung auf das Lebensmittel
- Wechselwirkungen zwischen dem Lebensmittel und dem Kopfraum, oder zwischen zwei Lebensmittelkomponenten innerhalb einer Verpackung: Als eine oft eintretende und bedeutende Wechselwirkung in dieser Hinsicht ist der Wasseraktivitätsausgleich zwischen zwei Lebensmittelkomponenten oder den Lebensmittelkomponenten und dem Kopfraum zu nennen. Damit verbunden kann es zur Verschiebungen im Wassergehalt zwischen den einzelnen Komponenten innerhalb der Verpackung kommen, mit nachteiligen Einflüssen auf die Produktqualität.

Mögliche Wechselwirkungen im System Lebensmittel/Kopfraum/Verpackung können aber auch bewusst herbeigeführt werden, um positive Effekte zu erzielen. Diese Tatsache wird in vielfältiger Weise genutzt, indem bestimmte Stoffe – viele davon gelten als Zusatzstoffe – in die Verpackung oder den Kopfraum integriert werden. In den letzten Jahren werden immer mehr Möglichkeiten und Mittel erforscht, diskutiert und eingeführt, die direkten Bezug zum Bereich Lebensmittelzusatzstoffe haben. Deshalb soll hier auch darauf eingegangen werden.

Prinzipiell lassen sich zwei Strategien hier anführen. Die erste ist die „Verpackung unter modifizierter Atmosphäre“. Diese Methode ist ursprünglich aus der Lagerung unter modifizierter Atmosphäre hervorgegangen, weshalb sie auch gemeinsam abgehandelt werden können. Die zweite Strategie ist die sogenannte „Aktive Verpackung“.

6.3.1. Lagerung und Verpackung unter modifizierter Atmosphäre

Die Lagerung und vor allem der Transport von Nahrungsmitteln in kontrollierter bzw. modifizierter Lageratmosphäre sind schon lange bekannt. Die Erkenntnisse gehen zurück auf das Jahr 1920, wo man in der "*Low Temperature Research Station*" in Cambridge erkannte, dass sich die Lagerungszeit von Äpfeln in einer sauerstoffarmen, aber dafür kohlendioxid- und stickstoffreichen Atmosphäre verlängert. Erst dadurch war es möglich, Früchte und Schnittblumen stets frisch auf dem Markt zur Verfügung zu haben. Warum diese Methode bei lebenden pflanzlichen Geweben funktioniert, ist nicht restlos aufgeklärt. Man nimmt an, dass "*Hypoxia*" (= Sau-

erstoffmangel) die Expression anoxischer Gene induziert und die Gene unterdrückt, die für die Pflanzenentwicklung und das Altern verantwortlich sind.

Grundsätzlich stehen folgende Möglichkeiten für die Modifikation der Atmosphäre in einem Lagerraum aber auch in einer Verpackung zur Verfügung:

- Variation bzw. Austausch der Anteile der drei Atmosphärenbestandteile (Sauerstoff, Kohlendioxid und Stickstoff)
- Entfernung bzw. Zusatz von Reifungsmitteln [z.B. Ethylen, wie beim Transport tropischer Früchte (Bananen)]
- Zusatz von Antikeimungsmittel (z.B. bei der Kartoffellagerung)
- Zusatz bakteriozider bzw. bakteriostatischer Gase (z.B. Ozon, Kohlendioxid)
- Komplette Entfernung der Atmosphäre (Vakuum)

Es gibt nun eine Reihe von Methoden und Verfahren, die diese diversen Strategien nutzen. Leider ist die Terminologie der Verfahren, bei denen die umgebende Atmosphäre von Lebensmitteln modifiziert wird, nicht einheitlich. Im Prinzip lassen sich aber folgende Verfahren anführen:

- **MAS (*modified atmosphere storage*) und MAP (*modified atmosphere packaging*)**

Darunter ist der Ersatz von Luft, bzw. einzelner Luftbestandteile aus der Atmosphäre eines Lagerhauses bzw. einer Verpackung durch verschiedene Gasmischungen zu verstehen. Es erfolgt keine weitere Kontrolle der Atmosphäre. Das heißt aber nicht, dass die Atmosphäre nicht verändert werden kann.

Die Einstellung einer optimalen, modifizierten Atmosphäre ist eine komplizierte und diffizile Angelegenheit und kann nicht verallgemeinert werden. Jede Pflanze und sogar jede Gewebeart innerhalb einer Pflanze hat eine unterschiedliche Veratmungsrate. Im Allgemeinen gilt, je höher die Veratmung, umso leichter verderblich und umso weniger lagerfähig sind Obst und Gemüse. Eine optimale Atmosphäre sollte nun die Respirationsrate auf ein Minimum absenken, ohne aber nachteilige Effekte zu induzieren. Diese Erniedrigung der Atmungsrate wird durch die Absenkung des Sauerstoffgehaltes und die Anhebung des Kohlendioxidgehaltes erreicht. Beide Parameter beeinflussen sich aber gegenseitig. Für jeden Rohstoff müssten im Prinzip solche Diagramme erstellt werden. Verallgemeinert kann man sagen, dass für viele Obst- und Gemüsearten der Sauerstoffgehalt in etwa zwischen 2-5 % und der Kohlendioxidgehalt zwischen 3-8 % liegen sollte.

Neuerdings wird auch mit einer Argonatmosphäre experimentiert.

Diese MAS-Methode ist schon lange in Verwendung. Relativ jung ist die in immer größerem Ausmaß genutzte Methode der "*Modified Atmosphere Packaging*" (MAP). Dabei wird die modifizierte Atmosphäre in jeder Kleinpäckung erzeugt. Das ist nur durch die Verwendung von Kunststoff-Verpackungsmaterialien möglich geworden und wird bei Obst und Gemüse (Schnittsalat) verwendet.

Wenn noch lebendes Pflanzengewebe in eine völlig gasdichte Verpackung eingebracht wird, erfolgt durch die Stoffwechsellätigkeit der Verbrauch von Sauerstoff in der Verpackung. Gleichzeitig steigt der Kohlendioxidanteil. Die Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes wäre an und für sich positiv. Das Gewebe geht aber bei zu starker Reduzierung in den anaeroben Stoffwechsel über, was zu unerwünschten "*off flavor*"-Erscheinungen führt. Außerdem können sich unter anaeroben Bedingungen auch anaerobe, pathogene Mikroorganismen entwickeln, wie *Clostridium botulinum* und *Listeria monocytogenes*. Deshalb muss ein Restsauerstoffgehalt von 1-2 % in der Packung verbleiben.

- **EMA (*equilibrium modified atmosphere*)**

Der Erhalt von Restsauerstoff wird erreicht, indem semipermeable Verpackungstoffe eingesetzt werden. Damit kann Sauerstoff herein und Kohlendioxid hinaus diffundieren. Die sich in der Verpackung schlussendlich einstellende Atmosphäre hängt von der Atmungsrate, von der Lagertemperatur, dem Anfangskeimgehalt, dem Verpackungsmaterial, der Luftfeuchtigkeit und zahlreichen anderen Einflussfaktoren ab. Für jedes Produkt müssen die optimalen Bedingungen erst eingestellt werden.

Diese Methode wird für die Obst- und Gemüselagerung eingesetzt [auch für vorgeschnittene Produkte -> Mischsalate (*minimally processed food*)]. Die Produkte werden ohne Änderung der Atmosphäre verpackt. Durch die Atmung des Pflanzengewebes stellt sich mit der Zeit in Abhängigkeit von der Permeabilität des Verpackungsmaterials in der Packung eine modifizierte Atmosphäre ein.

- **CAS (*controlled atmosphere storage*) und CAP (*controlled atmosphere packaging*)**

Bei dieser Methode wird die Atmosphäre laufend kontrolliert und reguliert. Der erforderliche Aufwand ist nur bei größeren Behältern (Containern, Bulk-Lagerung) wirtschaftlich durchführbar.

Die nächsten Methoden sind nur für die Verpackung von „nicht mehr lebenden“, gegarten Lebensmitteln einsetzbar.

- **VP (*vacuum packaging*)**

Das Produkt wird vakuumverpackt. Es ist aber kaum möglich die gesamte Luft zu entfernen. Die Methode ist vor allem für die Verpackung nicht atmender Lebensmittel vorteilhaft, weil der Sauerstoff für Oxidationsreaktionen nicht mehr uneingeschränkt zur Verfügung steht. Nachteil ist die mechanische Beeinflussung vor allem weicher Lebensmittel.

- **VSP (*vacuum skin packaging*)**

Viele Produkte werden bei Evakuierung gequetscht und dadurch beschädigt. Um das zu vermeiden, wird das Produkt in eine Folie eingewickelt und dann erst ein Vakuum angelegt.

- **GEPP (*gas-exchange preservation packaging*) - Schutzgasverpackung**

Hier wird zuerst durch Anlegen eines Vakuums die Luft aus der Packung entfernt, und anschließend die Packung mit einem Fremdgas bzw. Gasgemisch geflutet (Stickstoff, Kohlendioxid, Gemische). Diese Methode wird bei der Verpackung von oxidationsempfindlichen Trockenprodukten im großen Ausmaß angewandt. Rohe Fleischprodukte können nicht vollkommen sauerstofffrei abgepackt werden, weil es sonst zu einer Graufärbung kommt.

6.3.2. Aktive Verpackung

Bei der „aktiven Verpackung“ werden zusätzliche Nichtlebensmittelkomponenten – viele davon sind wieder Zusatzstoffe - entweder direkt in das Verpackungsmaterial integriert oder in den Kopfraum eingebracht. Zwischen diesen Komponenten und den Lebensmitteln ergeben sich erwünschte Wechselwirkungen, welche die Haltbarkeit und die Stabilität verbessern.

- **Sauerstoffadsorptionsmittel**

Die Vakuumverpackung zur Entfernung von Sauerstoff ist - wie schon erwähnt - aufgrund der mechanischen Beeinflussung nicht immer möglich. Um den Sauerstoff innerhalb einer Verpackung zu entfernen, können daher zusätzlich Adsorptionsmittel eingesetzt werden.

Dazu werden vor allem zwei Systeme verwendet. Das erste basiert auf Eisen, wobei wieder zwischen einem selbstwirkenden System und einem Wasser erfordernden System unterschieden

den wird. Beim ersten System wird Wasser in eine in einem Säckchen (*sachet*) befindliche Formulierung eingebracht. Sobald Sauerstoff hinzukommt, beginnt das System zu wirken. Geeignet ist diese Methode für trockene Lebensmittel. Im zweiten Fall ist kein Wasser im Beutel, sondern nur Eisenpulver. Wasser wird aus dem Lebensmittel aufgenommen und dann beginnt wieder die Sauerstoffaufnahme. Nachteilig ist, dass Metalldetektoren auf diese Säckchen ansprechen. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von Catechol bzw. Catechin, einem Gerbstoff.

- **Feuchtigkeitsadsorptionsmittel**

Feuchtigkeitsadsorptionsmittel sind dazu da, um freies Wasser aufzusaugen, oder um die Wasseraktivität innerhalb einer Verpackung zu regulieren (z.B. Zellstoff, Silicagel).

- **Kohlendioxid-Adsorptionsmittel**

Hier enthalten die Säckchen Calciumhydroxid in Verbindung mit Natriumhydroxid oder Aktivkohle. Es wird bei geröstetem Kaffee eingesetzt, der langsam das beim Röstprozess gebildete Kohlendioxid abgibt.

- **Ethylen-Adsorptionsmittel**

Ethylen induziert die Bildung von Enzymen, die für Reifungsvorgänge und für das Altern von Obst und Gemüse verantwortlich sind. Diese Tatsache kann man sich zunutze machen, um Reifungsvorgänge auszulösen (Bananentransport), aber auch um zu verhindern.

Als Adsorptionsmittel für Ethylen kommen Aluminiumoxid, Kaliumpermanganat, Aktivkohle oder Silicagel in Frage, die in Säckchen gefüllt der Verpackung beigelegt werden. Es gibt aber schon Verpackungsmaterialien, wo solche Mittel direkt in die Verpackung eingearbeitet sind (z.B. Aktivkohle, Zeolithe, Chrystobalit).

- **Fehlgeruchs-Adsorptionsmittel**

Für diesen Zweck wird Aktivkohle eingesetzt.

- **Kohlendioxid-Freisetzungsmittel**

Es dient zur Herabsetzung der Atmungsrate. Die Säckchen enthalten Ascorbinsäure, Citronensäure und Carbonate, eventuell auch Eisenpulver, um gleichzeitig den Sauerstoffgehalt zu senken.

- **Ethanol-Freisetzungsmittel**

Ethanol wird an Siliziumdioxidpulver gebunden und in Säckchen gefüllt. In der Verpackung wird Ethanol freigesetzt, welcher dann mikrobizid - vor allem gegen Schimmelbildung - wirkt. Verwendet wird diese Methode gerne, um Schnittbrot oder belegte Brote zu verpacken.

Die rechtliche Einordnung vieler der in aktiven Verpackungen eingesetzten Mittel als Verarbeitungshilfsstoff, technischer Hilfsstoff, Zusatzstoff o.a. ist in den meisten Fällen sehr schwierig. Sie werden eigentlich nicht direkt dem Lebensmittel zugesetzt. Die Frage, ob sie eine direkte Wirkung im Lebensmittel ausüben, ist ebenfalls nicht immer eindeutig zu klären.

6.4. Minimally processed food

Obwohl Convenienceprodukte, also vorverarbeitete und haltbar gemachte Lebensmittel einen immer größeren Marktanteil erobern, werden gleichzeitig die Begriffe „Frische“ bzw. „frisch“ weltweit auf den Lebensmittelverpackungen immer häufiger angeführt. Je höher die Verarbeitungsstufe (= Conveniencegrad) der Lebensmittel ist, umso weiter entfernt sind diese aber von einem rohen, frischen Lebensmittel. Alleine diese Tatsache beweist schon, dass diese Begriffe in sehr vielfältiger und undifferenzierter Weise verwendet werden. Der Grund, warum die Le-

Lebensmittelproduzenten die Wörter „frisch“ und „Frische“ so gerne verwenden, liegt darin, dass Konsumenten damit eine Reihe positiver Eigenschaften von Lebensmitteln verbinden (z.B. Frischegeschmack, Natürlichkeit, Reinheit, Ursprünglichkeit).

Sinnvollerweise sollte sich die Auslobung von Frische in jeder Hinsicht auf Lebensmittel beschränken, die zwar gute Convenienceeigenschaften, aber einen möglichst geringen Verarbeitungsgrad (*minimal processing*) haben. Letzterer sollte mit schonenden Verarbeitungsverfahren erreicht werden und erforderliche Haltbarkeitsmaßnahmen so gering wie möglich ausfallen. Es gilt der Grundsatz zur Lebensmittelverarbeitung: *So viel wie notwendig, aber so wenig wie möglich.*

Lebensmittel, welche diese Forderungen kombinieren und erfüllen, werden heute gerne als „*minimally processed food*“ bezeichnet. Entstanden ist diese Produktgruppe in der Obst- und Gemüseverarbeitung und wurde in weiterer Folge auf die Bearbeitung tierischer Lebensmittel übertragen und schlussendlich die Bezeichnung sogar für Fertiggerichte angewandt.

Eine ursprüngliche Definition lautet: *„Minimal-processing methods all involve processing procedures that change the inherent fresh-like quality attributes of the food as little as possible (minimally) but at the same time endow the food products with a shelf life sufficient for its transport from the processing plant to the consumers.“*

Demnach handelt es sich bei „*minimally processed food*“ um vorverarbeitete, aber rohe, nicht gegarte Lebensmittel. In dieser Definition werden die beiden Bereiche „Vorverarbeitung“ und eine erforderliche „Haltbarmachung“ kombiniert, wobei sich „minimal“ auf beide bezieht. Synonyme für dieses Wort sind sowohl im Deutschen als auch im Englischen die Wörter „gering“ und „wenig“. Eine geringe (Vor)verarbeitung von Lebensmitteln ist möglich und ergibt auch einen Sinn, eine geringe Haltbarmachung oder Konservierung hingegen nicht. Entweder ist eine Konservierung für einen bestimmten Zweck ausreichend oder zu gering. „Minimal“ im Zusammenhang mit der Haltbarkeitsverlängerung bedeutet also eher schonend oder sanft. Damit können klarerweise bei diesem Konzept nicht alle Konservierungsmethoden eingesetzt werden. Thermische Methoden, wie die klassische Hitzepasteurisation und -sterilisation scheiden aus. Konsequenterweise wurde deshalb verstärkt nach schonenden, nicht-thermischen Konservierungsverfahren für diese gering vorverarbeiteten Lebensmittel gesucht. In den letzten zwei Jahrzehnten wurden auch zahlreiche solche Methoden gefunden und eingeführt.

Als wichtigste Produktgruppe sind hier geschältes, vorgeschnittenes Obst und Gemüse zu nennen. Diese Lebensmittel kommen einerseits dem Bedürfnis der Konsumenten nach „Frische“ entgegen, bieten aber einige Convenience-Vorteile. Sie können roh verzehrt oder im Haushalt gegart werden. Zur Haltbarkeitsverlängerung dieser Produkte wird oft eine Kombination mehrerer Maßnahmen (→ Hürdentechnologie) eingesetzt (Abbildung 6-1).

Eine der Haltbarkeitsmaßnahmen ist der Einsatz von Desinfektionsmitteln und Antioxidationsmitteln zum Waschwasser. Einige in der Literatur vorgeschlagene Mittel sind erlaubte Zusatzstoffe [z.B. Ascorbinsäure (E 301), Zitronensäure (E 330), Pyrophosphate (E450)]. Auch hier ergibt sich die Schwierigkeit zu entscheiden, ob die Mittel ihre Wirkung nur bei der Herstellung oder auch noch im fertigen Lebensmittel entfalten. Abhängig davon erfolgt die Unterscheidung, ob es sich um einen deklarationsfreien Verarbeitungshilfsstoff oder um einen deklarationspflichtigen Zusatzstoff handelt.

Bei der Behandlung der einzelnen Zusatzstoff-Funktionsklassen wird auf die in den einzelnen Verfahrensstufen verwendeten bzw. vorgeschlagenen Stoffe näher eingegangen.

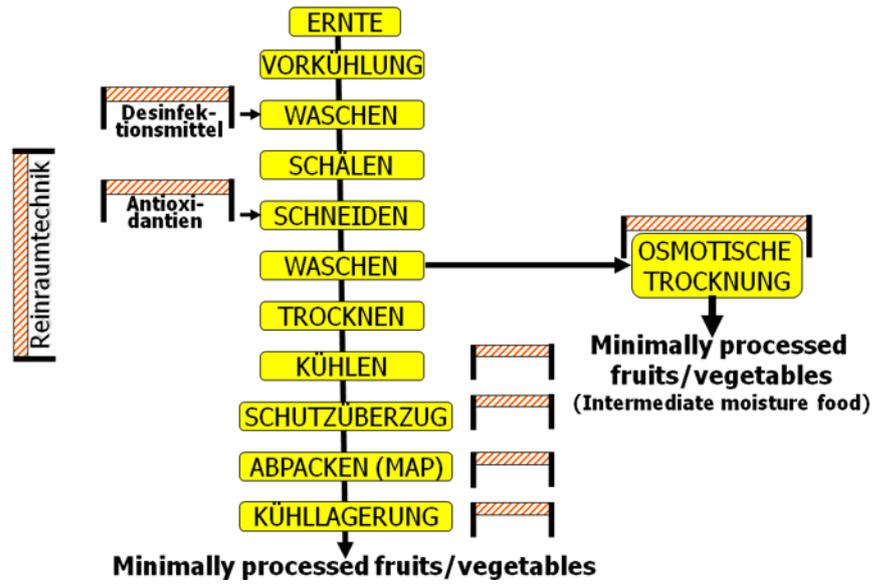


Abb. 6-1: Herstellung von „minimally processed fruits and vegetables“

7. Welche Auswirkungen hat die Änderung der Zusatzstoff-VO im Rahmen des FIAP auf R&D und den industriellen Einsatz von Zusatzstoffen?

Um Anhaltspunkte zu erhalten, wie die Lebensmittelindustrie auf das FIAP reagieren wird, wurde versucht, mit Herstellern von Aromen, Enzymen und Zusatzstoffen, sowie Lebensmittelproduzenten Kontakt aufzunehmen, und zwar durch:

- Persönliche Gespräche
- Telefonkontakt
- Mailkontakt/Kontaktformular
- Fragebögen

Grundsätzlich muss festgestellt werden, dass die Resonanz darauf sehr gering war. Während einige Firmen dezidiert angaben, dazu keine Stellungnahme abgeben zu wollen, erhielten wir von anderen ohne Angabe von Gründen keine Antwort. Es ist anzunehmen, dass das Thema „FIAP“ für die Produzenten noch viel zu weit entfernt ist.

Auf die per Telefon bzw. Mail gestellten Fragen: „*Kennen Sie FIAP? Welche Auswirkungen könnten diese neuen Verordnungen auf Ihren Betrieb haben?*“ antworteten nur 30,2%. Der an 270 Betriebe ausgeschickte Fragebogen wurde nur von 16 Firmen retourniert. Damit ist die nachfolgend präsentierte Auswertung leider nicht repräsentativ (Tabelle 7-1). Es sind jedoch einige Trends ersichtlich, die sich auch in den persönlichen Gesprächen und Mailantworten widerspiegeln.

Ein eindeutiger Trend scheint in Richtung *clean labeling* zu gehen. Die Hersteller befürchten dadurch und durch neue Etiketten Mehrkosten.

Im Bereich Azofarbstoffe wird intensiv nach Alternativen gesucht. Die Unklarheiten in der Übergangsphase wurden stark kritisiert.

Tab. 7-1: Auswertung der anonymen FRAGEBOGEN zum Thema „Food Improvement Agents Package“ (Die Zahlen zu den einzelnen Fragen geben jeweils die Summe der angekreuzten Antworten an.)

1. Wurden Sie über die Änderungen bezüglich Aromen-, Enzym- und Zusatzstoffverordnung informiert?

JA → 15 NEIN → 1

Wenn JA, wie wurden Sie informiert:

- durch andere Firmen (Lieferanten,...) → 6
- über Medien → 4
- durch Fachverbände → 13
- durch öffentliche Einrichtungen → 0
(Lebensmittelüberwachung, Ministerien)

- über externe Berater → 1
- Sonstige: *Interner Rechtsexperte und Seminare* → 4

2. Glauben Sie, dass die Änderungen der Verordnung für österreichische Unternehmen negative Auswirkungen mit sich bringen?

JA → 6 NEIN → 5 Weiß nicht → 5

3. Welche Auswirkungen könnten die Änderungen auf Ihren Betrieb haben:

(Mehrfachnennung möglich)

- Keine Auswirkungen → 3
- Unklarheiten über die Zulassungspflichten → 5
- Mehrkosten durch Umsetzung von Clean Labeling → 10
- Mehrkosten durch Zulassung → 2
- Mehrkosten durch neue Etiketten → 8
- Mehrkosten durch zusätzliche Etiketten für Exporte außerhalb der EU → 5
- Zeitaufwand durch Konsumentenaufklärung über FIAP → 5
- Zeitaufwand für Erklärungen gegenüber Medien /
Konsumentenorganisationen → 0
- Verminderung der Produktvielfalt → 2
- Monopolbildung bei den Zusatzstoffherstellern → 2
- Mehrkosten durch höhere Analysen → 6
(zB.: Active principles und Allergene)
- Sonstiges: → 3
 - *Mehrkosten Kostenstelle Entwicklung*
 - *Mehrkosten durch Vernichtung von Rohstoffen (Azofarbstoffe)*
 - *Rezeptänderungen*
 - *Sortimentsvergrößerung*
 - *Verwaltungsaufwand steigt*

4. Werden Sie künftig versuchen, Zusatzstoffe weitgehend zu vermeiden (Clean Labeling) bzw. auf nicht deklarationspflichtige Stoffe umzusteigen?

JA → 11 NEIN → 5

5. Exportieren Sie in Nicht-EU-Länder?

JA → 14 NEIN → 2

Wenn JA, überlegen Sie, wegen der EU-Zusatzstoffregelungen für ein ähnliches Produkt für innerhalb und außerhalb der EU unterschiedliche Rezepturen zu verwenden?

JA → 6 NEIN → 8

6. Werden Sie künftig statt Aromen verstärkt Gewürze (Höchstmengen für active principles gelten nur bedingt) verwenden?

JA → 2 NEIN → 14

7. Wie reagieren Sie auf die neue Regelung der Azofarbstoffe? Werden Sie versuchen die Azofarbstoffe durch andere Farbstoffe oder färbende Lebensmittel zu ersetzen?

JA → 13 NEIN → 3

8. Die Kennzeichnung „naturident“ ist nach der neuen Verordnung nicht mehr zulässig. Ist das ein Problem für Sie?

JA → 3 NEIN → 13

Wenn JA, in welcher Hinsicht:

- *Es ist kein gleiches natürliches Produkt vorhanden.*
- *Hier ist viel Erklärung über die neue Regelung nötig und die Bezeichnungsvielfalt ist höher geworden. Statt 3 Stufen wie bisher gibt es viele Unterstufen von "natürlich".*
- *Viele naturidente Aromen müssen, weil künstliche und naturidente Aromen zusammengefasst werden, auf eine natürliche Variante umgebaut werden und das ist mit enormem Aufwand bzw. höheren Rohstoffkosten verbunden.*

9. Kaufen Sie Zusatzstoffe aus Nicht-EU-Ländern zu?

JA → 7 NEIN → 6

Wenn JA, haben Sie Bedenken bezüglich der Qualitätssicherung bei zugekauften Produkten?

JA → 2 NEIN → 5

10. Behindert die neue Verordnung Ihre Produktentwicklung?

10 → Langfristig gesehen nicht. Nur in der Übergangsphase bis die Anhänge der neuen Verordnungen mit den Listen der zugelassenen Zusatzstoffe veröffentlicht sind

0 → Ja, auch langfristig.

4 → Nein. Überhaupt nicht.

2 → Ist noch unklar, weil die Liste noch nicht veröffentlicht ist.

11. Befinden Sie die neuen Verordnungen für sinnvoll und praktikabel?

JA → 8 NEIN → 5

Warum?

- *Derzeit reagieren die Kunden mit überzogenen Forderungen, z.B. Umbau von traditionellen Produkten auf natürliche Aromen innerhalb kürzester Zeit (v.a. Vanillin in Schokolade)*

- *Endkonsument profitiert nicht wirklich, weil das Ernährungsverhalten am meisten Einfluß auf die Gesundheit hat und nicht die Zusatzstoffe*
- *Wegen der Lebensmittelsicherheit.*
- *Weil es in allen Mitgliedsstaaten gilt.*
- *Es wird eher unübersichtlicher. z.b. mehrere Abstufungen von "natürlich". Der Konsument könnte dadurch eher verunsichert sein im Sinne "Was ist jetzt wirklich natürlich und was nicht"*

ZUSATZSTOFFE

Im Folgenden werden die Funktionsklassen, laut Verordnung (EG) Nr. 1333/2008, an Zusatzstoffen hinsichtlich des gegenwärtigen Einsatzstandes, ihrer wirtschaftlicher Bedeutung und zukünftigen Entwicklungen einzeln abgehandelt.

Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage und auch der unterschiedlichen wirtschaftlichen Bedeutung sind klarerweise die Funktionsklassen unterschiedlich gewichtet.

1. Süßungsmittel (sweeteners) (Funktionsklasse 1)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Süßungsmittel“ sind Stoffe, die zum Süßen von Lebensmitteln und in Tafelsüßen verwendet werden.

In dieser Definition wird nicht unterschieden zwischen ebenso süß schmeckenden, niedermolekularen Kohlenhydraten (Mono-, Di- und Oligosaccharide), Zuckeralkoholen und Intensiv Süßungsmitteln.

Außerdem gelten laut VO Nr.1333/2008 Mono-, Di und Oligosaccharide explizit nicht als Zusatzstoffe (Art. 3 a i)), obwohl sie genauso „zum Süßen von Lebensmitteln“ verwendet werden (siehe Abbildung 2-1).

Aufgrund dieser expliziten Ausnahme stellt sich die Frage, wie z.B. Beispiel der Einsatz „exotischer“, isolierter oder synthetische hergestellter, niedermolekularer Kohlenhydrate (siehe z.B. Tab 3-2) geregelt wird.

Deklarationspflichtige Zusatzstoffe fallen hauptsächlich in die Gruppe der Zuckeralkohole und Intensiv Süßungsmittel.

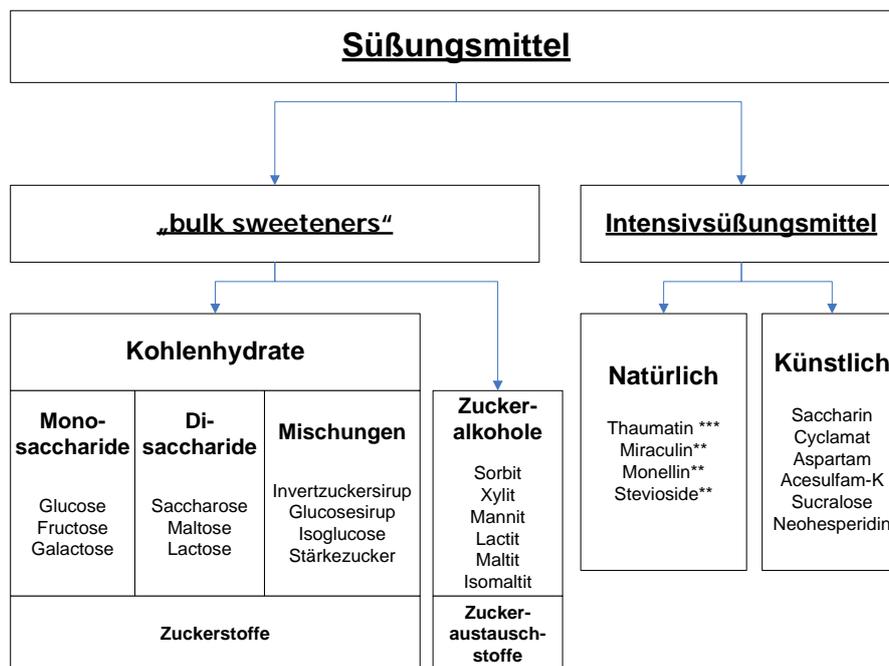


Abb. 1-1: Strukturierung süßender Stoffe/Süßungsmittel

** Diese Stoffe sind in der EU derzeit noch nicht als Lebensmittel oder Lebensmittelzusatzstoff zugelassen.

*** Thaumatococcus ist bisher in der EU der einzige natürliche zugelassene Süßstoff. Thaumatococcus wird aus den Früchten der westafrikanischen Katemfe-Pflanze (*Thaumatococcus daniellii*) gewonnen. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit des Ausgangsmaterials liegt der Preis für Thaumatococcus sehr hoch.

1.1. Intensivsüßungsmittel

1.1.1. Allgemeine Aspekte

Unter „Intensivsüßungsmittel“ sind Stoffe zu verstehen, die eine vielfach höhere Süßkraft (bis zum mehrtausendfachen) als Saccharose aufweisen und daher nur in sehr geringer Konzentration eingesetzt werden müssen. Sie können deshalb die sogenannten „*bulk sweetener*“ (Zuckeralkohole, Mono-, Di- und Oligosaccharide) nur hinsichtlich der süßenden Wirkung aber nicht bezüglich deren funktionelle Eigenschaften [Wasserbindung, wie z.B. in Konfitüren, Konsistenz und Viskositätsbildung, Vollmundigkeit („*mouth feeling*“)] ersetzen.

Aufgrund ihrer geringen Einsatzkonzentration und weil viele *per se* unverdaulich sind, eignen sie sich zur Herstellung kalorienreduzierter Lebensmittel (*light food*). Da in den Ländern des Nordens das Problem der Adipositas immer gravierender wird („Geißel des 3. Jahrtausends“), ist anzunehmen, dass ihre Verwendung in Zukunft noch weiter ansteigt. Aufgrund des steigenden Marktpotentials werden immer mehr Intensivsüßstoffe eingereicht und zugelassen werden.

Kritisch und genau betrachtet tragen sie aber kaum dazu bei, das Problem der Überernährung zu vermindern. Wäre dem so, dann hätte der Saccharosekonsum weltweit um das durch Intensivsüßungsmittel und Zuckeralkohole sich ergebende „Zuckeräquivalenzpotential“ zurück gehen müssen. Der weltweite Pro-Kopf-Verbrauch an Saccharose ist aber trotz immer größerer Verbrauchsmengen an diesen Süßungsmitteln nicht zurückgegangen, wie die folgenden Zahlen belegen.

Die weltweite Produktion von Zucker und Süßstoffen lag im Jahr 2002/2003 bei 165,7 Millionen Tonnen Zuckeräquivalenten (ZÄ). Davon entfielen:

83 % auf Zucker (Saccharose)	142,6 Mio. Tonnen ZÄ
10 % auf Zuckeraustauschstoffe	17,6 Mio. Tonnen ZÄ
7 % auf Intensivsüßstoffe	11,6 Mio. Tonnen ZÄ

Die weltweite Zuckerproduktion hätte also um ca. 17 % zurückgehen müssen, wenn Intensivsüßungsmittel und Zuckeralkohole wirklich Saccharose in Lebensmitteln ersetzt hätten. Tatsächlich werden diese Süßungsmittel aber nicht anstatt Zucker verwendet sondern zusätzlich. Aus der Abbildung 1-2 geht nämlich eindeutig hervor, dass der Saccharosekonsum in den letzten 14 Jahren nicht gesunken ist, sondern sich kontinuierlich erhöht hat.

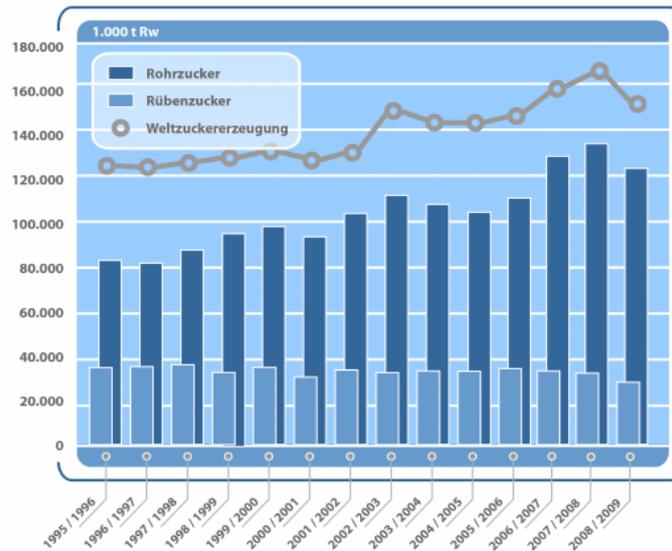


Abb. 1-2: Entwicklung der Weltzuckerherzeugung sowie der Rohr- und Rübenzuckerherzeugung [ANONYM (j), 2009]

1.1.1.1. Wirtschaftliche Bedeutung von Intensiv Süßungsmittel

Der Gesamtwert der weltweit produzierten Zucker und Süßstoffe betrug im Jahr 2002 rund 49,6 Mrd. US-\$, umgerechnet rund 35 Mrd. EURO. Aufgeteilt auf die drei Gruppen ergab sich damals folgendes Bild:

Zucker	37,3 Mrd. US-\$	26,6 Mrd. €
Zuckeraustauschstoffe	10,9 Mrd. US-\$	7,8 Mrd. €
Süßstoffe	1,4 Mrd. US-\$	1 Mrd. €

Der Anteil der in Europa (EU15) konsumierten Mengen an Zucker und Süßstoff beträgt im Vergleich zum weltweiten Konsum knapp 12 %. In Europa werden jährlich rund 19,5 Millionen Tonnen (Zuckeräquivalente) an Zucker und Süßstoffen konsumiert (Abbildung 1-3).

Das Umsatzvolumen des gesamten Zuckers und der Süßstoffe lag in Europa im Jahr 2002 bei etwas mehr als 11 Mrd. Euro (Abbildung 1-4).

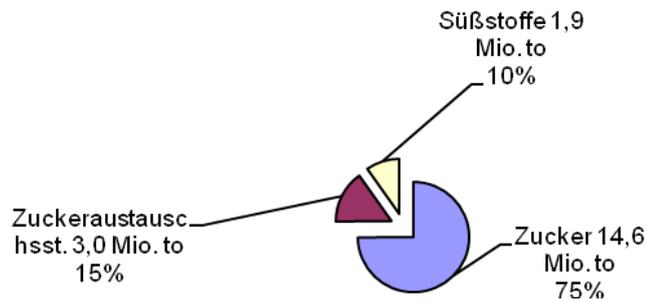


Abb. 1-3: Europäisches Produktionsvolumen von süß schmeckenden Stoffen (2002) ausgedrückt in Zuckeräquivalenten (Quelle: Rabo Bank, Zuckerindustrie)

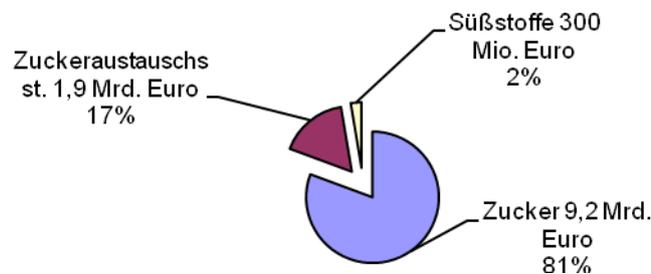


Abb. 1-4: In der EU konsumierte Mengen von Zucker und Süßstoffen, umgerechnet in EURO (2002) (Quelle: Rabo Bank, Zuckerindustrie)

1.1.1.2. Gegenwärtig zugelassene Intensivsüßungsmittel

Folgende Intensivsüßungsmittel sind gegenwärtig in der EU laut der Süßstoffverordnung zugelassen.

- SACCHARIN und seine Na-, K- und Ca-Salze (E 954)

Saccharin ist das älteste synthetische Intensivsüßungsmittel. Es wurde bereits Ende des 19. Jahrhundert entwickelt und war 1917 schon ein gängiges Süßungsmittel. 1997 wäre es in den USA fast verboten worden, weil in Tierversuchen – allerdings bei irrelevant hohen Dosen – Cancerogenität beobachtet wurde. In den USA war aber deshalb bis 2001 noch ein Warnhinweis auf den Packungen anzubringen. In der Zwischenzeit ist Saccharin auch in den USA wieder voll rehabilitiert.

Nachteilig ist sein bitterer, metallischer Beigeschmack, der von ca. einem Viertel der Konsumenten wahrgenommen wird.

- CYCLAMAT (Cyclohexansulfamidsäure und ihre Na- und Ca-Salze) (E 952)
- ACESULFAM (E 950)
- ASPARTAM (E 951)

Durch den Proteincharakter von Aspartam bestehen Einsatzprobleme in sauren Lebensmitteln. Im Gegensatz zu den anderen Süßstoffen ist Aspartam ein chemisch synthetisiertes Dipeptid (Phenylalanin/Asparaginsäure). Solche süßschmeckenden Peptide sind sehr zahlreich. Neben künstlichen kommen auch sehr viele in der Natur vor. Weiters ist es relativ leicht, Pep-

tide als primäre Stoffwechselprodukte durch gentechnische Maßnahmen herzustellen. Deshalb steht diesem Sektor eine große Zukunft bevor. Am weitesten in der Entwicklung ist hier das Dipetid Alitam (Alanine/Asparaginsäure). Bis jetzt ist Alitam nur in Australien und Mexiko zugelassen.

Ein Derivat von Aspartam ist Neotam, wobei eine 3,3-dimethylbutyl-Gruppe an der Amino-Gruppe des Asparagins eingeführt wird.

- NEOHESPERIDIN-DC (Dihydrochalkon) (E 959)

Neohesperidin-DC ist ein Flavanoid, das aus Bitterorangen isoliert wird und etwa hundertmal süßer schmeckt als Saccharose. Darüber hinaus zeigt diese Substanz eine synergistische Wirkung mit anderen Süßstoffen. Der Süßgeschmack setzt verzögert ein mit einem kühlenden, mentholartigen Nachgeschmack, weshalb es nur in Kombinationen einsetzbar ist.

- THAUMATIN (E 957)

Dieses Protein (207 Aminosäuren) hat die 2000- bis 3000-fache Süßkraft von Saccharose. Es hat einen lakritzeartigen Nachgeschmack und wird auch als Geschmacksverstärker eingesetzt. In der EU ist es seit Anfang 1996 zugelassen.

Es gibt zahlreiche andere Proteine, die den Geschmack beeinflussen können. Einige davon sind in Tabelle 1-1 angeführt. Sechs davon ergeben einen intensiven süßen Geschmackseindruck (Monellin, Thaumatin, Pentadin, Curculin und Mabinlin). Der äußerst intensive Süßeindruck entsteht wahrscheinlich dadurch, dass sich diese Proteine sehr fest an das Zielmolekül heften. Dafür spricht der über Minuten bis Stunden anhaltende Süßgeschmack. Zucker ist dagegen ein sehr schlechter Signalstoff und erfordert um Zehnerpotenzen höhere Mengen, um ihn zu schmecken.

Die meisten dieser Proteine stammen aus afrikanischen Pflanzen, die von der einheimischen Bevölkerung schon lange zum Süßen von Getränken verwendet werden. Ihre geringe Verfügbarkeit und der daraus resultierende hohe Preis stehen gegenwärtig einer weiteren Verbreitung im Wege. Deshalb wird intensiv versucht, sie durch gentechnische Methoden mit MO zu produzieren. Bei Monellin ist das schon gelungen [DUAN, 2004].

- SUCRALOSE (*Splenda*™) (E 955)

Dreifach chlorierte Saccharose (Organochlorverbindung). Sucralose schmeckt wie Saccharose und hat keinen bitteren Nachgeschmack, wie andere Süßstoffe. Sie ist hitzestabil, unverdaulich und hat die 600-fache Süßkraft von Saccharose.

Tab. 1-1: Süßschmeckende Proteine und geschmackverändernde Stoffe

STOFFGRUPPE	STOFF	MG	Rel. Süßigkeit
Süßschmeckende Proteine	Brazzein	6.500	2000
	Curculin	12.500	550
	Mabinlin	12.400	100
	Monellin	11.086	3000
	Pentadin	12.000	500
	Thaumatin	22.209	3000
Geschmacksverändernde Proteine	Curculin	12.500	sauer -> süß
	Miraculin		sauer -> süß
Süßgeschmack unterdrückende Substanzen	Gymnema-säure		Unterdrückung des Süßgeschmackes
	Gurmarin		Unterdrückung des Süßgeschmackes
	Hodulcin		Unterdrückung des Süßgeschmackes

1.1.1.3. Welche weiteren Intensivsüßungsmittel gibt es, wurden entwickelt, stehen vor der Zulassung, sind eingereicht oder werden eingereicht werden?

Die Pflanze *Stevia rebaudiana Bertoni* wird schon seit vielen Jahrhunderten von den Ureinwohnern Paraguays als Süßungsmittel verwendet. Die Pflanze enthält mehrere Glycoside, welche eine 200 - 300-mal stärkere Süßkraft als Zucker besitzen. Aufgrund der immer größer werdenden Bedeutung von Süßstoffen in unserer Gesellschaft ist das Interesse seitens der Konsumenten, und damit auch der Lebensmittelhersteller sehr groß, neben den bisher in der EU erlaubten künstlich hergestellten Süßstoffen, auch aus natürlichen Quellen stammende Süßstoffe auf dem Markt zu finden bzw. anbieten zu können. Die Hauptglycoside der Pflanze und damit wichtigsten Bestandteile potentieller steviabasierter Süßstoffe sind Steviosid und Rebaudiosid A.

In Brasilien, China, Südkorea und Japan sind Steviaglycoside seit jeher ein beliebtes, zugelassenes Süßungsmittel. In den USA sind sie seit 1995 als Nahrungsergänzungsmittel erlaubt, die Zulassung als Süßstoff durch die FDA erfolgte jedoch erst im Dezember 2008 - und zwar ausschließlich für Rebaudiosid A. In Neuseeland und Australien wurden Stevia-Glycoside ebenfalls 2008 zugelassen.

Nach Europa wurden Steviapflanzenprodukte bereits in den 1980/1990-ern rege importiert und erst mit der 1997 in Kraft getretenen Novel-Food Verordnung als Süßungsmittel in Lebensmitteln verboten. 1999 wurde der erste Antrag auf erneute Zulassung „mangels ausreichender wissenschaftlicher Beweise der toxikologischer Unbedenklichkeit“ abgelehnt. Dennoch wurde 2004 auf Basis einer Bewertung der JECFA ein vorläufiger ADI-Wert von 2 mg/kg KG/Tag festgelegt, welcher 2008 auf 4 mg hinaufgesetzt wurde. Stevioglycoside sind jedoch bis heute nicht zugelassen. Anträge auf EU-weite Zulassung als Novel-Food bzw. Lebensmittelzusatzstoff laufen seit 2007, Ergebnisse aus der Evaluierung der EFSA hieraus werden mit 2010/2011 erwartet.

Abweichend zum EU-weiten Verbot hat Frankreich im August 2009 eine vorläufige, auf zwei Jahre beschränkte Zulassung von mind. 97% reinem Rebaudiosid A erwirkt. In der Schweiz können seit 2008 Einzelgenehmigungen für Steviosid beim Bundesamt für Gesundheit eingeholt werden, welche auf den jeweiligen Antragsteller und auf ein bestimmtes Produkt dieses Antragstellers beschränkt sind. 2008 wurden so bereits für drei Getränke derartige Einzelgenehmigungen ausgesprochen.

An Privathaushalte werden Steviablätter/-extrakt/-tabletten o.Ä. zurzeit als Badezusätze oder Tees abgegeben. Zahlreiche Internetplattformen sprechen jedoch für eine davon abweichende Verwendung. Die österreichischen Lebensmittel- und Zusatzstoffhersteller bereiten sich jedenfalls bereits intensiv auf eine Zulassung der Stevioglycoside vor. Der Einsatz von Steviaglycosiden erfordert für die meisten Produkte Rezeptadaptierungen im Sinne einer Maskierung des bitteren Nachgeschmackes, der Verbesserung des flavour release/Aromatisierung etc.

Das Saponin Glycyrrhizin (INS 958) ist ebenfalls ein Intensivsüßungsmittel mit der etwa 50-fachen Süßkraft von Saccharose. Es ist in Süßholzwurzel enthalten. Aufgrund seiner pharmakologischen, cortisonähnlichen Nebenwirkungen ist es in der EU in isolierter Form nicht erlaubt, sondern nur in Lakritze und lakritzartigen Zuckerwaren, Pastis und Likören.

Ein weiterer, nicht zugelassener Süßstoff ist das Sesquiterpen Hernandulcin, das im Aztekischen Süßkraut (*Lippia dulcis*) vorkommt. Die Süßkraft von Hernandulcin beträgt das 1250-fache von Saccharose. Der Süßgeschmack ist etwas weniger angenehm als der von Saccharose und wird von einem bitteren Beigeschmack begleitet.

Phyllodulcin (Derivat von 3,4-Dihydroisocumarin) wird in den Blättern von Hydrangea-Arten gefunden. Diese Blätter werden in Japan als Tee genutzt [MAMI et al., 1995]. Die sensorischen Eigenschaften sind denjenigen von Dihydrochalconen ähnlich. Der Süßigkeitseindruck baut sich relativ langsam auf und fällt auch wieder langsam ab. Die Süßkraft liegt etwa beim Faktor 200 bis 300.

Tabelle 1-2 zeigt eine Aufstellung von Intensiv Süßungsmitteln bzw. Süßungskonzepten mit ihnen, die in der einschlägigen Literatur in den letzten Jahren beschrieben wurden. Die große Zahl an Arbeiten weist schon darauf hin, dass diese Zusatzstoffklasse in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen wird.

Tab. 1-2: Literaturbeispiele für Neuerungen am Süßstoffsektor

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Artificial sweetener with high intensity sweetness	US 2009/0004354 A1	Süßstoff welcher Acesulfam K, kristlines Maltiol und Neotam enthält
Blending sweet solutions with polyols	NutraCos. 8, (1): 15-17 (2009)	Verwendung von Polyolen als Süßungsmittel in Lebensmitteln
Clarification and purification of aqueous Stevia extract using membrane separation process	Journal of Food Process Engineering. 32, (3): 338-354 (2009)	Aufreinigung von Steviaextrakt mittels Keramikmembranen mit unterschiedlichen Porengrößen
Erythritol-containing tabletop sweeteners and methods of producing same.	US 2009/0004355 A1 (2009)	Süßungsmittel welches Erythrol und Steviaextrakt enthält
Extractive methods for purifying sucralose	EP 2 039 699 A2 (2009)	Aufreinigung von Sucralose
Food or drink showing improved taste of sweetener	WO 2009/035047 A1	Verbesserung des Geschmacks eines Süßungsmittels in Getränken
Food or drink showing improved taste of sweetener	WO 2009/035047 A1	Zugabe eines polymerisierten Polyphenols aus Tee, zur Reduktion des Nachgeschmackes von Süßungsmitteln
Method of improving sweetness qualities of stevia extract	WO 2009/063921 A1	Vermischung von Rebaudiosid A mit Mogrosid V (Haupt-Süßungskomponente aus <i>Siraitia grosvenori</i>)
Natural oat-derived sweetener	US 2009/0047385 A1	Aus Hafer gewonnenes Süßungsmittel und dessen Herstellung
Naturally savvy and sweet.	Candy Industry. 174, (2): 30-32 (2009)	Honig, Stevia, Erythrol
Partial sugar replacement with single high intensity sweetener acesulfame K	US 2009/0155441 A1	Methode zur Reduktion von Zucker durch zugabe von Acesulfam K
Preparation of a new sweetener NC-Asp	Modern Food Science & Technology. 25, (2): 172-175 (2009)	NEues Dipeptid als Süßungsmittel, N-[3-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl)propyl]-aspartyl -L-phenylalanine-1-methylester (NC-Asp)
Production of monatin enantiomers	WO 2009/044245 A2	Monatin (1-amino-1,3-dicarboxy-3-hydroxy-but-4-yl)
Production of monatin stereoisomers	WO 2009/045383 A1	Monatin (1-amino-1,3-dicarboxy-3-hydroxy-but-4-yl)
Stevia-containing tabletop sweeteners and methods of producing same	US 2009/0017185 A1	Süßungsmittel aus Stevia-Extrakt

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Steviol glycoside isomers	US 2009/0074935 A1	Verwendung von Steviol Glycosiden als Süßungsmittel
Sweet tea composition without use of natural or artificial sweeteners	US 2009/0035427 A1	Wässriger Extrakt aus Tee- und Schwarzbearblättern
Sweetener compositions	US 2009/0104326 A1	Süßungsmittel, welches unter anderm Erythrol enthält
Sweetener compositions having enhanced sweetness and improved temporal and/or flavor profiles.	US 2009/0053378 A1	Süßungsmittelkompositionen mit verbesserten Geschmackseigenschaften und höherer Süßkraft
Technological and functional applications of low-calorie sweeteners from lactic acid bacteria.	Journal of Food Science. 74, (1): R16-R23 (2009)	Mit Hilfe von Milchsäurebakterien hergestelltes Süßungsmittel, welches Mannitol, Sorbitol, Tagatose und Trehalose enthält
Use of natural agave extract as a natural sweetener replacing other added sweeteners in food products and medicines	US 2009/0148580	Verwendung eines Extraktes aus Agaven als Süßungsmittel
Use of nitrous oxide (N2O) or of a gas mixture containing nitrous oxide as sweetening agent for food products	US 2009/0130272 A1	Verwendung eines Gases, oder einer gashältigen Mischung, welche Distickstoffoxid enthält als Süßungsmittel
Adjustable sweetener: Imovia	US 2008/0226791 A1	Imova (ein natürliches Süßungsmittel mit wenig Kalorien) wird beschrieben
All natural sweetener compositions	US 2008/0213452 A1	Natürliches Süßungsmittel welches ein Polyol (erythrol), ein Gemisch aus natürlichen Bestandteilen (Oligiofructose, Fructose, Gemüseprotein, natürliche Aromastoffe), Calcium und einen Füllstoff enthält
An update on alternative sweeteners.	Agro Food Industry hi-tech. 19, (1): 8-10 (2008)	Cyclamat, Saccharin, Aspartam, Neotam, Sucralose, Palatinose (Isomaltulose), Stevia rebaudiana Extrakt, Xylitol, Lactitol und Dihydrochalcon
Assessment of stevia (Stevia rebaudiana) - natural sweetener: a review.	Journal of Food Science & Technology. 45, (6): 467-473 (2008)	<i>Stevia rebaudiana</i>
Beverage having natural sweeteners with one or more stevia components and source of berry.	US 2008/0226802 A1	Verwendung von Steviol-Glycosiden und Beeren zur Süßung von Getränken
Beverage products with non-nutritive sweetener and bitterant	US 2008/0226789 A1	Steviol Glycoside; Lo Han Guo; Thaumatin; Monatin; Monellin; Brazzein; Sucralose.
Closing the circle: a new future for the sweetener market	Nutraceutical Business & Technology. 4, (1): 12-16 (2008)	Stevia rebaudiana
Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener	Food & Chemical Toxicology. 46, (7): S75-S82 (2008)	Rebaudioside A
Dipeptide sweetener - neotame	China Food Additives. 1, 54-57 (2008)	Neotame
Erythritol - a unique sweetener in calories and natural status	Innovations in Food Technology. 41, 66-67 (2008)	Erythritol
Flavored artificial sweetener.	US 2008/0038433 A1	Verwendung eines Gemisches aus einem Trägerstoff (Dextrose), einem Füllstoff (Maltodextrin) und einem Süßstoff (Aspartame)

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Grab the natural sweetener to sweeten your life.	Indian Dairyman. 60, (9): 43-49 (2008)	Stevia rebaudiana
High-potency sweetener composition with rubisco protein, rubiscolin, rubiscolin derivatives, ACE inhibitory peptides, and combinations thereof, and compositions sweetened therewith.	US 2008/0107775 A1	Verwendung und Herstellung einiger kalorienreduzierten bzw. -freien Süßungsmittelkompositionen unter Verwendung von Rubisco, Rubiscolin-Derivaten und ACE-inhibierenden Peptiden
Intensive sweeteners	Tecnologie Alimentari. 4, 26-28, 2008	Die wichtigsten Süßungsmittel, deren Eigenschaften, deren Markt und ihre Auswirkung auf die Gesundheit
Licorice beta-amyrin 11-oxidase, a cytochrome P450 with a key role in the biosynthesis of the triterpene sweetener glycyrrhizin	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 105, (37): 14204-14209 82008)	Verwendung von Glycyrrhizin als Süßungsmittel
Long chain fatty acids for reducing off-taste of non-nutritive sweeteners	US 2008/0226790 A1	Minimierung des Eigengeschmackes von Süßstoffen mithilfe von Fettsäuren (u.a. Laurinsäure; Myristinsäure; Palmitinsäure; Stearinsäure; Arachinsäure; Behensäure; Ölsäure; Linolsäure; Alpha-Linolensäure; Arachidonsäure; Erucasäure; Adipinsäure)
Low calorie sweeteners: an innovative polyol	Food Engineering & Ingredients. 33, (4): 41-43 (2008)	Verwendung von Zerose als kalorienarmes Süßungsmittel
Method for improving taste of sweetener with high sweetness.	JP 2008099683 A (2008)	Geschmacksverbesserung von Süßstoffen mithilfe von enzymbehandelten Isoquercitrin
Natural sweetener	US 7 368 142 B2 (2008)	Natürliches Süßungsmittel, hergestellt aus Fructose, Luo Han Guo und Inulin
Natural sweeteners with reduced metabolizable calorie content, especially for therapeutic body weight loss and for use in obesity and diabetes.	DE 10 2007 026 713 A1 (2008)	Verwendung von 5-Kesto-D-Fructose als natürliches Süßungsmittel
Neotame as a sweetener and flavour enhancer. Scientific opinion of the Panel on Food Additives, flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food.	Agro Food Industry hi-tech. 19, (1): 11 (2008)	Verwendung Neotam als Süßungsmittel und Geschmacksverstärker
New developments in sweetness and sweeteners	Food & Beverage International. 7, (3): 28-29 (2008)	Verwendung von Stevia and Luo Han Guo als Süßungsmittel
New triterpene glycoside compound and natural sweetener containing the compound.	JP 2008050288 A (2008)	Süßungsmittel aus Süßholz (Glycyrrhiza)
Sweet leaf (Stevia rebaudiana)	Listy Cukrovarnicke a Reparske. 124, (11): 316-319 (2008)	Extraktion von und Reinigung der Stevioside aus Stevia rebaudiana
Sweetener	WO 2008/139946 A1	Verbesserung des Geschmackes von Süßungsmitteln method (Aspartam, Sucralose, Asesulfame, etc.)

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Sweetener containing D-psicose and foods and drinks obtained by using the same	WO 2008/059623 A1	Süßungsmittel welches D-Psicose, Zuckeralkohol (Sorbitol, Mannitol, Lactitol, Maltitol, Xylitol und/oder Erythritol); und/oder ein Intensivsüßungsmittel (Aspartam, Acesulfam K, Natriumcyclamat, Natriumsaccharinat, Sucralose, Stevia, Dulcin, Thaumatin, Neotam oder Monellin) enthält
Sweetener granula	WO 2008/125035 A1	Süßungsmittel welches Xylitol, Sorbitol oder eine Mischung beider enthält
Sweetener with high sweetness degree	JP 2008271836 A (2008)	Verwendung von Hesperetin als Süßungsmittel
Sweeteners for the 21st century.	Food Technology. 62, (11): 49-57 (2008)	Stevia, Brazzein, Isomaltulose, Erythritol and Isomalt
Chewing gum compositions including free neotame sweetener compositions.	US 2007/0178188 A1	Neotam
Chewing gum compositions including free neotame sweetener compositions.	US 2007/0178187 A1	Neotam
Dietetic products with sweeteners from stevia	Molochnaya Promyshlennost. 1, 82-83 (2007)	Stevia rebaudiana
Jaggery - a traditional Indian sweetener	Indian Journal of Traditional Knowledge. 6, (1): 95-102 (2007)	Jaggery
Liquid sweetener and packaging	US 2007/0059405 A1	Verpackung von flüssigen Süßungsmitteln
Low carbohydrate sweetener	US 2007/0098867 A1	Lo Han Guo Extrakt and Sucralose
Process for manufacturing a sweetener and use thereof.	US 2007/0082103 A1	Aufreinigung von Steviosid und Rebaudiosid A
Reduced calorie sweetener composition with improved aftertaste and method of preparing same.	US 2007/0269568 A1	Süßungsmittel welches Acesulfam K, Glycin, Erythritol and Blütenblätter enthält
Sweetener and process for producing the same.	US 7 267 835 B2 (2007)	Stevia rebaudiana
Sweetener and use.	US 2007/0082102 A1	Stevia rebaudiana
Sweetener compositions.	WO 2007/007310 A1	Süßungsmittel welches Nanopartikel und ein Kohlenhydrat enthält
Sweetener comprising a Stevia-derived sweet substance	US 2007/0003679 A1	Stevia rebaudiana
Synthetic sweetener compositions with improved temporal profile and/or flavor profile, methods for their formulation, and uses.	US 2007/0275147 A1	Verbesserung des Geschmacks von Süßungsmitteln
Use of nitrous oxide (N2O) or of a mixture of gases comprising nitrous oxide as sweetener for agro-foods or pharmaceutical products.	US 2007/0224322 A1	Verwendung von N2O alleine oder in Kombination mit anderen Gasen als Süßungsmittel

1.1.2. Mono-, Di- und Oligosaccharide

Mono- und Disaccharide zählen in konzentrierter (Honig, Zuckerrohrsaft, Saft süßer Früchte) bzw. isolierter [Zucker (Saccharose), Traubenzucker (Glucose) und sonstige Zuckerarten] Form zu den ersten zum Süßen von Lebensmitteln eingesetzten Produkten und gelten, wie oben erwähnt, nicht als Zusatzstoffe sondern als Lebensmittel. Sie werden in der Richtlinie 2001/111/EG „Zuckerarten“ geregelt.

1.1.2.1. Welche neuen Mono-, Di- und Oligosaccharide wurden entwickelt, stehen vor der Zulassung, sind eingereicht oder werden eingereicht werden?

In den letzten Jahren werden aber vermehrt bisher nicht in isolierter Form verwendete (z.B. Trehalose, Tagatose, Galactooligosaccharide) oder synthetisierte (z.B. Palatinose, synthetische Fructooligosaccharide) Mono-, Di- und Oligosaccharide für den Einsatz in Lebensmitteln propagiert. Die Gründe für ihren Einsatz sind sehr vielschichtig, wie z.B.:

- Einsatz in Mischungen (*compounds*) mit Intensiv Süßungsmitteln, um kalorienreiche Kohlenhydrate nicht nur hinsichtlich ihrer Süßkraft sondern auch in den funktionellen Eigenschaften zu ersetzen.
- Nutzung spezifischer ernährungsphysiologischer Eigenschaften dieser Stoffe (z.B. prebiotische Wirkung)
- Nutzung spezifischer technologischer Eigenschaften (z.B. Trehalose als Trocknungshilfsmittel)

1.1.2.2. Zuckeralkohole

Prinzipiell können aus allen Sacchariden durch Reduktion der Carbonylgruppe auf chemischem oder biochemischem Weg Zuckeralkohole gewonnen werden.

1.1.2.2.1. Gegenwärtig zugelassene Zuckeralkohole

- SORBIT (E 420) (D-Sorbit, Sorbitol, D-Glycit)
- MANNIT (E 421) (D-Mannit, Mannitol, Mannazucker, D-manno-Hexan-1,2,3,4,5,6-hexaol)
- ISOMALT (E 953) (Palatinit) (Handelsname: Palatinit)
- MALTIT (E 965) (Handelsname: MalbitR, Malbit-SirupR)
- MALTIT-SIRUP (E 965) (Dimere und Oligomere der D-Glucose, die endständig zu Sorbit hydriert sind.) (Handelsnamen: LycasinR, FinmaltR; MaltidexR)
- LACTIT (E 966) (Lactitol, β -D-Galactopyranosyl-1,4-D-sorbit) (Handelsname: z.B. Lacty)
- XYLIT (E 967) (Xylitol, Xylo-Pentan-1,2,3,4,5,6-hexaol)

1.1.2.2.2. Wirtschaftliche Bedeutung von Zuckeralkoholen

Die österreichische Außenhandelsstatistik (Statistik Austria) gibt für das Jahr 2008 für diesen Bereich folgende Daten an:

Sorbit	Import:	6870 t
	Export:	113 t
Mannit	Import:	2880 t
	Export:	40 t

1.1.2.2.3. Welche Zuckeralkohole und Zuckeraustauschstoffe stehen vor der Zulassung, sind eingereicht oder werden eventuell eingereicht werden?

Im Folgenden werden einige Zuckeraustauschstoffe bzw. Zuckeralkohole beschrieben, die in der einschlägigen Literatur zu finden sind.

- LEUCROSE (5-O-alpha-D-Glycopyranosyl-D-fructopyranose)

Leucrose gehört zur Gruppe an exotischen Kohlenhydraten, die vom Menschen nicht verwertet werden können. Leucrose wird als Nebenprodukt bei der enzymatischen Dextran-Synthese mit dem Enzym α -1->6-Glucosyltransferase (Dextranase) aus Saccharose gebildet. Sie schmeckt süß und wird nicht abgebaut. Die Süßkraft beträgt das 0,4- bis 0,5-fache der Saccharose.

- L-ZUCKER

L-Zucker sind Stereoisomere von Hexosen mit D-Konfiguration, die durch chemische Isomerisierung gewonnen werden. Die L-Zucker gewannen an Interesse, weil sie vom menschlichen Organismus nicht metabolisiert werden können, aber überraschenderweise auch süß schmecken. Bei den Aminosäuren ist das anders. Während D-Tryptophan süß schmeckt, ist L-Tryptophan ausgesprochen bitter. In der Natur ist das Vorkommen von L-Zuckern ziemlich selten und wenn, dann ist es nur in geringen Mengen vorhanden.

Die technische Herstellung erfolgt durch chemische Synthese von Kohlenhydraten, wo ein Gemisch aus D- und L-Form erzeugt wird. In diesem Gemisch wird die D-Form durch Mikroorganismen abgebaut, die L-Form bleibt zurück. Ein bekanntes Produkt ist LÄV-O-Cal. Aus dem Namen geht schon hervor, dass es sich um eine L-Fructose handelt und vom Menschen nicht metabolisiert wird.

- MALTOOLIGOSYLSACCHAROSE

Maltooligosylsaccharose wird durch enzymatische (Cyclodextrin glucano-Transferase) alpha-1,4-Verbindung eines Glycosylrestes an den Glucosebaustein eines Saccharosemoleküls hergestellt. Ausgangsprodukt ist eine Mischung aus Saccharose und einem Stärkehydrolysat, dessen Glucosereste jeweils an ein Saccharosemolekül gebunden werden. Das fertige Produkt wird in Form eines Sirups gehandelt, der 11-15 % Glucosylsaccharose, 7-11 % Maltosylsaccharose, andere höhere Homologe und nicht umgesetzte Saccharose und Stärkehydrolyseprodukte enthält. Die Süßkraft beträgt das 0,5 fache der Saccharose. Die Kariogenität ist verringert.

- MALTOTRIOSE

Als Beiprodukt bei der Gewinnung reiner Maltose aus Maltosesirupen mittels Ionenaustauscherchromatographie fällt eine Fraktion an, die mehr als 50 % Maltotriose enthält.

- MALTOTETRAOSE

Maltotetraose ist ein lineares Tetramer der alpha-D-Glucose. Die Herstellung erfolgt enzymatisch mit einer maltotetraose-bildenden Amylase von *Pseudomonas stutzeri* aus Stärkehydrolysaten. Es entsteht ein Sirup der zu 50-72 % aus Maltotetraose besteht. Die Süßkraft reiner Maltotetraose beträgt das 0,2-fache der Saccharose.

2. Farbstoffe (colours) (Funktionsklasse 2)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1:

„Farbstoffe“ sind Stoffe, die einem Lebensmittel Farbe geben oder die Farbe in einem Lebensmittel wiederherstellen; hierzu gehören natürliche Bestandteile von Lebensmitteln sowie natürliche Ausgangsstoffe, die normalerweise weder als Lebensmittel verzehrt noch als charakteristische Lebensmittelzutaten verwendet werden. Zubereitungen aus Lebensmitteln und anderen essbaren natürlichen Ausgangsstoffen, die durch physikalische und/oder chemische Extraktion gewonnen werden, durch die die Pigmente im Vergleich zu auf ihren ernährungsphysiologischen oder aromatisierenden Bestandteilen selektiv extrahiert werden, gelten als Farbstoffe im Sinne dieser Verordnung.

2.1. Allgemeine Aspekte

„Das Auge isst mit!“ Üblicherweise ist unser erster Eindruck von einem Lebensmittel dessen Farbe. Letztere hat also einen wichtigen Signalcharakter, an dem wir erkennen, ob ein Lebensmittel frisch, reif, unreif oder verdorben ist.

Zusätzlich zur „natürlichen“ Färbung von Lebensmitteln wird aber schon lange auch eine „künstliche Färbung“ von Lebensmitteln durchgeführt. Technologisch gesehen gibt es dafür keine Notwendigkeit. Sie dient dazu, um sensorisch ansprechendere Produkte zu erhalten, also um den Genusswert zu erhöhen. Von dieser Tatsache machen die Lebensmittel produzierenden Betriebe entsprechenden Gebrauch. Verboten war schon immer und ist klarerweise, dass durch eine Färbung eine Täuschung des Konsumenten erfolgt, indem verdorbene oder minderwertige Ware kaschiert wird.

Früher wurden vor allem natürliche Farbstoffe bzw. färbende Lebensmittel (z.B. Safran, Kurkuma, Paprika) für diesen Zweck eingesetzt. Der Nachteil natürlicher Farbstoffe ist ihre geringe Stabilität bei der Lagerung. Deshalb wurden in weiterer Folge auch künstliche Farbstoffe zugelassen.

Tab 2-1 soll einen Überblick über die gegenwärtig zugelassenen Farbstoffe geben.

Tab. 2-1: Liste der zugelassen Lebensmittelfarbstoffe laut der Richtlinie 94/36/EG (Farbstoffrichtlinie)

E 100	Curcumin
E 101	Riboflavin, Riboflavin-5'-phosphat
E 102	Tartrazin
E 104	Chinolingelb
E 110	Gelborange-S
E 120	Karmoisin, Karmesinsäure, Cochenille
E 122	Azorubin, Karmesin
E 123	Amaranth
E 124	Ponceau 4R, Cochenillerot A
E 127	Erythrosin
E 128	Rot 2G
E 129	Allurarot AC
E 131	Patentblau V
E 132	Indigotin, Indigokarmin
E 133	Brillantblau FCF
E 140	Chlorophylle and Chlorophylline
E 141	Kupferkomplexe von Chlorophylle und Chlophylline
E 142	Grün S
E 150 a	Zuckerulör einfach

E 150 b	Sufitlaugenzuckerulör
E 150 c	Ammoniakzuckerulör
E 150 d	Ammoniumsulfitzuckerulör
E 151	Brilliant Schwarz BN, Schwarz BN
E 153	Aktivkohle
E 154	Braun FK
E 155	Braun HT
E 160 a	Beta-karotin
E 160 b	Anatto, Bixin, Norbixin
E 160 c	Paprika Extrakt, Capsanthin, Capsorubin
E 160 d	Lycopon
E 160 e	Beta-apo-8'-carotenal (C 30)
E 160 f	Ethylester der Beta-apo-8'-karotinsäure (C30)
E 161 b	Lutein
E 161 g	Canthaxanthin
E 162	Rote Beete Rot, Betanin
E 163	Anthocyanin
E 170	Calciumcarbonate und Calciumhydrogencarbonate
E 171	Titaniumdioxid
E 172	Eisenoxide und Hydroxide
E 173	Aluminum
E 174	Silber
E 175	Gold
E 180	Litholrubin BK

2.2. Neue bzw. neuartige Farbstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

In den letzten Jahren sind zum Thema Farbstoffe in Lebensmitteln zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zu finden, welche sich mit folgenden Intentionen auseinandersetzen:

- Vermeidung des Einsatzes von Farbstoffen durch Entwicklung schonender Lebensmittelverarbeitungsverfahren und einer damit verbundenen Erhaltung der in dem jeweiligen Lebensmittel natürlich vorkommenden Farbpigmente
- Ersatz synthetisch hergestellter Farbstoffe durch Einsatz unterschiedlicher, meist aus Pflanzen gewonnener, Extrakte bzw. Konzentrate (v.a. Fruchtsaftkonzentrate)

Es lässt sich also auch bei den Farbstoffen ein eindeutiger Trend weg von den synthetisch hergestellten Farbstoffen (z.B.: Azofarbstoffe) über „natürliche“ Farbstoffe (z.B.: bestimmte Extrakte) hin zum Einsatz alternativer „natürlicher“ Lebensmittel mit färbenden Eigenschaften (z.B.: Lebensmittelkonzentrate) beobachten (siehe Tab 2-2).

Ein weiterer Trend am Farbstoffsektor ist die Anwendung von Perlglanzfarben, v.a. für Dragees. Bislang konnte dieser Effekt nur durch entsprechend aufwändigen Auftrag mehrerer gefärbter Zuckerschichten erzielt werden. Eine neue Möglichkeit, denselben Effekt in einem Schritt zu erzielen, sind neuartige Perlglanzfarben auf Titan- bzw. Eisenoxid/Glimmer-Basis [ANONYM (k), 2009].

Tabelle 2-2 soll einen Überblick über die in den letzten drei Jahren aus wissenschaftlicher Literatur und Patentschriften hervorgehenden neuen Färbemittel geben.

Tab. 2-2: Überblick über die in den letzten drei Jahren aus wissenschaftlicher Literatur und Patentschriften hervorgehenden neuen Färbemittel

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Coloring Naturally. As the organic and natural market continues to boom, innovative new approaches to natural colors ensure a bright and colorful future	Food Processing, USA. 67, (9): 44-46, 48-49, 2006	Steigende Nachfrage der Konsumenten nach Produkten mit natürlichen Farbstoffen
Stabilized Natural Blue and Green Colorants	US 2006/0003060 A1	Blauer natürlicher Farbstoff aus Kohlsaft, Aluminiumsulfat und Natriumbicarbonat; Unter Zusatz eines natürlichen gelben Farbstoffes, kann ein grüner natürlicher Farbstoff erzeugt werden
Colour Stability of canned strawberries using black carrot and elderberry juice concentrates as natural colourants	Eur Food Res Technol (2007) 224: 667-679	Verbesserung der Farbstabilität von Erdbeerkonserven durch Erhöhung des Anthocyan-Gehaltes durch Zusatz von Konzentraten aus schwarzer Rübe bzw. Holunderbeeren
Color me healthy. The key role of color in product development and the micro-nutrients contributed by natura colors	Mark Anthony, Ph.D., Technical Editor	Einsatz natürlicher Farbstoffe wie Karamel oder Pflanzenkonzentrate
Use of Cyclodextrins as a Secondary Antioxidants to Improve the Color of Fresh Pear Juice	J. Agric. Food Chem. 55 (2007) 6330-6338	Verhinderung der enzymatischen Bräunung von Birnensaft mithilfe von Cyclodextrinen
Caratinoides as colorants in reduced-fat mayonnaise containing spent brewer's yeast B-glucan as a fat replacer	Food Hydrocolloids 21 (2007) 565-574	Zusatz von Caratinoiden, d.h. Beta-Carotin und Lutein als natürliche Farbstoffe in fettreduzierter Mayonaise
Study on the preparation of acidproof caramel color	Food Science & Technology. 3, 150-155, 2007	Herstellung eines , unter sauren Bedingungen stabilen Farbstoffes aus Karamel unter Zugabe von Glucose und eines Amid-Katalysators
Carotenoids as food colorants	Alimentacion Equipos y Tecnologia. 226, 64-68, 2007	Der Einsatz von Caratinoiden als Farbstoffe wird diskutiert
Solanum scabrum - a potential source of a coloring plant extract	Euphytica. 158, (1, 2): 189-199, 2007	Eine Studie zur Nutzung von <i>Solanum scabrum</i> zur Herstellung von Lebensmittelfarbstoffen
The colour trend is natural	Food Marketing & Technology. 21, (5): 18, 21-22, 2007	Ansteigende Beliebtheit natürlicher Farbstoffe
Food colours from plants: patenting scenario	Indian Food Industry. 26, (3): 52-58, 2007	Patente im Bereich "natürliche Farbstoffe"
Colorant-free sweets. Use of Fruit-Max™ from Chr. Hansen for adding colour without E-numbers	Suesswaren. 52, (6): 12-13, 2007	Vorteile bei der Verwendung von Obst- und Gemüsekonzentraten und -extrakten als Färbemittel
Chlorella vulgaris biomass used as colouring source in traditional butter coo-	Innovative Food Science & Emerging	Verwendung der Grünalge <i>Chorella vulgaris</i> zur Färbung von Butterkek-

Titel	Journal/Patent	Inhalt
kies	Technologies. 8, (3): 433-436, 2007	sen
Determination of Color, Pigment, and Phenolic Stability in Yogurt Systems Colored with Nonacylated Anthocyanins from <i>Berberis boliviana</i> L. as Compared to Other Natural/Synthetic Colorants	Journal of Food Science 73/4 (2008) C241-C248	Färbung von Joghurt mittels Puder aus gefriergetrockneten <i>Berberis boliviana</i>
Colour evaluation of freeze-dried roselle extract as a natural food colorant in a system of a drink	LWT-Food Science and Technology 41(2008) 1437-1445	Ersatz der Farbstoffe SAN RED RC und Carmoesin durch gefriergetrocknetes Roselle-Extrakt in Getränken
Demand for natural colors. As consumers scrutinize food labels for artificial ingredients of all kinds, natural colors are growing in number	Food Processing, USA. 69, (3): 37-38, 40, 42, 2008	Steigende Nachfrage der Konsumenten nach Produkten mit natürlichen Farbstoffen
Pure foods - attractive colours	Food Design. 3, 12-14, 16, 2008	Die Verwendung von färbenden Lebensmitteln anstelle von künstlichen Farbstoffen wird diskutiert
Natural food colours on the rise	Asia & Middle East Food Trade. 25, (3): 26, 28, 2008	Die steigende Präferenz von natürlichen Farbstoffen im asiatischen Raum wird diskutiert
Carotenoid colours - the better alternative to artificial dyes	Innovations in Food Technology. 41, 60, 2008	Caratinoide als eine Alternative zu künstlichen Farbstoffen
Colours on trial	Food Ingredients Health & Nutrition. Aug, Sept, 35-36, 2008	Natürliche Farbstoffe und die auftretende Probleme bei Ihrer Nutzung
Alternative colour options - sources from nature	Wellness Foods Europe. May, 16-18, 2008	natürlich gewonnene Farbstoffe und färbende Lebensmittel
EXBERRYReg. colouring foodstuffs from GNT in childrens food: it tastes great to be sure!	Innovations in Food Technology. 38, 42-43, 2008	EXBERRYReg. Farben, hergestellt aus Obst- und Gemüsekonzentraten als Alternative für künstliche Farbstoffe
Colouring foodstuffs are leading the way in the ingredients market	Confectionery Production. 74, (4): 12, 2008.	Färbende Lebensmittel
beta-carotene-loaded nanostructured lipid carriers	Journal of Food Science. 73, (2): N1-N6, 2008	Verteilung von Beta Carotin in einer wässrigen Lösung mit Hilfe von NLC (Nanostructured lipid carriers)
Production of a red-purple food colorant from <i>Opuntia stricta</i> fruits by spray drying and its application in food model system	Journal of Food Engineering 90 (2009) 471-479	Sprühgetrockneter <i>O. stricta</i> -Saft als Färbemittel (alternative Quelle von Roter Beete für Betacyanin)
Color Me Natural. Colorant makers are becoming key allies in helping food and beverage companies meet growing demands for naturally derived colorants	Candy Industry. 174, (4): 42, 44, 2009	Trend natürliche Färbemittel, wie z.B Fruchtsaftkonzentrate in Lebensmitteln einzusetzen
A colouring composition comprising starch derivatives as a hydrocolloid	WO 2009/007273 A2	

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Stabilised carotenoid colours	Food Science & Technology. 23, (2): 47-48, 2009	Die zunehmende Verwendung von natürlichen Farbstoffen wird diskutiert

2.3. Clean-Labeling und „Natürlichkeit“

Im Moment wird an der Etablierung einer klaren Abgrenzung zwischen den deklarationspflichtigen natürlichen Farbstoffen und den nicht deklarationspflichtigen „Lebensmitteln mit färbenden Eigenschaften“ gearbeitet. Der letztdiskutierte „Entscheidungsbaum“ ist in Abbildung 2-1 dargestellt [ANONYM (I), 2008]. Unter „Lebensmittel mit färbenden Eigenschaften“ fallen somit färbende Lebensmittel als solche, deren Konzentrate und „Gesamtextrakte“. Wichtig ist hierbei die klare Definition des Begriffs „Gesamtextrakt“. Hierunter wird im Allgemeinen ein Extrakt verstanden, bei dessen Gewinnung einzelne Bestandteile nicht „selektiv“ entfernt/bevorzugt isoliert wurden, also einen Extrakt, dessen Zusammensetzung in etwa der des Ausgangslebensmittels entspricht (üblicherweise nicht Verzehrbares wie Cellulose oder Wachs darf dabei entfernt werden). Die Einschränkung der möglichen Extraktionsmittel wurde an diskutiert (da eben bereits alkoholische Auszüge andere Komponenten aufweisen, als wässrige Extrakte desselben Ausgangsmaterials).

Wenngleich die Abgrenzung dieser „*clean labeling*“ Färbung von deklarationspflichtiger Färbung nicht völlig geklärt ist, ist bereits ein „Run“ auf LM mit färbenden Eigenschaften zu verzeichnen. Am österreichischen LM-Markt bedeutende, auf die Produktion derartiger LM-Konzentrate spezialisierte Firmen - sind neben den typischen Aromenherstellern Esarom, Akras und Symrise – beispielsweise Vulcolor (Österreich), GNT (Niederlande; „Exberry“-Kollektion), Christian Hansen (Dänemark; „FruitMax“-Sortiment) und Wild (Deutschland).

Ein Antrag auf Verwendung von Schweinehämoglobinprodukten als färbende Zutat zu Produkten auf Fleisch- und Fischbasis wurde gestellt.

Hersteller „natürlicher“ LM-Färbemittel (seien es nun „natürliche Farbstoffe“ oder „LM mit färbenden Eigenschaften“) sind auf die Verfügbarkeit und Qualität der natürlichen Ausgangsstoffe angewiesen, haben mit natürlichen Schwankungen zu kämpfen, die die verlässliche Lieferung standardisierter Produkte erschwert etc. Eine Lösung dieser Probleme könnte in der Produktion von Farbpigmenten mittels ausgewählter Pilze liegen. In Asien werden die färbenden Pigmente aus dem Pilz *Monascus* zur LM-Färbung verwendet. Diese sind aber weder in der EU noch in den USA denkbar, weil sie Toxine produzieren. Alternativ produzierte man aber bereits Pigmente zur LM-Färbung mittels *Penicillium*-Pilzen, welche eben toxikologisch unbedenklich sind [THRANE und MEYER].

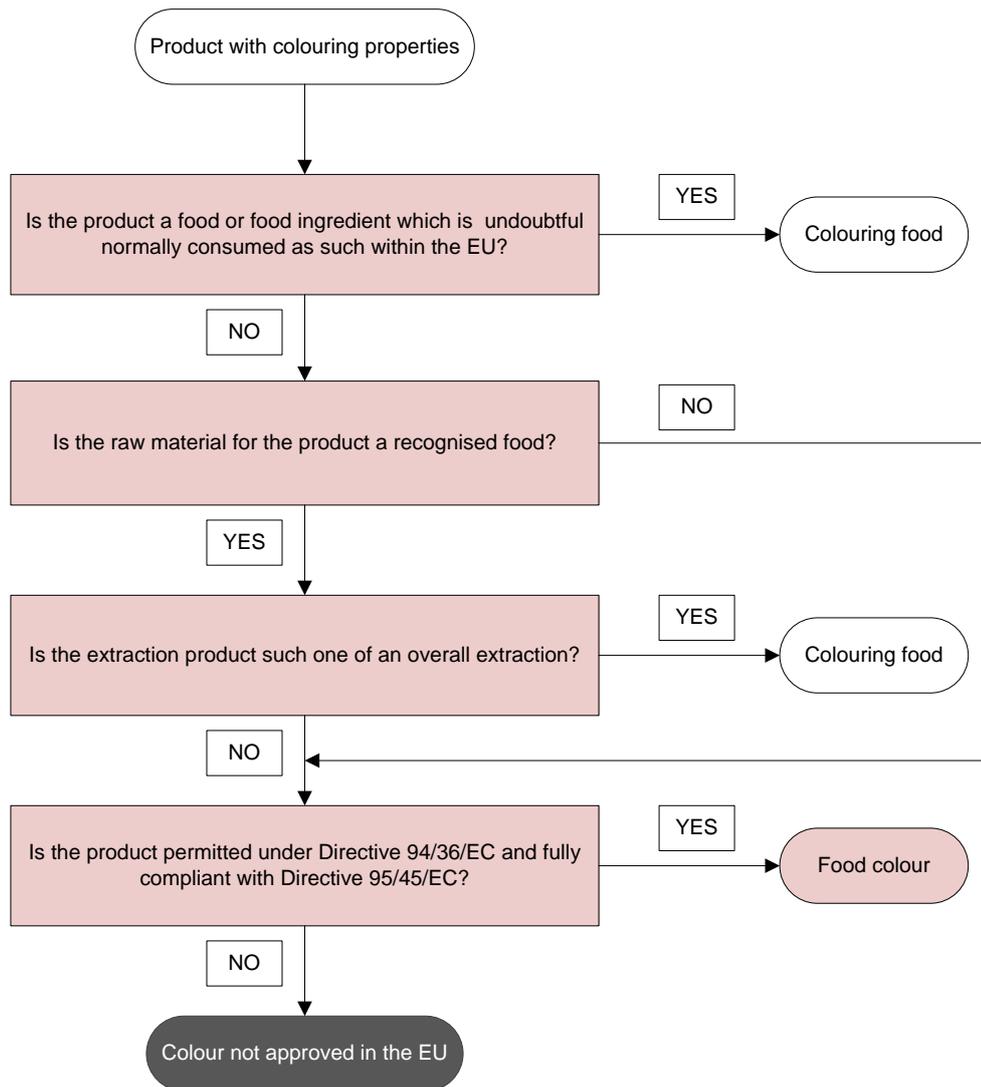


Abb. 2-1: Möglicher Entscheidungsbaum zur Unterscheidung zwischen Lebensmittelfarben und Lebensmitteln mit färbenden Eigenschaften (WGA/05/08 Rev. 1, Stand Okt. 2009)

2.4. Azofarbstoffe

Die im Zuge des FIAP geltende Verordnung über Lebensmittelzusatzstoffe, laut welcher bei einer Verwendung der im Anhang V aufgelisteten Farbstoffe - Gelborange S (E 110), Chinolingelb (E 104), Azorubin (E 122), Allurarot AC (E 129), Tartrazin (E 102) und Cochenillerot A (E 124) - die zusätzliche Angabe „Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen“ gemacht werden muss („ausgenommen Lebensmittel, bei denen der Lebensmittelfarbstoff/die Lebensmittelfarbstoffe bei Fleischerzeugnissen zur Kennzeichnung zu Gesundheits- oder anderen Zwecken verwendet wurde/wurden, sowie ausgenommen Stempelaufdrucke und Farbverzierungen auf den Schalen von Eiern“), verstärkt im europäischen Raum die Tendenz bzw. die Forschung und Entwicklung, um diese künstlichen Farbstoffe durch „natürliche“ Färbemittel zu ersetzen.

Die Ausgangsverbindung der Azofarbstoffe (Anilin), in welche manche Azofarbstoffe im Verdauungstrakt zerfallen sollen, ist schon lange in Verdacht kanzerogen zu sein, pseudoallergische Symptome an Haut und Atemwegen hervorzurufen und für Asthma- und Neurodermitispatienten bedenklich zu sein [CLAUSEN, 2009]. In den skandinavischen Ländern waren Azofarbstoffe jahrelang verboten. 1989 wurde Tartrazin (E102) in Österreich mit der

Begründung des Allergikerschutzes verboten (mit Ausnahmeregelungen für bestimmte Liköre und Kräuter/Gewürzbranntweine), Tatrazin enthaltende Arzneimittel sind bis heute mit einem Warnhinweis zu versehen. 1993 wurde im Rahmen der europäischen Vereinheitlichung der Farbstoffregelungen Tartrazin erneut erlaubt, sowie erstmals vier neue Azofarbstoffe (Allurarot AC, Rot 2G, Braun FK und Braun HT) zugelassen (CLAUSEN, 2009).

Die mit Inkrafttreten der neuen Zusatzstoff-VO geltende Verpflichtung zur Kennzeichnung mit dem Warnhinweis „Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen“ basiert auf einer 2007 durch McCANN et al. an der Universität Southamptons (UK) durchgeführten Studie (oft als „Southampton-Studie“ bezeichnet), nach welcher sich zwei Mischungen einiger Azofarbstoffe (E102, E110, E122, E124 bzw. E104, E110, E122, E129) mit Natriumbenzoat als Promotoren für Hyperaktivität und Verhaltensauffälligkeiten erwiesen. Die „Southampton-Studie“ hat aber auch zahlreiche kritische Betrachter. Bemängelt wird v.a., dass

- nur diese beiden Gemische (vier Azofarbstoffe mit Natriumbenzoat) untersucht wurden, jedoch der Nachweis der Wirkung der Einzelsubstanzen nie erbracht wurde. Es wäre demnach möglich, dass nur „ein oder zwei dieser Substanzen eine Auswirkung haben, dass Natriumbenzoat alleine wirkt oder dass es die Mischung macht“.
- Mc CANN et al. (2007) die restlichen Azofarbstoffe nicht berücksichtigt haben, obgleich diese chemisch sehr ähnlich sind.

Das mit der Überprüfung der Southampton-Studie beauftragte AFC-Gremium der EFSA zeigte zudem auf, dass die Auswirkungen sehr geringfügig waren, die beobachteten Wirkungen der beiden Gemische sowie zwischen den beiden getesteten Altersgruppen nicht übereinstimmten und Informationen über die klinische Bedeutung der beobachteten Verhaltensänderungen fehlen.

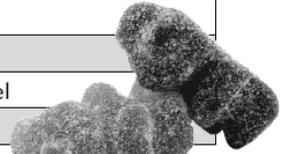
Die Evaluierung der Azofarbstoffe hat für die EFSA höchste Priorität. Die ADI-Werte für drei (E104, E110 und E124) der sechs in der Southampton-Studie berücksichtigten Azofarbstoffe wurden bereits gesenkt, während für E102, E122 und E129 eine Senkung nicht für notwendig erachtet wurde (EFSA, 2009). Erneut wurde ein Zusammenhang zwischen Tartrazineinnahme (E102) und Hautirritationen in kleinen Teilen der Bevölkerung erkannt.

Die Einführung des Warnhinweises könnte sich als von großer ökonomischer Bedeutung erweisen, zumal insbesondere Süßigkeiten häufig, eben aufgrund deren knalliger, langanhaltender Färbung, Azofarbstoffe erhalten. Eine Übersicht über die wesentlichen mit Azofarbstoffen gefärbten Lebensmittelgruppen ist in Tab. 2-3 angeführt. Der weltweite Markt für diese Farbstoffe beträgt rund 14,5 Milliarden Euro [ANONYM (m), 2008]. Während ein großer Teil der LM-Hersteller für andere Themen des FIAP kaum Handlungsbedarf sieht („man werde schon informiert werden, wenn etwas akut werde“; „Listen kämen eh erst in Jahren“), reagierten hier viele, vor allem die großen Hersteller bereits mit Forschungsaktivitäten zum Ersatz der Azofarbstoffe. Mars und Haribo beispielsweise erklärten bereits 2007, bis Ende 2007 in ihren Produkten (Mars, Skittles und Fruchtgummis etc.) Ersatz finden zu wollen.

An das Institut Lebensmitteltechnologie der Universität für Bodenkultur gingen bereits Anfragen von namhaften österreichischen Industriepartnern nach gemeinsamen Forschungsprojekten zum Ersatz der Azofarbstoffe durch „natürliche“ Farben ein. Das zeigt das Interesse, aber auch die Schwierigkeiten ihres Ersatzes auf. Insbesondere der Ersatz der roten Azofarbstoffe erweist sich als problematisch, zumal alle natürliche Alternativen dazu v.a. in der Stabilität/Lichtechtheit nachstehen.

Tab. 2-3: Derzeitige Einsatzbereiche der diversen Azofarbstoffe

E-Nummer	Name	Farbe	Verwendung in
E 102	Tartrazin	gelb	Brausepulver, Brausen, Sirup, Schmelzkäse, Speiseeis, Pudding und Desserts, Kuchen, Kekse, Süßwaren, gesalzene Knabberartikel, Würzsoßen
E 110	Sunsetgelb	orange	gesalzene Knabberartikel, Schmelzkäse, Brausepulver, Brausen, Sirup, Speiseeis, Pudding, Desserts, Kuchen, Kekse, Süßwaren, Konfitüren, Fruchtzubereitungen
E 122	Azorubin	rot	gesalzene Knabberartikel, Schmelzkäse, Brausepulver, Brausen, Sirup, Speiseeis, Pudding, Desserts, Kuchen, Kekse, Süßwaren, Konfitüren, Fruchtzubereitungen
E 123	Amaranth	rot	Kaviar, Liköre und Spirituosen
E 124	Cochinillerot A	rot	Würzmittel, gesalzene Knabberartikel, Schmelzkäse, Süßwaren, Speiseeis, Desserts, Kuchen, Kekse, Brausepulver, Brausen, Sirup
E 129	Allurarot	rot	Brausepulver, Brausen, Sirup, Schmelzkäse, Speiseeis, Pudding, Desserts, gesalzene Knabberartikel, Süßwaren
E 151	Brilliant schwarz	schwarz	Süßwaren, Kaviar-Ersatz
E 154	Braun FK	braun	englischer Räucherhering
E 155	Braun HT	braun	Süßwaren, Eis, Kuchen, Kekse, Würzmittel
E 180	Litholrubin	rot	essbare Käserinde



3. Konservierungsstoffe (preservatives) (Funktionsklasse 3)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Konservierungsstoffe“ sind Stoffe, die die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängern, indem sie sie vor den schädlichen Auswirkungen von Mikroorganismen schützen, und/oder vor dem Wachstum pathogener Mikroorganismen schützen.

3.1. Allgemeine Aspekte

Die chemische Konservierung ist keine Erfindung der Neuzeit, weil dazu prinzipiell auch das Räuchern und Pökeln gezählt werden kann. Rauchinhaltsstoffe werden dabei an das Lebensmittel angelagert, welche das Wachstum schädlicher Mikroorganismen verhindern. In weiterer Folge wurden dann andere chemische Konservierungsmittel entdeckt, von denen aber nur sehr wenige in Lebensmitteln zugelassen sind. In den Augen der Konsumenten haben chemische Konservierungsmittel ein sehr schlechtes Image, obwohl sie zu den bestuntersuchten Zusatzstoffen zählen und direkt auf die Mikroorganismen einwirken ohne Lebensmittelinhaltsstoffe zu beeinflussen. Außerdem wird das Ausmaß der chemischen Konservierung maßlos überschätzt. Abgesehen von Feinkostprodukten findet man im Supermarkt sehr wenige chemisch konservierte Lebensmittel.

Aufgrund des sehr schlechten Images von Konservierungsstoffen wurden in letzter Zeit auch kaum neue Konservierungsmittel zugelassen.

3.2. Neue bzw. neuartige Konservierungsstoffe und -konzepte in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Wie auch bei den Farbstoffen sind die Industrie und die Wissenschaft auch in diesem Bereich sehr bemüht, natürliche Alternativen zu den herkömmlichen Konservierungsmitteln aus verschiedensten Pflanzen und Früchten zu extrahieren.

In der Zuckerproduktion wird schon seit Jahren im Zuge der Rübenextraktion die starke antibakteriostatische Wirkung der Hopfenbittersäuren ausgenutzt, und somit der Einsatz von Formalin vermieden (POLLACH et al., 2002). Mittlerweile wird in diesem Gebiet auch der Einsatz weiterer natürlicher Konservierungsmittel wie Myristinsäure aus Palkernmöl oder Harzsäuren aus Baumharzen genutzt, um ein Nachlassen der konservierenden Wirkung (durch Adaption der Mikroorganismen bei der Verwendung ein und desselben Konservierungsmittels über einen langen Zeitraum) zu vermeiden (POLLACH et al., 2004). Weitere Einsatzgebiete von Hopfenbittersäuren liegen in der Bioethanolproduktion, wo diese während des Fermentationsprozesses alternativ zu Antibiotika verwendet werden können (RÜCKLE, 2005), sowie in der Nassmaislagerung (ZINSBERGER, 2008).

Oft wird auch versucht, eine Kombination aus Konservierungs- und Antioxidationsmitteln zu schaffen, um mit Hilfe eines einzigen Extraktes sowohl ein mikrobiologisch unbedenkliches, als auch optisch bzw. geschmacklich ansprechendes Produkt zu erhalten.

Tabelle 3-2 zeigt einige neuere Beispiele von vorgeschlagenen natürlichen Konservierungsmitteln bzw. Konservierungsmittelgemischen.

KANAT et al. (2008) gelang es in ihrer Studie beispielsweise, die Haltbarkeit von Schweinefleisch zu verlängern, indem sie ein Gemisch aus Chitosan, welches sehr starke antimikrobielle Wirkung jedoch kaum antioxidative Eigenschaften aufweist, und Minzextrakt, welcher genau - gegenteilig dazu - zwar stark antioxidativ wirksam ist, jedoch kaum antimikrobielle Aktivität besitzt, herstellten.

Neben dem Einsatz „natürlicher“ Konservierungsstoffe wird alternativ auch die Verwendung aktiver Verpackungen oder Überzüge intensiv diskutiert. GUILLARD et al (2009) testeten beispielsweise in ihrer Studie einen aus Bienenwachs bzw. Weizengluten bestehenden Lebensmittelüberzug, welcher als antimikrobiellen Bestandteil Sorbinsäure enthielt, um eine Reduktion an Konservierungsmitteln in Lebensmitteln zu erreichen (siehe auch Kapitel: aktive Verpackungen).

Auch Versuche, Reststoffe der Lebensmittelindustrie weiter zu verwerten und natürliche Konservierungsmittel aus diesen zu gewinnen, sind in der Literatur oft zu finden (siehe auch Kapitel Aromen). SERRA et al. (2008) beispielsweise, verwendeten in ihrer Studie Reststoffe aus der Olivenöl- bzw. Weinherstellung, welche sowohl reich an Polyphenolen als auch an Quercetin, Hydroxytyrosol und Oleuropein sind, zur Konservierung von Rindfleisch.

Neben der chemischen Konservierung gibt es auch enzymatische Methoden, um ein Lebensmittel haltbar zu machen. Ähnlich wie die chemischen Konservierungsmittel wirken auch Enzyme spezifisch auf MO ein und beeinträchtigen Lebensmittelinhaltsstoffe nicht. Vor ca. 90 Jahren erkannte man die antibakterielle Wirkung des in der Tränenflüssigkeit und im Eiklar enthaltenen Lysozyms. Dieses Enzym spaltet die β -1,4-Bindung zwischen N-Acetylmuraminsäure und N-Acetylglucosamin. Es zerstört die Zellhülle von gram-positiven Bakterien (Tabelle 3-2). Durch gezielte Zusätze soll es auch gram-negative Bakterien am Wachstum hindern. Im Lebensmittelbereich hat sich Lysozym, das aus Eiklar abgetrennt wird, bei der Käseherstellung zur Verhinderung der Spätblähung bei Hartkäsen bewährt. Ebenso kann es auch zur Behandlung von Traubenmost und Wein verwendet werden.

Die enzymatische Konservierung wird mit großem Aufwand erforscht, der große Durchbruch ist aber noch nicht gelungen. Das Hauptproblem liegt an der Vielzahl der Mikroorganismen, die bekämpft werden müssen [HEISS, 2004].

Es gibt verschiedene Abwehrstrategien gegen Mikroorganismen (Tab. 3.3). Lactoperoxidasen können zum Beispiel natürlich vorhandenes Thiocyanat in keimtötendes Hypthiocyanit umsetzen [STEELE et al., 1969]. Im Vergleich dazu greifen Chitinasen direkt Pilzzellwände an.

Tab. 3-1: Enzymatische Abwehrstrategien gegen Mikroorganismen

STRATEGIE	WIRKKOMPONENTE	WIRKUNGSWEISE
Entfernung lebenswichtiger Metaboliten	Oxidasen/Katalase Transferrin (Lactoferrin)	Sauerstoffentfernung Entfernung von Eisen
Bildung von für MO toxischen Stoffen	Oxidasen Lipasen Lactoperoxidasen	Bildung von Wasserstoffperoxid Bildung von freien Fettsäuren Bildung von Hypthiocyanat
Zellwandzerstörende Enzyme	Lysozym Chitinasen Glucanasen	Lyse von gram+ Bakterien Lyse von Pilzzellwänden Lyse von Hefezellen

Ein spezielles Kapitel ist die Verwendung von Bakteriophagen als „Konservierungsmittel“. Bakteriophagen sind Viren, welche bestimmte Bakterienarten bzw. -stämme befallen und lysieren (auflösen). Die Idee dahinter ist nun, Bakteriophagenpräparate oberflächlich auf Käse, Fleisch-

und Fischprodukte aufzubringen, um bestimmte pathogene Keime zu inaktivieren. Solche Präparate sind im Handel auch schon erhältlich wie z.B. das Produkt „ListexTMP100“. Dieses wirkt gegen Listerien und hat in den USA den GRAS Status von der FDA erhalten. Das „Panel on Biological Hazards“ der EFSA hat zu diesem Thema am 22. April 2009 ein vorläufiges Bewertungsgutachten abgegeben (*Question No EFSA-Q-2008-400*). Dieses Gutachten kommt zum Schluss, dass Bakteriophagen durchaus wirksam sein können. Offen bleibt aber die Frage, ob dadurch ein nachhaltiger Schutz - so wie bei den konventionellen Konservierungsmitteln - gegeben ist. Ein weiteres Problem besteht in der Tatsache, dass Bakteriophagen eben nur ganz spezifisch gegen eine Bakterienart wirken und damit kein allumfassender Schutz gegeben ist.

Eine weitere Möglichkeit, um den Einsatz von Konservierungsstoffen zu minimieren, ist die Verwendung eines Hürdenkonzeptes. Die Idee dahinter ist, nicht nur eine Haltbarkeitsbarriere für Mikroorganismen anzuwenden, sondern mehrere zu kombinieren, wodurch jede einzelne für sich in geringerem Ausmaß eingesetzt werden muß. Bei chemisch konservierten Lebensmitteln kommt vor allem die Kombination mit der Reinraumtechnik in Frage, um die Ausgangskeimzahlbelastung der Lebensmittel zu reduzieren. Je geringer diese ist, umso wirksamer ist der Schutz durch Konservierungsmittel und umso länger die erzielbare mikrobiologische Haltbarkeit.

Tab. 3-2: Beispiele von natürlichen und chemischen Konservierungsmitteln bzw. Konservierungsmittelgemischen

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Food and beverage preservative	United States Patent Application Publication. US 2007/0298150 A1; 2007	Konservierungsmittelkomposition welche Zellulosefasern verschiedener Gemüse enthält
Antimicrobial activity and constituents in rumpu roman extract as a natural food preservative	Journal of the Food Hygienics Society of Japan (Shokuhin Eiseigaku Zasshi). 48, (4): 106-111, 2007	Verwendung des Extraktes des Grases Rumpu Roman als Konservierungsmittel; Analyse der antimikrobiell wirksamen Inhaltsstoffe
Bacteriocin: a biological food preservative	Journal of Food Science & Technology. 44, (5): 459-464, 2007	Klassifizierung von Bacteriocinen, ihre Art zu arbeiten, ihr antibakterielles Spektrum, Organisation von Genclustern, und ihre Anwendung
Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon Escherichia coli	Food Chemistry. 104, (3): 1025-1029, 2007	Verwendung von Bienenharz zur Konservierung
Tunisian Salvia officinalis L. and Schinus molle L. essential oils: Their chemical compositions and their preservative effects against Salmonella inoculated in minced beef meat.	International Journal of Food Engineering. 4, (4): 2008	Konservierende Wirkung essentieller Öle aus tunesischem Salbei und peruanischem Pfefferbaum
In vitro evaluation of olive- and grape-based natural extracts as potential preservatives for food	Innovative Food Science & Emerging Technologies. 9, (3): 311-319, 2008	Verwendung von Reststoffen aus der Olivenöl- bzw. Weinproduktion (enthalten Polyphenole, Quercetin, Hydroxytyrosol, Oleuropein) zur Konservierung von Rindfleisch
Microbial fermented tea - a potential source of natural food preservatives	Trends in Food Science & Technology. 19, (3): 124-130, 2008	Beschreibung besonderer Verfahren zur Fermentation von Tee und der während der Fermentation gebildeten antimikrobiologisch wirksamen Verbindungen
Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products	Food Chemistry. 107, (2): 845-852, 2008	Verwendung einer Minze (antioxidativ)-Chitosan (antibakteriell)-Mischung zur Konservierung von Fleisch und Fleischprodukten
Green tea - A potential preservative for extending the shelf life of fresh	Food Chemistry. 107, (1): 426-433, 2008	Verwendung eines ethanolischen Extraktes von Grünem Tee zur Verlängerung der

Titel	Journal/Patent	Inhalt
mutton at ambient temperature (25 +or- 2 degrees C).		Haltbarkeit von frischem Hammelfleisch
Chitosan glucose complex - a novel food preservative	Food Chemistry. 106, (2): 521-528, 2008	Antioxidative und Antimikrobielle Eigenschaften eines Chitosan-Glucose-Komplexes und Verwendung dessen als Konservierungsmittel in Fleischwaren
Research on the new type preservative for chicken product	Food Science & Technology. 3, 173-177, 2007	Verwendung unterschiedlicher Konservierungsmittel, welche Nisin und Ozon enthalten, zur Konservierung von Hühnerfleisch
Propolis: creating a buzz as a natural preservative	Food Engineering & Ingredients. 32, (2): 9-11, 2007	Verwendung von Bienenharz (Propolis) als Konservierungsmittel
Preservative Method	United States Patent Application Publication. US 2008/0206414 A1; 2008	Methode zur Produktion eines mikrobiologisch stabilen und sicheren Lebensmittels
Low fat product comprising a natural preservative system and a method for making the same	United States Patent Application Publication. US 2008/0193615 A1; 2008	Konservierungsmittel, welches eine Mischung aus aliphatischen und aromatischen Isothiocyanaten enthält
Antimicrobial activity and cytotoxicity of picolinic acid and selected picolinates as new potential food preservatives	Pol. J. Food Nutr. Sci. 2008, Vol. 58, No. 4, pp 415-418	Abschätzung der antimikrobiologischen Aktivität und der Cytotoxizität von Picolinsäure, Natrium-Picolinat und Kalium-Picolinat im Vergleich zu Benzoesäure und deren Derivaten
Essential oil and oleoresins of Cinnamomum tamala (tejpat) as natural food preservatives for pineapple fruit juice	Journal of Food Processing & Preservation. 32, (5): 719-728, 2008	Verwendung von essentiellen Ölen und Oleoresin des indischen Lorbeerblattes Tejpat als natürliches Konservierungsmittel in Ananassaft
Efficiency of anacardic acid as preservative in tomato products	Journal of Food Processing & Preservation. 32, (4): 600-609, 2008	Verwendung eines Extraktes aus Cashewnüssen zur Konservierung von Tomatenprodukten
A compound preservative for extending shelf life of emulsion-type sausage	Food Science, China. 29, (8): 624-627, 2008	Ein aus mehreren Komponenten bestehendes Konservierungsmittel (Sorbinsäure, Natriumlaktat, Nisin und EDTA) zur Konservierung einer Emulsion (Sauce)
Natural antimicrobials and preservatives	NutraCos. 7, (5): 24-27, 2008	Unterschiedliche antimikrobielle Wirkstoffe und Konservierungsmittel (u.a. Kurkumaöl, Gewürzllilie, Buntnesselöl, essentielle Öle aus verschiedenen Gewürzen) werden diskutiert
Monitoring of natural preservative levels in food products	Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition. 37, (12): 1640-1646, 2008	Bildung von natürlichen Konservierungsmitteln (Benzoesäure und Propionsäure) während der Herstellungsprozesse (z.B. Fermentation) in verschiedenen Lebensmitteln (Beeren, funktionelle Lebensmittel, Essig, gesalzte und eingelegte Lebensmittel)
Influences of packing materials on the preservative effect of Biluochun tea.	Modern Food Science & Technology. 24, (5): 448-451, 2008	Einfluss verschiedener Verpackungsmaterialien auf die Haltbarkeit von Biluochun-Tee
Natural preservative ingredient from marine alga Ulva lactuca L	Advances in Food Sciences. 30, (3): 160-169, 2008	Verwendung von Seetang als eine Quelle antimikrobieller und antioxidativer Verbindungen
Food preservative, and method for preserving foods	Japanese Patent Application. JP 2008061520 A; 2008	Antibakterielles, kristallines Pulver, bestehend aus reduzierter Isomaltulose und Ethanol
Inhibition of food-borne pathogens by T1, a novel antimicrobial peptide as a potential food preservative	International Journal of Food Engineering. 4, (4): 2008	Verwendung eines rekombinanten, antimikrobiellen Peptides zur Konservierung von Lebensmitteln

Titel	Journal/Patent	Inhalt
In vitro evaluation of olive- and grape-based natural extracts as potential preservatives for food	Innovative Food Science & Emerging Technologies. 9, (3): 311-319, 2008	Verwendung von Extrakten aus Trauben und Oliven als natürliche Konservierungsmittel
Food preservative content reduction by controlling sorbic acid release from a superficial coating	Innovative Food Science & Emerging Technologies. 10, (1): 108-115, 2009	Reduktion von Konservierungsmitteln in Lebensmitteln durch Verwendung antimikrobieller Coatings
Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork	Journal of the Science of Food & Agriculture. 89, (11): 1879-1885, 2009	Antioxidative und antimikrobielle Wirkung natürlicher Konservierungsmittel (Extrakte von Zimtstangen, Oregano, Gewürznelken, Granatapfelschalen und Traubenkernen) bei rohem Schweinefleisch
Natural preservative ingredient from marine alga <i>Ulva lactuca</i> L.	International Journal of Food Science & Technology. 44, (9): 1688-1695, 2009	Die Antioxidative und Antimikrobielle Wirkung eines Extraktes des Seetangs <i>Ulva lactuca</i> wurde untersucht
Application of cinnamic acid compound natural preservatives in pickles	Modern Food Science & Technology. 25, (3): 314-316, 323, 2009	Konservierung von Schweinefleisch mithilfe unterschiedlicher natürlicher Konservierungsmittel kombiniert mit Natriumbenzoat und Kaliumsorbat auf
Food preservative potential of essential oils and fractions from <i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Ocimum gratissimum</i> and <i>Thymus vulgaris</i> against mycotoxigenic fungi.	International Journal of Food Microbiology. 131, (2, 3): 151-156, 2009	Verwendung essentieller Öle aus Zitronengras, afrikanischem Basilikum und Thymian als natürliche Konservierungsmittel

4. Antioxidationsmittel (antioxidants) (Funktionsklasse 4)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Antioxidationsmittel“ sind Stoffe, die die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängern, indem sie sie vor den schädlichen Auswirkungen der Oxidation wie Ranzigwerden von Fett und Farbveränderungen schützen.

4.1. Allgemeine Aspekte

Lebensmittelinhaltsstoffe mit ungesättigten Verbindungen (z.B. Aromastoffe, ungesättigte Fettsäuren) werden bei der Lagerung durch Licht- und Sauerstoffeinfluss rasch verändert, was sich auf den Geruch und Geschmack negativ auswirkt (z.B. Ranzigkeit, Fehlgeruch und -geschmack). Das kann sehr oft auch im Haushalt beobachtet werden, wenn gekochte Speisen gelagert und dann vor dem Verzehr wieder aufgewärmt werden. In den meisten Fällen kann das sensorisch erkannt werden. Die Speisen haben einen sogenannten „Kochgeschmack“ oder „Aufwärmgeschmack“ angenommen, der auf die oben genannten Oxidationsvorgänge zurückzuführen ist.

Bei gegarten Convenience-Produkten (Fertiggerichten) ist dieser „Kochgeschmack“ ein großes Problem und vielfach die Ursache dafür, dass sie an den Geschmack von frisch gekochten Speisen nicht herankommen. Zugesezte Antioxidantien können diese geschmacklichen Veränderungen in gewissem Ausmaß verzögern, aber auf Dauer nicht verhindern.

Da die Produktgruppe der Fertiggerichte immer mehr ansteigt, ist parallel dazu auch der Einsatz von Antioxidantien in der Lebensmittelproduktion ansteigend.

In Tabelle 4-1 werden die im *Codex Alimentarius* (www.codexalimentarius.net) der FAO/WHO unter der Zusatzstoffklasse „Antioxidantien“ genannten Stoffe angeführt. Diese Klasse wird in drei Unterklassen unterteilt, nämlich in Antioxidantien, Synergisten und Sequestranten (Komplexbildner). Die letzteren werden in der EU als eigene Zusatzstoffklassen geführt (Nr. 23).

Tab. 4-1: Im Codex Alimentarius der FAO/WHO angeführte Antioxidantien

Antioxidants	
• 4-Hexylresorcinol	• Calcium hydrogen sulphite
• Alpha-tocopherol	• Calcium isoascorbate
• Anoxomer	• Calcium sulphite
• Ascorbic acid (L-)	• Citric acid
• Ascorbyl palmitate	• Dilauryl thiodipropionate
• Ascorbyl stearate	• Disodium ethylene-diamine-tetraacetate
• Butylated hydroxyanisole	• Distearyl thiodipropionate
• Butylated hydroxytoluene	• Dodecyl gallate
• Calcium ascorbate	• Ethoxyquin
• Calcium disodium ethylene-diamine-tetraacetate	• Ethyl gallate
	• Glucose oxidase

- Guaiac resin
- Isoascorbic acid
- Isopropyl citrates
- Lecithins
- Mixed tocopherols
- Octyl gallate
- Oxystearin
- Phytic acid
- Potassium ascorbate
- Potassium bisulphite
- Potassium isoascorbate
- Potassium metabisulphite
- Potassium sulphite
- Propyl gallate
- Sodium ascorbate
- Sodium hydrogen sulphite
- Sodium isoascorbate
- Sodium metabisulphite
- Sodium sulphite
- Sodium thiosulphate
- Stannous chloride
- Sulphur dioxide
- Synthetic delta-tocopherol
- Synthetic gamma-tocopherol
- Tertiary butylhydroquinone
- Thiodipropionic acid

Antioxidant Synergists

- Orthophosphoric acid
- Potassium lactate
- Sodium lactate
- Tartaric acid (L (+)-)

Sequestrants

- 1, 4 - Heptonolactone
- Acetic and fatty acid esters of glycerol
- Calcium citrates
- Calcium disodium ethylene-diamine-tetra-acetate
- Calcium sulphate
- Citric acid
- Citric and fatty acid esters of glycerol
- Diacetyltartaric and fatty acid esters of glycerol
- Diphosphates
- Isopropyl citrates
- Lactic and fatty acid esters of glycerol
- Mixed tartaric, acetic and fatty acid esters of glycerol
- Oxystearin
- Polyphosphates
- Potassium citrates
- Potassium gluconate
- Potassium phosphates
- Potassium sodium tartrate
- Potassium tartrates
- Sodium acetates
- Sodium citrates
- Sodium gluconate
- Sodium phosphates
- Sodium tartrates
- Sodium thiosulphate
- Sorbitol and sorbitol syrup
- Stearyl citrate
- Succinylated monoglycerides
- Tartaric acid (L (+)-)
- Tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids
- Triphosphates

4.2. Neue bzw. neuartige Antioxidationsmittel

Insbesondere gegen den Einsatz der synthetischen Antioxidantien werden immer wieder Bedenken von Konsumenten und Konsumentenschutzorganisationen geäußert. Das hat dazu geführt, dass schon vor vielen Jahren begonnen wurde, nach natürlichen Alternativen zu suchen.

Im Prinzip zeigen alle phenolischen Verbindungen in mehr oder weniger großem Ausmaß antioxidative Eigenschaften. Phenolische Verbindungen kommen nun in allen pflanzlichen Rohstoffen vor, weshalb hier ein großes Potential an natürlichen, antioxidativen Stoffen besteht.

Manche pflanzlichen Rohstoffe wie Gewürze sind besonders reich an diesen Inhaltsstoffen. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass Gewürzextrakte (z.B. Rosmarin) schon seit längerer Zeit auch wegen ihrer antioxidativen Eigenschaften in der Lebensmittelproduktion eingesetzt werden.

Tabelle 4-2 zeigt weitere Möglichkeiten zur Nutzung von natürlichen, antioxidativen Eigenschaften.

Tab. 4-2: Neue bzw. neuartige Antioxidationsmittel bzw. –kombinationen

Titel	Journal/Patent	Inhalt
The potential antioxidant capacity and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of Monascus-fermented soybean extracts: Evaluation of Monascus-fermented soybean extracts as multifunctional food additives	Journal of Food Science. 72, (3): 218-223, 2007	Antioxidative Kapazität von fermentiertem Sojabohnen-Extrakt
Safety assessment of ellagic acid, a food additive, in a subchronic toxicity study using F344 rats	Food & Chemical Toxicology. 46, (3): 1119-1124, 2008	Sicherheitsbewertung der antioxidativ wirksamen Ellagsäure mit Hilfe von F344 Ratten
Antioxidative activity of rosemary extract using connective tissue proteins as carriers	International Journal of Food Science & Technology. 43, (8): 1437-1442, 2008.	Antioxidative Kapazität von Rosmarinextrakt wenn Elastin und Collagen als Trägerstoffe verwendet werden
Potential food additives from <i>Carex distachya</i> roots: identification and in vitro antioxidant properties	Journal of Agricultural & Food Chemistry. 56, (17): 8218-8225, 2008.	Antioxidative Eigenschaften des methanolischen Extaktes der Wurzel von <i>Carex distachya</i>
Antioxidant effects of flavonoids used as food additives (purple corn color, enzymatically modified isoquercitrin, and isoquercitrin) on live carcinogenesis in a rat medium-term bioassay	Journal of Food Science. 73, (7): C561-C568, 2008	Antioxidative Eigenschaften des Farbstoffes von Purpurgetreide, enzymatisch hergestelltem Isoquercitrin und Isoquercitrin
Synthesis of 6-L-ascorbyl cis- beta-methoxycarbonylacrylate and its antioxidant property in lard	Modern Food Science & Technology. 24, (10): 992-994, 2008	Anioxidative Kapazität von AMC in Schweineschmalz im Vergleich zu TBHQ und Ascorbinsäure
Spray drying of the soybean extract: effects on chemical properties and antioxidant activity	LWT - Food Science & Technology. 41, (8): 1521-1527, 2008	Auswirkung von den Parametern während der Sprühtrocknung auf den Polyphenolgehalt, und damit die antioxidative Kapazität von Sojabohnenextrakt
Antioxidant activity of phylogenous industrial waste and derived extracts for the production of feed and food additives	International Journal of Food Science & Technology. 44, (4): 702-710, 2009	Die antioxidative Kapazität von 75 Pflanzenextrakten und Nebenprodukten (Abfälle aus der Lebensmittel- und Gewürzindustrie) wurde analysiert
Effects of green tea extract on 'Golden Delicious'	Journal of Food	Verzögerung der enzymati-

Titel	Journal/Patent	Inhalt
apple polyphenoloxidase and its browning	Biochemistry. 33, (1): 134-148, 2009	schen Bräunung von Apfelstücken mithilfe eines Extraktes aus grünem Tee
Composition and in vitro antioxidant effects of jellyfish <i>Catostylus tagi</i> from Sado Estuary (SW Portugal).	Journal of Aquatic Food Product Technology. 18, (1, 2): 90-107, 2009	
Antioxidant capacity of the striped sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) seed extracts evaluated by three in vitro methods	International Journal of Food Sciences & Nutrition. 60, (5): 395-401, 2009	Ermittlung der antioxidativen Kapazität eines Sonnenblumenkern-Extraktes
Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) fruit varieties grown in Tunisia	International Journal of Food Science & Technology. 44, (11): 2314-2319, 2009	Evaluierung des Phenolgehaltes und der antioxidativen Aktivität von vier verschiedenen Dattelsorten
Flavonoid composition and antioxidant activity of tree peony (<i>Paeonia Section Moutan</i>) yellow flowers	Journal of Agricultural & Food Chemistry. 57, (18): 8496-8503, 2009	
Natural antioxidants protecting irradiated beef burgers from lipid oxidation	LWT - Food Science & Technology. 43, (1): 98-104, 2010	
A new antioxidant from wild nutmeg	Food Chemistry. 118, (3): 489-496, 2010	Antioxidantien in Muskatnuss
Biologically important thiols in aqueous extracts of spices and evaluation of their in vitro antioxidant properties	Food Chemistry. 118, (3): 589-593, 2010	HPLC-Analyse der in Kurkuma, Ingwer, Senfsaat, Koriander, Kardamom und Bockshornklee enthaltenen Thiole, und Analyse deren antioxidativen Kapazitäten
Polysaccharides from <i>Turbinaria conoides</i> : structural features and antioxidant capacity	Food Chemistry. 118, (3): 823-829, 2010	Antioxidative Aktivität von aus <i>Turbinaria conoides</i> isolierten Polysacchariden
Antioxidant mechanisms of Trolox and ascorbic acid on the oxidation of riboflavin in milk under light	Food Chemistry. 118, (3): 534-539, 2010	Verzögerung der Oxidation von Riboflavin in Milch durch Zugabe von Trolox und Ascobinsäure
Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage.	Food Chemistry. 118, (3): 656-662, 2010	Ersatz synthetisch hergestellter Antioxidantien durch drei verschiedene Rosmarinextrakte (hohe Konzentration an Carnosolsäure)
Antioxidant potentials of buntan pumelo (<i>Citrus grandis</i> Osbeck) and its ethanolic and acetified fermentation products	Food Chemistry. 118, (3): 554-558, 2010	Antioxidative Kapazität von Pomelos und einiger ihrer fermentierten Produkte
Antioxidant activities from the aerial parts of <i>Platycodon grandiflorum</i>	Food Chemistry. 118, (2): 278-282, 2010	Antioxidative Eigenschaften des ethanolschen bzw. butanolschen Extraktes der Ballonblume (<i>Platycodon grandiflorum</i>)
Antioxidant activities of phenolic rich fractions (PRFs) obtained from black mahlab (<i>Monechma ciliatum</i>) and white mahlab (<i>Prunus mahaleb</i>) seed-cakes	Food Chemistry. 118, (1): 120-127, 2010	Antioxidative Kapazität des methanolschen Extraktes von Mahlab (Keimling aus dem Kern der Felsenkirsche)
Antioxidant and anticancer activities of 8-hydroxy-psoralen isolated from wampee <i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels peel	Food Chemistry. 118, (1): 62-66, 2010	Isolierung und Analyse der Antioxidantien (insbesondere 8-Hydroxy-psoralen) der Früchte des Baumes <i>Clausena lansium</i>

5. Trägerstoffe (carriers) (Funktionsklasse 5)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Trägerstoffe“ sind Stoffe, die verwendet werden, um Lebensmittelzusatzstoffe, -aromen oder -enzyme, Nährstoffe und/oder sonstige Stoffe, die einem Lebensmittel zu Ernährungszwecken oder physiologischen Zwecken zugefügt werden, zu lösen, zu verdünnen, zu dispergieren oder auf andere Weise physikalisch zu modifizieren, ohne ihre Funktion zu verändern (und ohne selbst eine technologische Wirkung auszuüben), um deren Handhabung, Einsatz oder Verwendung zu erleichtern.

5.1. Allgemeine Aspekte

Tabelle 5-1 zeigt die zugelassenen Trägerstoffe und Trägerlösungsmittel laut der Miscellaneous-Richtlinie von 1995.

Tab. 5-1: Zugelassene Trägerstoffe und Trägerlösungsmittel in der EU (exklusive: Stoffe, die primär als Säuerungsmittel oder Säureregulatoren verwendet werden) [Richtlinie 95/2/EG (Miscellaneous-Richtlinie)]

E 170	Glycerin
E 263	Sorbit
E 322	Mannit
E 331	Isomalt
E 332	Maltit
E 341	Lactit
E 400	Xylit
E 401	Alginsäure
E 402	Natriumalginat
E 403	Kaliumalginat
E 404	Ammoniumalginat
E 405	Calciumalginat
E 406	Propylenglykolalginat
E 407	Agar-Agar
E 410	Carrageen
E 412	Johannisbrotkernmehl
E 413	Guarkernmehl
E 414	Tragant
E 415	Gummi arabicum
E 420	Xanthan
E 421	Pektin
E 422	Polysorbat 20
E 425	Polysorbat 80
E 432	Polysorbat 40
E 433	Polysorbat 60
E 434	Polysorbat 65
E 435	Ammoniumsalze von Phosphatidsäuren
E 436	Cellulose (mikrokristallin oder als Pulver)

- E 440 Methycellulose
- E 442 Hydroxypropylcellulose
- E 459 Hydroxypropylmethylcellulose
- E 460 Ethylmethylcellulose
- E 461 Carboxymethylcellulose/Natriumcarboxymethylcellulose
- E 463 Lecithin
- E 464 Magnesiumsalze von Speisefettsäuren
- E 465 Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren
- E 466 Essigsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren
- E 468 Citronensäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren
- E 469 Mono- und Diacetylweinsäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren
- E 470a Fettsäuren
- E 470b Dimethylpolysiloxan
- E 471 Zuckerester von Speisefettsäuren
- E 472a Konjak-Gummi und Konjak-Glukomannan
- E 472c Beta-Cyclodextrin
- E 472e Acetylierte oxidierte Stärke
- E 473 Polyglycerinester von Speisefettsäuren
- E 475 Sorbitanmonostearat
- E 491 Sorbitantristearat
- E 492 Soebitanmonolaurat
- E 493 Sorbitanmonooleat
- E 494 Sorbitanmonopalmitat
- E 495 Oxidierte Stärke
- E 501 Monostärkephosphat
- E 504 Distärkephosphat
- E 508 Phosphatiertes Distärkephosphat
- E 509 Acetyliertes Distärkephosphat
- E 511 Acetylierte Stärke
- E 514 Acetyliertes Distärkeadipat
- E 515 Hydroxypropylstärke
- E 516 Hydroxypropyldistärkephosphat
- E 517 Stärkenatriumoctenylsuccinat
- E 551 Calciumcarbonate
- E 552 Calciumacetat
- E 553b Enzymatisch hydrolysierte Carboxymethylcellulose
- E 558 Natriumcitrate
- E 559 Kaliumcitrat
- E 570 Calciumphosphate
- E 577 Kaliumcarbonate
- E 640 Magnesiumcarbonate
- E 900 Kaliumchlorid
- E 901 Calciumchlorid
- E 953 Magnesiumchlorid

E 965	Natriumsulfate
E 966	Kaliumsulfate
E 967	Calciumsulfate
E 1200	Ammoniumsulfate
E 1201	Kaliumgluconat
E 1202	Glycin und dessen Natriumsalze
E 1404	Triethylcitrat
E 1410	Glycerintriacetat (Triacetin)
E 1412	Siliciumdioxid
E 1413	Calciumsilicat
E 1414	Talkum
E 1420	Bentonit
E 1422	Aluminiumsilicat (Kaolin)
E 1440	Bienenwachs
E 1442	Polydextrose
E 1450	Polyvinylpyrolidon
E 1451	Polyvinylpolypyrrolidon
E 1505	Natrium-, Kalium- und Calciumsalze von Speisefettsäure
E 1518	Sorbitane

5.2. Neue bzw. neuartige Trägerstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Die in der Literatur gefundenen Hinweise auf neue Trägerstoffe in den letzten Jahren sind nicht sehr zahlreich, wie die Tabelle 5-2 zeigt.

Tab. 5-2: Neue bzw. neuartige Trägerstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Physicochemical and morphological characterisation of acai (<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.) powder produced with different carrier agents	International Journal of Food Science & Technology. 44, (10): 1950-1958, 2009	Produktion von Acai-Pulver unter Verwendung von Maltodextrin 10DE, Maltodextrin 20 DE, Gummi Arabicum und Tapiocastärke als Trägerstoff
Antioxidative activity of rosemary extract using connective tissue proteins as carriers	International Journal of Food Science & Technology. 43, (8): 1437-1442, 2008	Auswirkung verschiedener Trägerstoffe auf die antioxidative Aktivität von Rosmarinextrakt
Wide application. Micelle technology - experiences with nanoscalable substance active carriers	Lebensmitteltechnik. 40, (5): 46-47, 2008	Verwendung von Mizellen im Nanomaßstab als Trägerstoff für bioaktive Komponenten

6. Säuerungsmittel (acids) (Funktionsklasse 6)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Säuerungsmittel“ sind Stoffe, die den Säuregrad eines Lebensmittels erhöhen und/oder diesem einen sauren Geschmack verleihen.

6.1. Wirtschaftliche Aspekte

Der Gesamtwert des Marktes für Lebensmittelsäuren betrug im Jahr 1996 1,7 Milliarden US-Dollar. Davon entfielen auf die Citronensäure allein 1,2 Milliarden Dollar (NIEDERAUER, 1999).

Citronensäure hat die größte Bedeutung unter den fermentativ hergestellten organischen Säuren. Bereits 1989 war sie am Weltmarkt mit 450 000 bis 500 000 t vertreten, wobei mehr als 65 % des Gesamtvolumens in der Lebensmittel- und Genußmittelindustrie, insbesondere als Ansäuerungsmittel für Erfrischungsgetränke, verwendet wurde. Weitere Anwendung findet sie in Wasch- und Reinigungsmitteln, sowie in der Pharmazie und Kosmetik (PRÄVE et al., 1994).

6.2. Neue bzw. neuartige Säuerungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Da gegenwärtig schon alle in Frage kommenden organischen und anorganischen Säuren genutzt werden, wurden in dieser Funktionsklasse keine neuen Stoffe gefunden und es sind auch kaum neue Stoffe zu erwarten.

7. Säureregulatoren (acidity regulators) (Funktionsklasse 7)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Säureregulatoren“ sind Stoffe, die den Säuregrad oder die Alkalität eines Lebensmittels verändern oder steuern.

7.1. Allgemeine Aspekte

Die Abgrenzung der Säureregulatoren zu den Säuerungsmitteln ist insofern gegeben, weil letztere nur eine unspezifische Säuerung ergeben. Säureregulatoren justieren hingegen die Alkalität oder den Säuregrad. Es handelt sich dabei um basisch oder sauer reagierende Salze von anorganischen oder organischen, ein- und mehrbasischen Säuren mit Pufferwirkung und Laugen.

7.2. Neue bzw. neuartige Säuerungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Auch in dieser Funktionsklasse ist kaum mit neuen Mitteln zu rechnen, weil auch hier das Potential schon ausgeschöpft ist.

8. Trennmittel (anti-caking agents) (Funktionsklasse 8)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Trennmittel“ sind Stoffe, die die Tendenz der einzelnen Partikel eines Lebensmittels, aneinander haften zu bleiben, herabsetzen.

8.1. Allgemeine Aspekte

Trennmittel (andere Bezeichnungen: Antiklumpmittel, Antibackmittel, Fließmittel, Gleitmittel, Rieselhilfsmittel) werden als Zusatzstoff verwendet, um das Verkleben und Verklumpen von Lebensmitteln bei der Lagerung zu vermeiden, sowie die Rieselfreudigkeit und –fähigkeit von trockenen, pulverförmigen Lebensmitteln zu verbessern bzw. aufrechtzuerhalten. Als Verarbeitungshilfsstoffe werden sie eingesetzt, um das Ankleben an Blechen und Formen zu verhindern (Formentrennmittel).

8.2. Neue bzw. neuartige Trennmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Über Trennmittel konnten in der einschlägigen Literatur keine Hinweise auf wesentlich Neues bzw. Neuartiges gefunden werden.

9. Schaumverhüter (anti-foaming agents) (Funktionsklasse 9)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Schaumverhüter“ sind Stoffe, die die Schaumbildung verhindern oder verringern.

9.1. Neue bzw. neuartige Schaumverhüter in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Im Bereich des Materialstoffsektors wird an Schaumverhütern sehr viel geforscht. Der Forschungsbereich Schaumverhüter im Lebensmittelsektor ist weniger interessant.

10. Füllstoffe (bulking agents) (Funktionsklasse 10)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Füllstoffe“ sind Stoffe, die einen Teil des Volumens eines Lebensmittels bilden, ohne nennenswert zu dessen Gehalt an verwertbarer Energie beizutragen.

10.1. Allgemeine Aspekte

Mit dem Trend hin zu *low-fat* Produkten steigt auch die Nachfrage an Füllstoffen, zumal diese Fett und/oder Zucker in Lebensmitteln ersetzen können.

Der bedeutendste Füllstoff in Diätlebensmitteln ist die Polydextrose, ein synthetisch aus Glucose, dem Zuckeralkohol Sorbit und Zitronensäure hergestelltes Polysaccharid, dessen Energiegehalt 1 kcal/g beträgt, womit es als Ersatz für Fett (9 kcal/g) sowie Kohlenhydrate (4 kcal/g) eine deutliche Kalorienreduktion bewirkt. Seine weite Verbreitung ist vermutlich auf seine Vielseitigkeit zurückzuführen. Polydextrose schafft nämlich nicht nur den - Diätprodukten fehlenden - „Körper“, sondern wirkt zusätzlich als Feuchthaltemittel und prebiotischer Ballaststoff, sorgt für Cremigkeit von *light*-Produkten und gilt als „zahnfreundlicher“ Kohlenhydratfüllstoff (STÖSSER et al., 2005). Es existieren zahlreiche Publikationen über den Einsatz von Polydextrose in fett- bzw. zuckerreduzierten Lebensmitteln, sogar der Fettgehalt von Schokolade ließ sich bei gleichbleibenden Eigenschaften durch Einsatz von Polydextrose reduzieren (FARZANMEHR and ABBASI, 2009), selbst „Butterverfälschung“ wird damit versucht (MICKOVA et al., 2007). Trotz der deutlichen Energiegehaltsminderung sättigt Polydextrose im Vergleich zu typischen Ballaststoffen (Kleie und resistente Stärke) weniger (WILLIS et al., 2009), womit anzunehmen ist, dass „mit Polydextrose gefüllte“ Produkte für „magen/darmsensitive“ Personengruppen bekömmlicher sind. Zudem sollen sich die, deren Einsatz in Lebensmitteln limitierende Bitterkeit und der adstringierende sensorische Eindruck polyphenolreicher antioxidativer Pflanzenextrakte durch Polydextrose maskieren lassen (ARES et al., 2009). Weiters soll Polydextrose als schützender „Trägerstoff“ für gefriergetrocknete Probiotika wirken (SAARELA et al., 2006). Eine interessante potentielle Anwendung - abseits von typischen Lebensmitteln - ist die Aufwertung von Muttermilchersatzprodukten durch Polydextrose, womit diese einen Ersatz für die nur in Muttermilch vorhandenen speziellen Oligosaccharide bilden soll (HERFEL et al., 2009).

Allseits bekannt wurde die fett- und zuckerersetzende Wirkung von Polydextrose bereits in den 1990-ern, in denen die *A.E. Staley Manufacturing Co.* mit „*Sta-Lite III*“ ein Polydextrosepräparat zur Aufwertung von „*low-calorie*“-Milchdesserts bewarb. Ein großer europäischer Hersteller ist derzeit Danisco mit den Produkten der Reihe „*Litesse*“.

Eine mögliche Alternative mit ähnlichen positiven Eigenschaften (prebiotischer Ballaststoff, Füllstoffeigenschaften etc.) ist der als Zutat zu deklarierende Ballaststoff Inulin (Fructosepolysaccharid) und liegt damit im Trend. Die Firma Sensus (USA) wirbt mit der darm- anregenden Wirkung des Inulinpräparates „*Frutafit-Inulin*“, mit dessen Zugabe zu Brot die niederländische Bäckerei Bakkerij Veenhuis in den Niederlanden bereits 2003 einen „*health-claim*“ erwirkte. Natürliche unverdauliche Lebensmittelbestandteile – wie sie eben Inulin bzw. Cellulose sind – bewirken bereits in sehr geringen Konzentrationen eine unerwünschte Festigung vieler sehr cremig gewünschter Produkte, womit eine höhere Konzentration – wie sie zum „Füllen“ oft notwendig ist – nicht mit den erwarteten Produkteigenschaften vereinbar ist. Es ist demnach nicht immer möglich, auf „natürliche“, nicht deklarationspflichtige Alternativen auszuweichen.

10.2. Neue bzw. neuartige Füllstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Über Füllstoffe konnten in der einschlägigen Literatur keine Hinweise auf wesentlich Neues bzw. Neuartiges gefunden werden.

11. Emulgatoren (emulsifier) (Funktionsklasse 11)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Emulgatoren“ sind Stoffe, die es ermöglichen, die einheitliche Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen wie z. B. Öl und Wasser in einem Lebensmittel herzustellen oder aufrechtzuerhalten.

11.1. Allgemeine Aspekte

Emulgatoren dienen zur Herstellung von Emulsionen (z.B. Majonaise, Soßen, Dressings, Wurst, Schokolade) aber vor allem zu deren Stabilisierung während der Lagerung. Im Haushalt kann dafür Eidotter verwendet werden, in dem der natürliche Emulgator Lecithin enthalten ist. Lecithin kann aber auch als Nebenprodukt der Sojaölgewinnung in großem Ausmaß gewonnen werden und ist weit billiger. Darüber hinaus wurden zahlreiche synthetische Emulgatoren mit maßgeschneiderten Eigenschaften entwickelt.

In Tabelle 11-1 werden die nach dem Codex Alimentarius der FAO/WHO in die Funktionsklasse Emulgatoren fallenden Substanzen - mit Ausnahme der Hydrokolloide- dargestellt (<http://www.codexalimentarius.net>).

Tab. 11-1: Im Codex Alimentarius der FAO/WHO angeführte Emulgatoren

- | | |
|--|---|
| • Acetic and fatty acid esters of glycerol | • Lactylated fatty acid esters of glycerol and propylene glycol |
| • Ammonium salts of phosphatidic acid | • Lecithins |
| • Bone phosphate (essentially calcium phosphate, tribasic) | • Methyl glucoside- coconut oil ester |
| • Brominated vegetable oil | • Mixed tartaric, acetic and fatty acid esters of glycerol |
| • Calcium lactylates | • Mono- and di-glycerides of fatty acids |
| • Calcium stearoyl fumarate | • Polydimethylsiloxane |
| • Cellulose | • Polyglycerol esters of fatty acids |
| • Cholic acid | • Polyglycerol esters of interesterified ricinoleic acid |
| • Choline salts and esters | • Polyoxyethylene (20) sorbitan mono-laurate |
| • Citric and fatty acid esters of glycerol | • Polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate |
| • Diacetyltartaric and fatty acid esters of glycerol | • Polyoxyethylene (20) sorbitan mono-palmitate |
| • Dioctyl sodium sulphosuccinate | • Polyoxyethylene (20) sorbitan monostearate |
| • Diphosphates | • Polyoxyethylene (20) sorbitan tristearate |
| • Ethoxylated mono - and di - glycerides | • Polyoxyethylene (40) stearate |
| • Ethyl hydroxyethyl cellulose | |
| • Glycerol esters of wood resin | |
| • Lactic and fatty acid esters of glycerol | |

- Polyoxyethylene (8) stearate
- Polyphosphates
- Potassium phosphates
- Propylene glycol esters of fatty acids
- Salts of fatty acids (with base Al, Ca, Na, Mg, K and NH₄)
- Sodium aluminium phosphate
- Sodium citrates
- Sodium lactylates
- Sodium laurylsulphate
- Sodium phosphates
- Sodium stearoyl fumarate
- Sorbitan monolaurate
- Sorbitan monooleate
- Sorbitan monopalmitate
- Sorbitan monostearate
- Sorbitan trioleate
- Sorbitan tristearate
- Stearyl citrate
- Succinylated monoglycerides
- Succistearin
- Sucroglycerides
- Sucrose acetate isobutyrate
- Sucrose esters of fatty acids
- Superglycerinated hydrogenated rape-seed oil
- Tannins, food grade
- Tartaric acid esters of mono- and di-glycerides of fatty acids
- Thermally oxidized soya bean oil with mono- and di-glycerides of fatty acids
- Xylitol

11.2. Wirtschaftliche Aspekte

Die wirtschaftliche Bedeutung von Emulgatoren vor allem im Backwarenbereich ist beachtlich, insbesondere auch deshalb, weil mindestens 90 % aller Kleingebäcke in Deutschland damit gebacken werden. In Österreich dürften die Verhältnisse vergleichbar sein. Der derzeitige Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland liegt bei ca. 15 kg Kleingebäck/Jahr. Die Mitgliedsfirmen des Verbandes der Deutschen Backmittel- und Backgrundstoffhersteller e.V. geben allein für Lecithine den derzeitigen Verbrauch in Backwaren mit ca. 3000 t/Jahr an, was einem Wert von ca. 3- 5 Millionen Euro entspricht [ANONYM (n)].

Tabelle 11-2 zeigt die Verwendung von Emulgatoren in den USA für die diversen Bereiche. Auch hier geht eindeutig hervor, dass der größte Einsatzbereich für Emulgatoren die Backwarenbranche ist. Die wert- und produktmäßige Verteilung der Emulgatoren ist in Tabelle 11-3 dargestellt. Aus Abbildung 11-1 ist ersichtlich, dass drei Emulgatoren bzw. Emulgatorklassen den Markt dominieren.

Tab. 11-2: Einsatzbereiche von Emulgatoren in den USA

Produktgruppe	Anteil der eingesetzten Emulgatoren in den USA [%]
Brot und Gebäck	49
Kuchen	11
Kekse und Cracker	7
Süßwaren und Glasuren	3
Margarine, Backfette/Butter und Saucen	14
Konditorwaren	6
Desserts und Garnierung	3
Milchprodukte	3

Tab. 11-3: Wert- und produktmäßige Verteilung von Emulgatoren auf die einzelnen Einsatzbereiche in den USA

Emulsifier Usage in U.S. (millions of pounds)				
Emulsifier	Bread	Cake mix	M,SD,S*	Total
■ Mono&Di	116	23	30.5	200
■ Lecithins		1	10	42.5
■ MG	13.2	0.5	2.5	25
■ Polysorb.	1.5	1	.75	8
■ CSL/SSL	27	.75	.25	30
■ SorbMS		.1	2	
■ PG ester		10	1.8	14.3

*Margarine, salad dressings, shortenings

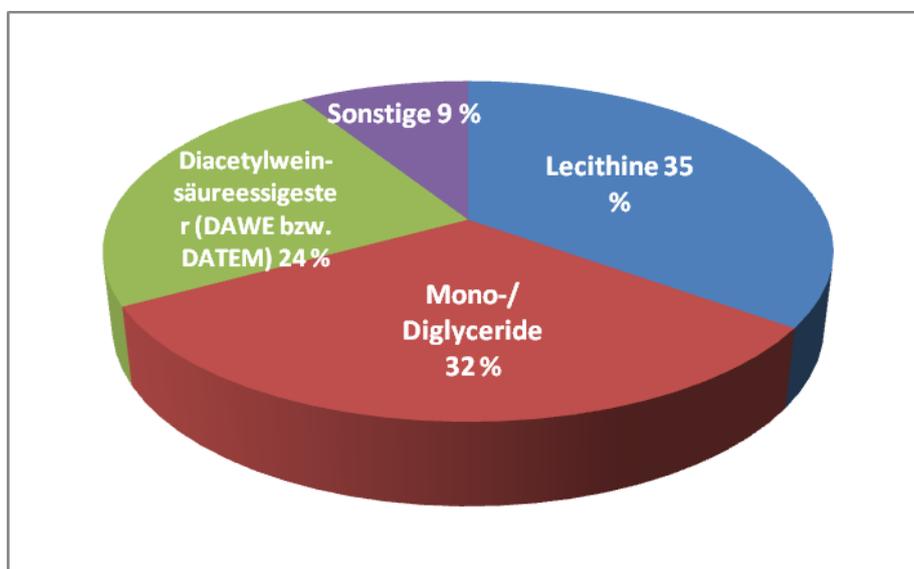


Abb. 11-1: Meist genutzte Emulgatoren

11.3. Neue bzw. neuartige Emulgatoren und Emulgatorsysteme

Die oberflächen- bzw. grenzflächenaktiven Eigenschaften von Emulgatoren ergeben sich daraus, dass in einem Molekül sowohl hydrophile als auch hydrophobe Bereiche existieren. Deshalb ist es relativ leicht, solche Moleküle auf chemisch-synthetischem Weg herzustellen. Dies erklärt auch, warum immer mehr Emulgatoren hergestellt und auch zugelassen wurden bzw. werden.

Andererseits ist auch am Emulgatorsektor eindeutig wieder die Tendenz erkennbar, deklarationspflichtige Emulgatoren durch nicht deklarationspflichtige Substanzen mit ähnlicher Wirkung zu ersetzen.

Im Prinzip lassen sich die Strategien hin zu deklarationsfreien Emulgatoren folgendermaßen zusammenfassen:

- Nutzung von teilweise deklarationsfreien, oberflächenaktiven Polymeren, wie Stärke, anderen Hydrokolloiden und Proteinen, einzeln oder in Kombination (Synergieeffekte).

- In situ-Bildung von Emulgatoren in Lebensmitteln durch enzymatische Vorgänge (Hydrolyse von enthaltenen Lipiden und Lipoiden durch z.B. Lipasen)

Trotz der derzeit großen Bedeutung von Emulgatoren im Backwarenbereich ist in Zukunft zu erwarten, dass sie durch Enzyme mehr und mehr verdrängt werden. Enzyme können nämlich in Bezug auf Konsistenz, Volumen, Haltbarkeit ähnliche Vorteile wie Emulgatoren bieten [ANONYM (o), 2009].

In Tabelle 11-4 sind einige Studien über neue bzw. neuartige Emulgatoren und Emulgatorsysteme aufgelistet.

Tab. 11-4: Neue bzw. neuartige Emulgatoren und Emulgatorsysteme

Titel	Journal/Patent	Inhalt
Sodium caseinates with an altered isoelectric point as emulsifiers in oil/water systems	Journal of Agricultural & Food Chemistry. 57, (9): 3800-3807, 2009	Herstellung von Öl in Wasser Emulsionen mit Hilfe von modifizierten Caseinaten als Emulgatoren
Alternativemulgatoren	Lebensmitteltechnik 10, 48-49, 2005	Casein-Dextran-Konjugate zur Stabilisierung von O/W-Emulsionen
Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers	Food Hydrocolloids. 23, (6): 1473-1482, 2009	Verwendung von Hydrokolloiden zur Herstellung bzw. Stabilisierung von Emulsionen
Encapsulation of Lactobacillus rhamnosus in double emulsions formulated with sweet whey as emulsifier and survival in simulated gastrointestinal conditions	Food Research International. 42, (2): 292-297, 2009	Herstellung von double emulsions (Öl in Wasser in Öl) unter Verwendung von süßer Molke als Emulgator
Application and evaluation of mesquite gum and its fractions as interfacial film formers and emulsifiers of orange peel-oil	Food Hydrocolloids. 23, (3): 708-713, 2009	Verwendung von "Mesquite gum" zur Stabilisierung einer Orangenschalenöl-Emulsion
Emulsifier	Japanese Patent Application JP 2007216218 A; 2007	Emulgator, welcher mit Hilfe von Hefe hergestellt wird
Amylase-induced sensory effect of low fat emulsions comprising hydrophobized starch as emulsifier	European Patent Application. EP 2 043 457 A1; 2009	Verwendung von modifizierter Stärke als Emulgator
Enzymic substitute for monoglyceride based emulsifiers	German Federal Republic Patent Application. DE 10 2005 050 332 A1; 2007	Ein Prozess zur Herstellung von Teig/Backwaren mithilfe von alpha-Amylase und einem auf Monoglyceriden basierenden Emulgator
Method for the in situ production of an emulsifier in a foodstuff	European Patent Application. EP 1 748 074 A2; 2007	Produktion eines Emulgators in einem Lebensmittel direkt durch Zugabe von Lipidacyltransferase
Utilising natural emulsifiers for formulation of low-fat traditional Indian gravy mixes	Journal of Foodservice. 18, (2): 80-85, 2007	Verwendung von Nüssen und Samen als Quelle für Emulgatoren
Emulsifier and formulation using it	Japanese Patent Application. JP 2006263524 A; 2006	Emulgator, welcher Mucin enthält
Emulsifier	European Patent Application. EP 1 743 693 A1; 2007	Emulgator, der auf Stärke basiert, welche enzymatisch umgewandelt und modifiziert wurde
Some implications of nanoscience in food dispersion formulations containing phospholipids as emulsifiers	Food Chemistry. 102, (2, EF-FoST 2005 Annual Meeting: Innovations in traditional foods): 532-541, 2007	Verwendung von speziellen Phospholipiden (DPPC und DOPC) als Emulgatoren
Shelf life of fresh noodles as effected by	Department of Food & Nutri-	Effekt von Monolaurin (Ester der

Titel	Journal/Patent	Inhalt
the food grade monolaurin microemulsion system	tion; University of China Jiliang; 20.07.2007	Laurinsäure)-Mikroemulsionen auf die Haltbarkeit von Nudeln
Stability of O/W emulsions prepared using various monoacyl sugar alcohols as an emulsifier.	Innovative Food Science & Emerging Technologies. 7, (3): 211-216, 2006	Stabilität von O/W-Emulsionen bei der Verwendung von Estern von Glycerin, Erythrit, Xylit, Sorbit etc. als Emulgatoren
Emulsifier made from cereals	Swedish Patent Application. SE 2004 01 566 A; 2005	
Sucrose esters, the alternative emulsifier for confectionery	Innovations in Food Technology. 29, 66, 68, 2005	Verwendung von Estern der Saccharose als Emulgator in Süßwaren
Alternative emulsifiers	Lebensmitteltechnik 37, (10): 48-49, 2005	Gefriergetrocknete Mischung aus Natrium-Kaseinat und Dextran (1:2) zur Stabilisierung von mehrschichtigen Emulsionen
Properties of W/O emulsions stabilized with acylglycerol emulsifiers modified with zinc carboxylates	Journal of Dispersion Science & Technology. 25, (2): 173-182, 2004	Verwendung von mit Zinkcarboxylaten modifiziertes Alcyglycerin zur Stabilisierung W/O-Emulsionen
Process for enzymic manufacture of mono- and diacylglyceride containing emulsifiers	German Federal Republic Patent Application. DE 103 40 739 A1; 2005	Emulgatoren auf Basis von Mono- und Diacylglyceriden und deren Herstellung
Soy protein as an emulsifier for starch-based salad dressing	United States Patent. US 6 849 282 B2; 2005	Verwendung von Sojaproteinen als Emulgator in Salatdressing
Emulsifiers a new generation	International Food Ingredients. 1, 39, 2003	Verwendung modifizierter Stärken zur Stabilisierung von O/W-Emulsionen

12. Schmelzsalze (emulsifying salt) (Funktionsklasse 12)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Schmelzsalze“ sind Stoffe, die in Käse enthaltene Proteine in eine dispergierte Form überführen und hierdurch eine homogene Verteilung von Fett und anderen Bestandteilen herbeiführen.

12.1. Allgemeine Aspekte

Schmelzsalze sind in der Regel synthetisch hergestellte Mischungen aus Natrium-, Kalium- und Calciumcitrat mit Mono-, Di- und Polyphosphaten. Ihre Zugabe ist mit 3mas% beschränkt, woran Kritiker bemängeln, dass dieser Grenzwert relativ hoch angesetzt ist, zumal die optimale tägliche Phosphorzufuhr ~0,8 g betragen soll. Eine zu hohe Phosphoraufnahme könne letztlich eine Störung des Calciumhaushaltes hervorrufen, was schlimmstenfalls in einem Entkalken der Knochen münden könne. Daher wird von einer exzessiven Aufnahme von Schmelzsalzen durch Kinder und Jugendliche abgeraten.

12.2. Neue bzw. neuartige Schmelzsalze in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Über Schmelzsalze konnten in der einschlägigen Literatur keine Hinweise auf Neues bzw. Neuartiges gefunden werden.

Eine Möglichkeit, Schmelzkäse ohne Schmelzsalze herzustellen, ist jedoch bereits in einem Patentantrag der Fa. Kraft festgehalten (SMITH, 2009). Die so erhaltenen Produkte sollen dafür aber weniger Calcium enthalten.

13. Festigungsmittel (firming agents) (Funktionsklasse 13)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Festigungsmittel“ sind Stoffe, die dem Zellgewebe von Obst und Gemüse Festigkeit und Frische verleihen bzw. diese erhalten oder die zusammen mit einem Geliermittel ein Gel erzeugen oder festigen.

13.1. Allgemeine Aspekte

Festigungsmittel bewirken, dass die Festigkeit (Textur) von Lebensmitteln während und nach ihrer Verarbeitung erhalten bleibt. Durch die Beigabe dieser Zusatzstoffe wird z.B. das Zellgewebe von Obst und Gemüse gefestigt, indem es vor allem zur Wechselwirkung mit Pektin kommt. In der Regel handelt es sich um Kalzium- oder Aluminiumsalze.

13.2. Neue bzw. neuartige Festigungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Es konnten keine Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur bezüglich neuer, noch nicht eingesetzter Festigungsmittel gefunden werden.

14. Geschmacksverstärker (flavour enhancer) (Funktionsklasse 14)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Geschmacksverstärker“ sind Stoffe, die den Geschmack und/oder Geruch eines Lebensmittels verstärken.

14.1. Allgemeine Aspekte

Als Geschmacksverstärker werden Substanzen bezeichnet, die meist nur einen geringen Eigengeschmack besitzen, aber den Geschmack anderer Stoffe erhöhen. Derartige Stoffe können als natürliche Bestandteile in Lebensmitteln vorkommen oder gesondert zugesetzt werden.

In den letzten Jahren hat sich die zuerst von japanischen Wissenschaftlern postulierte Hypothese bewahrheitet, dass es sich bei den Geschmacksverstärkern um eine eigene, fünfte Grundgeschmacks-Richtung handelt, den sogenannten Umami-Geschmack (Umami = wohl-schmeckend). Diese fünfte Grundgeschmacksrichtung kann am besten mit pikant, würzig, bouillonartig, fleischig, „beefy“ umschrieben werden. Aus wissenschaftlicher Sicht sind also „Verstärker des Fleischgeschmackes“ eigentlich eine eigenständige Gruppe von Geschmacksstoffen.

Schon in der Muttermilch sind Umami-Substanzen enthalten. Ältere Menschen bevorzugen den Geschmack besonders, weil die Geschmacksempfindungen im Alter abnehmen. Die Herausbildung einer Präferenz für diesen Geschmack kann evolutionshistorisch als eine Erkennung proteinreicher Nahrungsquellen gedeutet werden. Die Menschen haben eine hohe Präferenz für diesen Geschmack und versuchen, ihn bei Mangel an Fleisch in der Nahrung durch andere Methoden zu ersetzen, z.B. indem pflanzliche Rohstoffe durch Fermentation (Proteinhydrolyse) so umwandelt werden, dass sie ähnlich wie tierische Lebensmittel schmecken. Jeder Kulturkreis hat auch seine speziellen Würzsoßen entwickelt, um Speisen einen Umamigeschmack zu verleihen (z.B. Sojasoße, Miso, Liquamen, Fischsoßen, Worcestersoße, Ketchup, Proteinhydrolysate usw.).

Die Wirkung dieser Umami-Substanzen ist auch schon lange den Köchen bekannt. In vielen Küchen werden zur Geschmacksverbesserung und -verfeinerung von Speisen sehr häufig Tomaten(soße), Pilze, Sardellen und Käse verwendet. Also Rohstoffe, die besonders reich an natürlichen Umamistoffen sind. In den meisten umamireichen Rohstoffen sind mehrere, wirksame Substanzen vorhanden, zwischen denen es synergistische Wirkungen geben kann. Ein solcher Synergismus besteht auch mit schwefelhaltigen Verbindungen, welche in *Brassica*-Arten und in Knoblauch vorkommen.

Eine weitere Möglichkeit diesen Synergismus zu nutzen, ist die Kombination von Rohstoffen, wie z.B. Tomaten und Käse (Parmesan). Von dieser Wirkung wird in der italienische Küche ausgiebig Gebrauch gemacht, wobei Pizza die geglückteste Kombination ist (Tomaten, Käse, Schinken, Pilze, Sardellen).

In der modernen Lebensmitteltechnik wurden in immer stärkerem Ausmaß statt natürlicher, umamireicher Ingredienzen isolierte Umami-Substanzen verwendet. Dadurch schmecken die Speisen besser und es wird mehr davon verkauft. Großtechnisch gewonnene Umamistoffe sind zweifelsohne auch billiger als die Zugabe umamireicher Lebensmittel.

Bei diesen großtechnisch hergestellten Geschmacksverstärkern handelt es sich um Glutaminsäure und ihre Salze, sowie um Ribonucleotide, die alle deklarationspflichtige Zusatzstoffe sind.

Da der exzessive Einsatz dieser Zusatzstoffe sehr oft kritisiert wird, und Glutamat auch negative Wirkungen zugeschrieben werden (Natriumglutamat ist in den USA und in der EU für Babykost und diätetische Lebensmittel untersagt.), versuchen die Lebensmittelproduzenten nun immer mehr, auf andere, nicht deklarationspflichtige Stoffe mit ähnlicher Wirkung auszuweichen.

Neben den Substanzen, die den Fleischgeschmack ergeben bzw. verstärken, existieren auch Substanzen, die den süßen Geschmack abrunden. In der EU ist von diesen Substanzen Maltol (2-Methyl-3-hydroxypyron) (E 636) zur Intensivierung und Abrundung von Aromen von Lebensmitteln mit süßer oder sahniger Geschmacksrichtung erlaubt. Daneben gewinnt Ethylmaltol (2-Ethyl-3-hydroxy-gamma-pyron) (E 637) zunehmend an Bedeutung. Diese Verbindung ist um ein Mehrfaches wirksamer als Maltol und außerdem billiger. Maltol und Ethylmaltol verfügen jeweils über ein typisches, karamelartiges Eigenaroma. Glycin (E640) wird speziell zur Abrundung des Süßgeschmacks in Süßstoffpräparaten eingesetzt.

14.2. Wirtschaftliche Aspekte

Aus Tabelle 14-1 geht hervor, dass bei den Geschmacksverstärkern alleine von L-Glutamat pro Jahr weltweit 1,5 Mill. Tonnen erzeugt werden. Damit liegt L-Glutamat an der Spitze aller biotechnologisch erzeugten Lebensmittelzusatzstoffe, noch weit vor Zitronensäure.

Laut Außenhandelsstatistik betrug die Einfuhr von Glutamat nach Österreich im Jahr 2008 5.347 Tonnen (Statistik Austria), die Ausfuhr 291 Tonnen (Statistik Austria), womit sich ein Verbrauch von 5056 Tonnen ergibt. Wie viel davon in den Lebensmittelbereich ging, geht aus der Statistik leider nicht hervor. Angenommen die gesamte Menge wird Lebensmitteln zugesetzt, ergäbe sich eine Menge von 1,54 g/Österreicher/Tag.

In Europa wird die durchschnittliche Aufnahme von zugesetztem Glutamat auf 0,3-0,6 g/Tag geschätzt, Extremwerte bis zu 2,3 %/Tag, in den USA auf 0,55/Tag [DFG - Senatskommission zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln [EISENBRAND, 2005].

Es kann deshalb angenommen werden, daß in Österreich ein Großteil des eingeführten Glutamats in anderen Bereichen eingesetzt wird.

Tab. 14-1: Weltjahresproduktion einiger biotechnologisch hergestellter Lebensmittelzusatzstoffe [ANTRANIKIAN und HEIDEN, 2006]

Produkt	Weltjahresproduktion [t]
<u>Säuren:</u>	
Zitronensäure	1.000.000
Essigsäure	190.000
Gluconsäure	100.000
<u>Aminosäuren:</u>	
L-Glutamat	1.500.000
L-Lysin	700.000
L-Threonin	30.000
L-Phenylalanin	10.000
L-Tryptophan	1.200
L-Cystein	500
<u>Biopolymere:</u>	
Xanthan	40.000

14.3. Neue bzw. neuartige Geschmacksverstärker in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Tabelle 14-2 zeigt eine Auswahl der in den letzten 10 Jahren in der wissenschaftlichen Literatur und in Patentschriften beschriebenen, neuen bzw. neuartigen Geschmacks- oder Aromaverstärker. Allein aus der großen Zahl an Patenten lässt sich ableiten, dass es sich sehr um ein interessantes Gebiet für die Lebensmittelverarbeitung handelt.

Die meisten, der in Tabelle 14-2 angeführten Möglichkeiten zur Geschmacksverstärkung gehen in die Richtung, deklarationspflichtige Geschmacksverstärker durch Substanzen zu ersetzen, die nicht als Zusatzstoffe gelten.

14-2: Neue bzw. neuartige Geschmacks- bzw. Aroma-Verstärker

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Wirkung	Zulassungsstatus bzw. -stadium	Literaturquelle
Reaktionsgemisch aus AS, Petiden und Aminozuckern	Geschmacksverstärker	unbekannt	PCT Int. Patent Application WO 2009/069738
Nicht-Peptidamide und ihre Derivate werden zur Herstellung verwendet	taste enhancer, flavor modifier, umami tastants	unbekannt	US Patent 2009/0111834
Meeresalgen basierter Geschmacksverstärker	Geschmacksverstärker	unbekannt	PCT Int. Patent Application WO 2009/0051470
Novel benzamide compounds	high potency sweet taste enhancer	unbekannt	US Patent 2009/0047379
??	new natural flavor enhancer for beef, which has the ability to offset warmed over beef flavor	unbekannt	Prepared Foods 177 (2009) 82
Novel non-peptide amide and amide derivatives (z.B. ureas and acrylamides)	flavourings and flavor enhancers	unbekannt	US Patent 2009/7476399
Cooling compound, added at a conc. less than its cooling threshold cooling compound (e.g. n-ethyl-p-menthane-3-carboxamide)	Geschmacksverstärker	Patente der Fa. Senomyx Laut Angabe der Fa. Senomyx enge Kooperation mit der Fa. Firmenich, CH	US Patent 2007/0048424 US Patent 2007/0059417 US Patent 2008/031126
L-Theanine (Aminosäure in grünem Tee)	Synergieeffekt im Umami-geschmack mit Inosin-5'-Monophosphat	unbekannt	Bioscience, Biot. & Biochem. 72 (2008) 3015-3017
5'-ribonucleotide and a branched-chain amino acid	enhances salty flavor	unbekannt	PCT Int. Patent Application WO 2008/126678
L-leucine and/or L-isoleucine	salty taste enhancer	unbekannt	PCT Int. Patent Application WO 2008/120726
Concentrated acetic acid fermentation product	Geschmacksverstärker	Lebensmittelzutat?	PCT Int. Patent Application WO 2008/117407
composition of alkalimides with hesperidin and/or 4-hydroxydihydrochalkones	enhancing sweet flavor	unbekannt	US Patent 2008/0242740

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Wirkung	Zulassungsstatus bzw. -stadium	Literaturquelle
milk serum minerals	salty flavor enhancer	Lebensmittelzutat?	Japanese Patent Applications JP 2008/054665 JP 2008/054661 JP 2008/054662 and PCT Int. Patent Application WO 2007/148743
Hergestellt aus vollfetten gekeimten oder ungekeimten Sojabohnen	flavor improving agent	Lebensmittelzutat?	PCT Int. Patent Application WO 2008/096703
Erhitzen von Getreidemehlen, danach proteolytischer Abbau und Extraktgewinnung	umami flavor enhancer for beer and beer-like beverages	Lebensmittelzutat?	Japanese Patent Applications JP 2008/043231 PCT und PCT Int. Patent Application WO 2008/018627
Hydrolyse entfetteter Proteinquellen	low-sodium, high calcium, protein hydrolysate flavor enhancer	Lebensmittelzutat?	PCT Int. Patent Application WO 2008/082286
prepared from distillers' dried grain and solubles	Geschmacksverstärker	Lebensmittelzutat?	US Patent 2008/0160132
concentrating an organic acid fermentation liquid by fermenting a protein and a glucide	flavor enhancer, that improve flavor such as an aroma or a feeling of aging	unbekannt	Japanese Patent Applications JP 2007/289181
nonenolide	aroma or flavor enhancer	unbekannt	US Patent 2007/0297993
hyaluronic acid and its salt	Geschmacksverstärker	unbekannt	Japanese Patent Applications JP 2007/143464
branched oligosaccharide (isomaltooligosaccharide) and a starch decomposition product	flavor improving agent	Lebensmittelzutat?	Japanese Patent Applications JP 2007/135404
3-substituted thiophenes	aroma compounds or flavor enhancer	unbekannt	US Patent 2007/0218179
?	Geschmacksverstärker	unbekannt	European Patent EP 1827134/2007
Agarobiose	Geschmacksverstärker	Lebensmittel?	US Patent 2007/0202238
Sterilized Pediococcus culture	Geschmacksverstärker	unbekannt	PCT Int. Patent Application WO 2007/029719
Tri- and tetrasaccharides with branched structure	suppres the "greenery flavor note associated with soy products	unbekannt	Japanese Patent Applications JP 2006/280310
3-galloyl quinic acid, gallic acid or its salts or tea extract containig theses substances	Geschmacksverstärker	unbekannt	Japanese Patent Applications JP 2006/238815
Decomposition products of a long-chain highly unsaturated fatty acid or ester	improves the body flavor of foods to reduce the amount of fat or oil	Lebensmittelzutat?	US Patent 2007/0009642
bis-aromatic amide	flavor modifier, taste enhancer	unbekannt	US Patent 2007/0003680
Compounds comprising linked heteroaryl moieties	novel umami flavor modifier	unbekannt	US Patent 2006/0263411
Synthetic aromatic amide compositions and urea	Geschmacksverstärker	unbekannt	US Patent 2006/0045053

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Wirkung	Zulassungsstatus bzw. -stadium	Literaturquelle
Vanillin alcohol derivative and their inclusion complex in cyclodextrin	Geschmacksverstärker	unbekannt	US Patent 2006/0159818 PCT Int. Patent Appl. WO 2005/004635, European Patent 11667435
Yeast extracts enriched with nucleotide flavor enhancers	Geschmacksverstärker	Hefextrakt gilt als Lebensmittelzutat	Komorowska et al.: Electronic J. Polish Agric. Univ. 6 (2003)
A multiply transformed koji mold and a method of manufacturing a flavor enhancer using the same	Geschmacksverstärker	Lebensmittel	US Patent 2001/0049118; European Patent 1132461
Incubating sufficient quantities of protein, fat, proteinase and lipase	Cheese flavor enhancer	Lebensmittelzutat?	US Patent 2000/6022567

14.3.1. Geschmacksmodulierer, Geschmackswandler und Geschmacksblocker

Neben dem Begriff Geschmacksverstärker finden sich in der wissenschaftlichen und technischen Literatur häufig die Begriffe „Geschmacksmodulierer“ (*flavor modifier*) und „Geschmackswandler“. Diese Kategorien gibt es aber in der neuen EU-Verordnung Nr. 1333/2008 nicht, sie werden jedoch in Zukunft eine enorme Bedeutung erlangen.

Im „*International Numbering System for Food Additives (INS) [Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFA)]* ist bereits eine Zusatzstoffuntergruppe bei den *flavor enhancers* mit der Bezeichnung *flavour modifier* enthalten, welche gegenwärtig nur die beiden Stoffe Glycin (INS 640), L-Leucin (INS 641) umfasst.

L-Leucin ist auch in den USA als Zusatzstoff (Aminosäure) zugelassen [Code of Federal Regulations], gilt aber in der EU definitiv nicht als Zusatzstoff. Glycin hingegen wird auch in der EU als Zusatzstoff (E640) geführt und fällt in die Funktionsklasse der Geschmacksverstärker. Im Erwägungsgrund 5 der Zusatzstoffverordnung wird nämlich ausdrücklich klargestellt, dass Stoffe, die zu ernährungsphysiologischen Zwecken zugesetzt werden, nicht als Zusatzstoffe „gelten“ sollen [WECK et al., 2009]. Daher sind grundsätzlich Aminosäuren und ihre Salze (ausgenommen Glutaminsäure, Glycin, Cystein und Cystin, sowie deren Salze) von der Zusatzstoffdefinition ausgenommen (Art. 3, Zusatzstoffverordnung Nr. 1333/2008).

Schon länger bekannte Beispiele für Geschmackswandler sind die natürlich vorkommenden Proteine Miraculin und Curculin. Sie verwandeln einen sauren in einen süßen Geschmack.

Als Geschmacksblocker wirkt die Gymnemasäure aus *Gymnema sylvestris* (Schlingstrauch aus Westafrika und Australien), die den Bitter- und vor allem Süßgeschmack unterdrückt. Saccharose schmeckt danach wie Meersand und Zuckersirupe wie klares Wasser.

Mit der wissenschaftlichen Aufklärung, wie unser Geschmackssinn funktioniert, hat eine intensive Forschung zur wirtschaftlichen Nutzung dieser Erkenntnisse eingesetzt. Inzwischen sind auch die Gene bekannt, welche die Rezeptorproteine in den Geschmacksinneszellen bilden, an denen dann die Geschmackstoffe nach dem Schlüssel/Schloss-Prinzip andocken und einen entsprechenden Reiz auslösen (Süß-, Bitter- oder Umamigeschmack). Die Moleküle müssen dazu eine entsprechende Konfiguration aufweisen. Damit Moleküle einen süßen oder bitteren Geschmack ergeben, ist eine sogenannte AH/B/-Struktur erforderlich. A und B sind elektronegative Atome (z.B. Sauerstoff, Stickstoff oder Chlor), H ist ein Wasserstoffatom und X ein unpolarer Rest. Süß und bitter wird nur durch den Abstand zwischen A und B geregelt. Der Rezeptor auf der Zunge hat eine komplementäre Struktur.

Substanzen, die einen Umamigeschmack ergeben, müssen zwei negative Gruppen in einem gewissen Mindestabstand haben.

Im Folgenden wird dargestellt, wie in die Geschmacksempfindung und -auslösung eingegriffen werden kann:

a) Nachdem die erforderliche molekulare Konfiguration bekannt war, lag der nächste Schritt auf der Hand - sozusagen auf dem chemischen Reißbrett - Stoffe zu synthetisieren, die an bestimmte Rezeptorproteine binden, sie beeinflussen oder blockieren. Der Süß-, Bitter- und Umamigeschmack kann dadurch ausgelöst, moduliert (z.B. verstärkt), abgeschwächt oder blockiert werden.

Am weitesten technisch fortgeschritten ist auf diesem Gebiet die Firma Senomyx, USA (<http://www.senomyx.com>). Um komplizierte und aufwändige sensorische Screening-Versuche zu vermeiden, entwickelte die Firma sogenannte Hochleistungs-Geschmackstestautomaten, indem eine Vielzahl von Geschmackszellen so auf Mikrotiterplatten angeordnet werden, dass jede nur eine Art an Geschmacksrezeptoren enthält. Damit lässt sich sehr schnell für tausende Substanzen simultan eruieren, ob, wie und mit welchen Geschmacksrezeptoren sie reagieren. Interessante Stoffe lässt die Firma patentieren (Ende 2007 hatte die Firma bereits 133 Patent und 371 laufende Patentanmeldungen) und reicht sie für eine GRAS Zulassung bei der FDA (USA) ein.

(Anmerkung: Eine Substanz, die in den USA Lebensmittel zugesetzt werden soll, muss von der „Food and Drug Administration“ (-> FDA) zugelassen werden. Für Substanzen, die nur in geringen Mengen zugesetzt werden, wie Aroma- und Geschmacksstoffe hat die FDA ein spezielles Zulassungsverfahren eingerichtet, das GRAS-Verfahren (-> general recognized as safe). Damit müssen diese Substanzen nicht das wesentlich schärfere Zusatzstoffzulassungsverfahren durchlaufen. Über den GRAS-Status entscheidet ein Komitee unabhängiger Wissenschaftler. Die FDA bestätigt dann die Kenntnisnahme der Entscheidung des Komitees.)

Folgende erfolgreiche Einsatzbeispiele führt die Fa. Senomyx bereits an:

- Stoff S2383, hat bereits den GRAS Status erhalten: Verstärker des Süßgeschmacks des synthetischen Süßstoffes Sucralose. Damit muß noch weniger von diesem Süßstoff eingesetzt werden, um einen entsprechenden Süßgeschmack in einem Lebensmittel zu erreichen.
- Generell gilt, wenn noch weniger Süßstoff eingesetzt werden muss, tritt ein oft zu beobachtender, unangenehmer Nach- oder Beigeschmack (z.B. bitter, metallisch) nicht mehr auf. Angeblich konnte die Fa. Senomyx in Kooperation mit der Fa. Coca Cola eine Süßstoffmischung entwickeln, die den Einsatz geringerer Mengen an Süßstoffen erlaubt und die Bitterrezeptoren nicht aktiviert (Coke Zero).
- Stoff S6973: Verstärker des Süßgeschmackes von Saccharose.
- Stoff S5105: Kooperation zwischen Senomyx und der Fa. Solae: Entwicklung eines Bitterblockers, um den Geschmack von Sojaprotein zu verbessern.
- Kooperation zwischen Senomyx und der Fa. Nestle: Verstärker für den Umamigeschmack, wodurch der Zusatz von Glutamat verringert werden kann. Laut Angabe der Fa. Senomyx setzt Nestle diesen Verstärker schon in einigen Produkten ein.

b) Die Methode der Fa. Redpoint (Lingiagen) (<http://www.redpointbio.com>) greift nicht bei den Geschmacksrezeptoren sondern tiefer in der komplizierten Reizauslösungskaskade für den Geschmack ein (Abbildung 14-1). Nach dem Andocken der Erkennungsmoleküle an den Rezeptorproteinkomplex (G-Proteine -> Gustudine) zerfällt dieser Komplex, wodurch Enzyme aktiviert werden, die wiederum Botenstoffe bilden. Diese Botenstoffe sorgen für die Schlie-

ßung oder Öffnung von Ionenkanälen in der Zellwand (TRPM5 – *Transient Receptor Channel*), was dann die weitere Reizauslösung in der Zelle auslöst. Die Fa. Redpoint sucht nun nach Substanzen, welche spezifisch diese Ionenkanalaktivität inhibieren oder verstärken. Damit wird dann ein bestimmter Geschmackseindruck blockiert oder verstärkt.

Bereits im Jahr 2004 erhielt die Fa. Redpoint den GRAS-Status für eine Substanz, die als Bitterblocker wirkt, nämlich das Adenosinmonophosphat (AMP). Dieser Blocker besitzt auch einen umamiartigen Eigengeschmack, was seinen Einsatzbereich einschränkt.

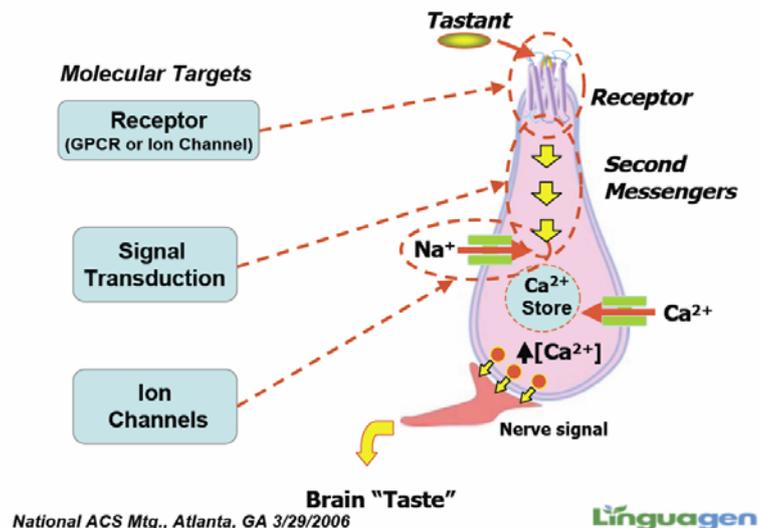


Abb. 14-1: Effector Targets in Taste Cell Sensing [BRYANT, 2006]

14.3.2. Verstärkung des Salzgeschmacks durch Geschmacksverstärker

Die Reduzierung des Salzgehaltes in unseren Convenience-Lebensmitteln ist weltweit ein Thema. Nur Natriumchlorid ergibt den reinen Salzgeschmack, weshalb Ersatzmittel für Salz nur sehr eingeschränkt verwendbar sind. Praktische Bedeutung neben dem Kochsalz haben nur - allerdings mit erheblichen Abstrichen - Kaliumchlorid und die sogenannten Diätsalze, insbesondere die Ammonium- und Kaliumsalze der Bernstein- und Adipinsäure.

Wie bereits angeführt, wird im Erwägungsgrund 5 der Zusatzstoffverordnung festgehalten, dass Stoffe, die zu ernährungsphysiologischen Zwecken zugesetzt werden, nicht als Zusatzstoffe „gelten“ sollen [WECK et al., 2009]. Die Frage ist, ob Salzersatzstoffe gleichfalls hier hinein fallen?

Auch das als Geschmacksverstärker verwendete Mononatriumglutamat hat einen leicht salzigen Geschmack. Die Kochsalzzugabe kann durch Umami-Substanzen deshalb um bis zu einem Drittel reduziert werden.

Auf Basis der Mischung von Mineralsalzen und Umami-Substanzen existieren zahlreiche Präparate, die am Markt angeboten werden.

Aufgrund der großen Bedeutung der Reduzierung des Salzkonsums wird auch nach neuen Strategien gesucht, um diesen zu verringern. Hier kommen wieder die beiden bereits oben genannten Firmen ins Spiel. Die Fa. Senomyx hat ein Protein entdeckt (SNMX-29), das bei der Empfindung des Salzgeschmackes eine Rolle spielt. Nun werden alle in der Substanzbibliothek

der Firma befindlichen Stoffe sukzessive getestet, ob sich darunter welche befinden, die den Salzgeschmack verstärken können.

Die Fa. Redpoint hat ein Präparat BetaSalt™ auf dem Markt, das aus einer Mischung aus einem Bitterblocker (Taurin) und Nucleotiden besteht.

Tab. 14-3: Präparate zur Reduktion von Speisesalz [erstellt nach Pszola: Savoring the possibilities. Food Techn. 4 (2007) 55-66]

Produktname	Firma	Produktbeschreibung	Mögliche Salzreduktion (%)
KCLean	Wixon, Inc., St. Francis, Wis. www.wixon.com	Designed to replace regular salt in virtually every application, combined with KCe, NaU , natural flavor blend	
sub4salt	Jungbunzlauer, Inc., Newton Center, Mass. www.jungbunzlauer.com	Offering similar salty taste characteristics, blend consists of sodium gluconate (the salt of gluconic acid, produced by fermentation of glucose makes the bitterness), potassium chloride, and sodium chloride. It has a GRAS status.	
The Solo	Spectrum Foods, Inc., Springfield III. www.nexcelfoods.com	Brand low-sodium mineral sea salt contains approximately 41% sodium chloride, 41% potassium chloride, and 17% magnesium.	
Amplify	ConAgra, SpiceTec	Based on peptide and amino acid technology.	
Savor-Crave	Wild Flavors, Inc., Erlanger, Ky. www.wildflavors.com	Add the sensation of umami in soups, sauces, salad dressings, meat, marinades, snacks and others, easy to use, heat stable, contains no glutamic acid	
SaltTrim	Wild Flavors, Inc., Erlanger, Ky. www.wildflavors.com	The system can be labeled a natural flavor in most countries, and is available in kosher and halal versions, blocks the negative tastes of potassium chloride while keeping the true taste and mouth feel of salt.	50%
?	Exter Aroma, Zaandam, Netherlands www.exteraroma.com	Sunflower-based hydrolyzed vegetable protein ingredient, It's a vegan option, HVPs are formed when proteins are split into smaller pieces, releasing intense or very specific flavors, and have allergen-free ingredient	50%
?	International Flavors & Fragrances, Inc., N.Y. www.iff.com	Includes natural and natural and artificial flavors. "There is no magic bullet in the industry that will effectively reduce the sodium in each and every product"	25-50%
Salboost	Danisco A/S www.danisco.com	Can reduce salt without compromising the taste.	60%
Taste Essentials	Givaudan Flavors, Cincinnati, Ohio www.givaudan.com	Allows offering flavors with non-characterizing taste profiles, such as Natural Savoury base Flavor, as flavors with specific profiles and characteristics.	50%
XALT	Blue Pacific Flavors www.bluepacificflavors.com	Can help reduced sodium in various snacks	
?	Mastertaste www.mastertaste.com	Is said to enhance the perception of salinity, while providing an overall savory profile in salt-reduced applications. The system which mimics the salinity effect without the use of potassium or magnesium, imparts a clean, savory impression without any residual aftertaste.	?
?	Bell Flavors and Fragrances www.bellff.com	The flavor contain a very small amount of sodium, may be customized, depending on the application for optimal results.	40%
SaltSavor	Innova, a Griffith Laboratories Co.,	Stimulates taste receptors on the tongue to create the perception of salt without the need for high sodium addition.	25-50%
Maxarome	DSM Food Specialties www.dsm-foodspecialties.com	Neutral-tasting yeast extract which can function as a flavor enhancer.	40-60%
Replacer NO 886	Savoury Systems International, Inc. www.savoury-systems.com	Blend of potassium chloride, sugar, yeast extract and flavors which mask the bitterness of the potassium chloride	20-40%
Replacer NO 1079	Savoury Systems International, Inc. www.savoury-systems.com	Contains 22% flavor-enhancing nucleotides and can be used at low dosage to provide a flavor enhancement boost.	?
Saporesse	Synergy Flavors, Inc www.synergytaste.com	The line of lactic yeast extracts is said to be useful in broad range of application. The extracts, which are retort and pH-stable, are produced by a proprietary process where the yeast is grown on lactose, but contains no lactose.	30% snacks 50% sauces
Natural	Nikken Foods Co,	It's a blend of naturally fermented soy sauce, salt and yeast	?

Flavor Enhancer (7203)	www.nikkenfoods.com	extract spray-dried on a maltodextrin carrier.	
?	Kerry Ingredients, www.kerryamericas.com	Has a distinctive taste and crunch, and is paired with dipping sauces, such as Wasabi Ginger, Tangerine, and Vietnamese Chili Basil.	?
?	Kikkoman International, Inc., www.kikkoman-usa.com	Demonstrate how soy sauce can put a salty twist on a traditionally sweet product category.	?
Grande Gusto	Grande Custom Ingredients Group, www.grandecig.com	It's a whey derivative that can add savory flavors, provide an umami sensation in monosodium glutamate-replaced applications, and mask bitter soy and metallic notes fortified foods.	?
	Fonterra Cooperative Group www.fonterra.com	Unveiled a dairy-derived flavor enhancer, Savoury Powder, which can reduce up to a third of the sodium in food products.	33%
Koji-Aji	Ajinomoto Food Ingredients LLC, www.ajiusafood.com	It provides the sensation of Kokumi, a Japanese concept that combines enhanced flavor impact, balance, and increased mouthfeel,	?
pHase	Jones-Hamilton Co., www.jones-hamilton.com	Addition of sodium acid sulfate products in retort applications caused an increase in saltiness, the result the salt content could be lowered and significant reduction in sodium achieved.	

15. Schaummittel (foaming agents) (Funktionsklasse 15)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Schaummittel“ sind Stoffe, die die Bildung einer einheitlichen Dispersion einer gasförmigen Phase in einem flüssigen oder festen Lebensmittel ermöglichen.

15.1. Allgemeine Aspekte

Im Gegensatz zu Schaumverhütern (Zusatzstoffklasse Nr. 9) sollen Schaummittel die Bildung des grobdispersen Mehrphasensystems „Schaum“ ermöglichen bzw. unterstützen. Dazu müssen Schaummittel, ähnlich wie Emulgatoren, eine grenzflächenaktive Wirkung aufweisen.

Damit ist auch eine Abgrenzung zu Packgasen (Zusatzstoffklasse Nr. 20) und Treibgasen (Zusatzstoffklasse Nr.21) gegeben, die zwar auch eine Schaumbildung ergeben können, aber keine Stabilisierung eines gebildeten Schaumes ermöglichen, weil sie eben keine grenzflächenaktiven Substanzen sind.

Die klassischen Schaumbildner sind grenzflächenaktive Proteine (Eiweiß).

15.2. Neue bzw. neuartige Schaummittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Tab. 15-1 zeigt einige in den letzten fünf Jahren in der Patentliteratur beschriebene Stoffe bzw. Stoffgemische zur Schaumbildung und Schaumstabilisierung.

Tab. 15-1: Neue bzw. neuartige Schaummittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Wirkung	Zulassungsstatus bzw. -stadium	Literaturquelle
Globular protein-oligosaccharide conjugate	Foam initiation	Lebensmittelzutat (?)	EP 2008/2.025.235
Polyglutaminsäure	Foaming stabilizer	Nicht klar, ob es sich um einen neuen Zusatzstoff handelt, oder ob er durch Glutaminsäure bereits abgedeckt wird.	JP 2008/000061
Dairy and hydrocolloid components	Foam-creating composition	unbekannt	JP 2007/181427
Dissolving propylene glycol fatty acid ester, monoglyceride ester, milk proteins and saccharides	Foaming and foam retention agent	unbekannt	JP 2006/042778

16. Geliermittel (foaming agents); modifizierte Stärken (modified starches), Stabilisatoren (stabilisers) und Verdickungsmittel (thickeners) (Funktionsklassen 16, 19, 24, 25)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1:

16. „Geliermittel“ sind Stoffe, die Lebensmitteln durch Gelbildung eine festere Konsistenz verleihen.

19. „Modifizierte Stärken“ sind durch ein- oder mehrmalige chemische Behandlung aus essbaren Stärken gewonnene Stoffe. Diese essbaren Stärken können einer physikalischen oder enzymatischen Behandlung unterzogen und durch Säure- oder Alkalibehandlung dünnkochend gemacht oder gebleicht worden sein.

24. „Stabilisatoren“ sind Stoffe, die es ermöglichen, den physikalisch-chemischen Zustand eines Lebensmittels aufrechtzuerhalten.

Zu den Stabilisatoren zählen Stoffe, die es ermöglichen, die einheitliche Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen in einem Lebensmittel aufrechtzuerhalten, ...

25. „Verdickungsmittel“ sind Stoffe, die die Viskosität eines Lebensmittels erhöhen.

16.1. Allgemeine Aspekte

Die meisten Geliermittel sind auch in der Funktionsklasse der Stabilisatoren (Klasse 25) und Verdickungsmittel (Klasse 26) angeführt und umgekehrt. Dies gilt auch für die als eigene Funktionsklasse geltenden „modifizierten Stärken“ (Funktionsklasse 19).

Gelier- und Verdickungsmittel sind nämlich hydrophile Polymere, welche in wässrigen Systemen meistens schon in niedrigen Konzentrationen viskose, kolloidale Gele, Lösungen, Suspensionen oder Schäume ergeben. Da sie nicht zur Bildung solcher disperser Systeme beitragen, sondern auch zu deren Stabilisierung, werden sie oft auch als Stabilisatoren bezeichnet.

Die funktionellen Eigenschaften dieser Stoffe lassen sich wissenschaftlich und in der Praxis nicht streng in diese vier Klassen (Gelie-, Verdickungsmittel, Stabilisatoren und modifizierte Stärken) trennen. Ihre Wirkungen gehen fließend ineinander über. Im Prinzip sind alle diese Stoffe als Hydrokolloide zu bezeichnen. Die meisten sind aus chemischer Sicht natürliche oder synthetische Polysaccharide. Außerdem fallen auch einige funktionelle Proteine hier hinein, wie z.B. Gelatine und Milchproteine.

Aus diesen Gründen werden sie auch in diesem Kapitel gemeinsam behandelt. In Kap. 25 und Kap. 26 werden dann nur die Stoffe erwähnt, die jeweils ausschließlich in diese Klassen hinein fallen, bzw. eine andere Wirkung und Funktion haben.

16.2. Wirtschaftliche Aspekte

Aus Tab. 1-2 (Europäischer Trend für den Zusatzstoffmarkt) in der Einleitung geht hervor, dass Hydrokolloide in Europa auch in den nächsten Jahren wertmäßig zu einer der wichtigsten Zusatzstoffgruppen zählen. Es wird eine jährliche Zunahme von 2,55 % prognostiziert.

Abb. 16-1 zeigt die Verteilung des weltweiten Hydrokolloidmarktes auf die einzelnen Hydrokolloide. Mit großem Abstand wird hier „Stärke“ angeführt. Darunter fallen vor allem die nativen Stärken aber auch die modifizierten Stärken, wobei erstere den Großteil ausmachen.

An zweiter Stelle steht Gelatine, gefolgt von Guar, Cellulosederivaten, Xanthan und den anderen Hydrokolloiden. Die Weltjahresproduktion von Xanthan beträgt ca. 40.000 Tonnen [ANTRANIKIAN und HEIDEN, 2006], davon gehen ca. 60 % in die Lebensmittelindustrie und pharmazeutische Industrie.

Abb. 16-1 zeigt, dass Xanthan etwa 1% des gesamten Hydrokolloidmarktes im Lebensmittelbereich ausmacht. Damit kann in etwa die Menge der anderen Hydrokolloide abgeschätzt werden.

Die Fa. Jungbunzlauer erzeugt in ihrem Werk in Laa a.d.Thaya (Österreich) unter anderem auch Xanthan. Weltweit gibt es nur vier Firmen, die dieses Hydrokolloid herstellen (Austria, China, Great Britain, USA).

Wie die österreichische Außenhandelsstatistik für das Jahr 2008 zeigt (Tab. 16-1), sind Hydrokolloide auch in Österreich mengenmäßig von großer Bedeutung. In Tab. 16-1 sind nur diejenigen Hydrokolloide angeführt, deren Verwendung zum Großteil im Lebensmittelbereich erfolgt.

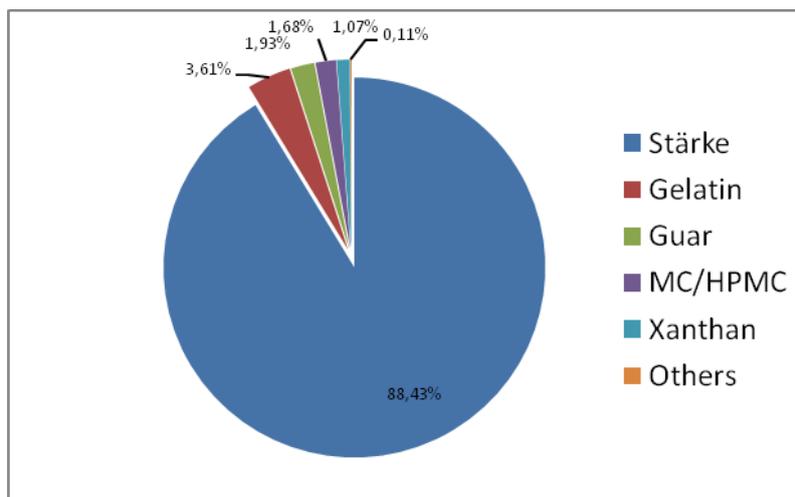


Abb. 16-1: Welt-Hydrokolloid-Markt in Prozent im Lebensmittel- und Non-Food-Sektor (2005)

Tab. 16-1: Österreichische Außenhandelsstatistik 2008 in Bezug auf Hydrokolloide (Statistik Austria)

Produkt	Einfuhr [t]	Ausfuhr [t]
Gelatine	2.316	116
Guar gum	1.946	101
Gummi arabicum	260	2
Alginate (Alginssäure, Salze und Ester)	392	80
Agar	70	2
Johannisbrotkernmehl	215	43

16.3. Neue bzw. neuartige Hydrokolloide in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Zu den modifizierten Stärken ist generell anzumerken, dass mehr und mehr versucht wird, deklarationspflichtige Stärkederivate entweder durch spezielle native Stärken (hochamylose- bzw. hochamylopektinreiche Stärkearten) oder durch physikalisch modifizierte (getemperte bzw. hydrothermisch behandelte Stärken) oder enzymatische modifizierte Stärken zu ersetzen, die als Lebensmittel gelten.

In diesem Zusammenhang ist auch die sogenannte „resistente Stärke“ (RS) zu nennen, die weltweit als präbiotischer „Ballaststoff“ in immer größerem Umfang (z.B. in angelsächsischen Ländern) eingesetzt wird. Dabei sind vier Klassen von RS zu unterscheiden, nämlich

- in intakten pflanzlichen Zellen eingeschlossene native Stärkekörner,
- isolierte, hochamylosehaltige Stärkekörner,
- auf chemischem oder enzymatischem Weg hergestellte Stärkekristallite aus kurzkettigen Amylosebruchstücken,
- chemisch hochvernetzte Stärken.

Letztere sind eindeutig zulassungspflichtige Zusatzstoffe. Bei einigen Präparaten der zweiten Kategorie ist dies zumindest zu hinterfragen. Diese schon auf dem Markt befindlichen Präparate werden üblicherweise in weit höheren Mengen eingesetzt als die als Verdickungsmittel verwendeten modifizierten Stärken.

Neben den schon zugelassenen pflanzlichen und mikrobiellen Hydrokolloiden, ist in Zukunft zu erwarten, dass noch weitere zugelassen werden bzw. ihre Zulassung beantragt wird. In Tab. 16-2 sind einige dieser Stoffe angeführt.

Bezüglich der pflanzlichen Hydrokolloide ist ein Bereich besonders anzusprechen, welcher immer größere Bedeutung erlangt, nämlich die Hemicellulosen (Zellwandpolymere) aus Getreidearten. Besonders die äußeren Schichten der Getreidekörner (Kleie) sind reich an diesen Inhaltsstoffen, die als lösliche „Ballaststoffe“ günstige ernährungsphysiologische Wirkungen zeigen. Kleie wird aber in den meisten Fällen abgetrennt, damit nicht verzehrt, und fällt als Nebenprodukt an. Weltweit laufen deshalb Bestrebungen aus Kleie diverser Getreidearten Hemicellulosen zu isolieren und sie als Ballaststoffe (-> *dietary fiber*) aber auch als Verdickungsmittel (z.B. bei der Herstellung von kalorienreduzierten Lebensmitteln -> *light food*) einzusetzen. Diese Isolate gelten lebensmittelrechtlich nicht als deklarationspflichtige Hydrokolloide sondern als Lebensmittel („Zutat“). Ob sie in der EU als „Novel Food“ anmelde- bzw. zulassungspflichtig sind, ist nicht klar.

Chemisch gesehen sind diese isolierten Getreidezellwandpolymere vor allem Arabinoxylane (Weizen, Roggen, Mais) und β -Glucan (Hafer, Gerste).

Arabinoxylane sind in Roggen auch als Pentosane bekannt. Sie besitzen eine Hauptkette aus (1→4)- β -glycosidisch verknüpften D-Xyloseeinheiten, die über $\rightarrow 1\beta$ - und $\rightarrow 1$ - α -glycosidische Bindungen mit einzelnen L-Arabinoseresten verbunden ist. Gegenwärtig arbeiten mehrere Forschergruppen in Europa an der technischen Isolierung der Arabinoxylane aus Weizenkleie.

Das zweite erwähnenswerte Getreidezellwandpolymer ist β -Glucan, welches in größeren Mengen in Hafer(kleie) und Gerste vorkommt. Chemisch gesehen besteht das lineare Molekül β -Glucan aus β -1,4-D-glucopyranosyl-Einheiten (~70 %) unterbrochen von β -1,3-D-glucopyranosyl-Einheiten (~30 %).

Zahlreiche Studien haben mehrere positive ernährungsphysiologische Effekte von hochviskossem, löslichem β -Glucan festgestellt. 2004 wurde von der FDA ein Health Claim für β -Glucan in den USA erlaubt. Schweden (SNF Swedish Nutrition Foundation, 2004), Finnland (Finnish Food Safety Authority, 2000) und UK (Joint Health Claims Initiative, 2004) haben ebenfalls ähnliche Claims für β -Glucan zugelassen.

Als Quelle für isoliertes β -Glucan dient bis jetzt vor allem Haferkleie. Es gibt bereits einige derartige Präparate auf dem Markt (z.B. Oatrim[®], C-trim30[®] – Beide Substanzen haben in der USA den GRAS-Status). Auch aus Gerste kann β -Glucan isoliert werden. Der sinnvollere Weg ist hier aber nicht die Isolierung des β -Glucans, sondern die Nutzung der ganzen Gerste, vor allem der sogenannten unbespelzten Nacktgersten.

Isoliertes β -Glucan kann aber in Lebensmitteln auch die Rolle eines Verdickungsmittels ausüben und damit deklarationspflichtige verdickend wirkende Zusatzstoffe ersetzen. In vielen Fällen wird eine strenge Abgrenzung zwischen ernährungsphysiologischer Wirkung und technologischer Wirkung schwierig sein.

Tab. 16-2: Neue, bzw. in der EU noch nicht zugelassene Hydrokolloide

Name (INS-Nummer)	Technologische Bedeutung
Pflanzliche Hydrokolloide	
Oat gum (INS 411)	Aus Haferkleie isoliertes, β -glucanreiches Präparat
Cassia gum (cassia bean gum) (E427)	Mehl aus dem gereinigten Endosperm der Samen von Cassia-Arten. Zählt zu den Galaktomannanen. [Dt. Patent DE 100.47.278 (2002)] Anmerkung: Es gibt bereits ein EFSA-Gutachten (Nr. EFSA-Q-2003-134, 26.9.2006), wonach die Verwendung von Cassia-Gum als Zusatzstoff für die vorgeschlagenen Lebensmittelanwendungen keine Sicherheitsprobleme aufwirft.
Gum gatthi	Exudat des Baumes <i>Angogeissus latifolia</i> . In Indien lokal genutzt. In der EU nicht zugelassen, GRAS-Status in den USA
Gum olibanum	Harz des Baumes <i>Boswellia serrata</i> .
Psyllium (Arabinoxylan)	Schleimstoffe aus der Samenschale der Flohsamen (Indisches Psyllium) (<i>Plantago ovata</i>). Polysaccharide, die hauptsächlich aus Xylose und Arabinose bestehen. Psyllium wird vor allem auch als Ballaststoffpräparat genutzt. Anmerkung: Antrag der Fa. Kellogg auf Zulassung von Samenschalen von Psyllium als neuartige Lebensmittelzutat (Novel Food), Irland, 11/2007
Xyloglucan	Aus den Samen des Tamarindenbaumes (<i>Tamarindus indica</i>) gewonnen. In Japan, Süd-Korea und Taiwan als Lebensmittelzusatzstoff verwendet. [Phillips, G.O. and P.A. Williams: Handbook of hydrocolloids. CRC Press, USA (2005)]
Khan flour	Mehl aus <i>Beilschiedia</i> sp. (West Afrika) [Ndjouenkeu r., Alkingbala J.O., Richardson R.K., Morris E.R.: Weak gel properties of khan flour from <i>beilschiedia</i> sp. – a traditional food thickener from tropical West Africa. Food Hydrocolloids 9 (1005) 165-172]
Mikrobielle Hydrokolloide	
Curdlan (INS 424)	Mikrobielles Exopolymer (β -1,3-glucan mit einem Polymerisationsgrad von ca. 450). Zugelassen in Korea, Taiwan, Japan und USA (Phillips, G.O. and P.A. Williams: Handbook of hydrocolloids. CRC Press, USA (2005)).
Exopolysaccharide von Milchsäurebakterien	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i> [United States Patent US 7.256.029 (2007); US 0.186.292 (2003)]
Glucuronsäurepolymer	Produziert mit <i>Rhizobium meliloti</i> [French Patent Application FR 2.688.222 (1993)]

17. Überzugsmittel (einschließlich Gleitmittel) (glazing agents – including lubricants) (Funktionsklasse 15)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Überzugsmittel (einschließlich Gleitmittel)“ sind Stoffe, die der Außenoberfläche eines Lebensmittels ein glänzendes Aussehen verleihen oder einen Schutzüberzug bilden.

17.1. Allgemeine Aspekte

Die technologischen Wirkungen der in dieser Gruppe hineinfallenden Stoffe sind laut Definition zweifacher Art:

- Überzugsmittel, um Lebensmitteln ein glänzendes Aussehen zu verleihen (Glanzmittel). Diese Funktion wird vor allem im Süß- und Backwarenbereich eingesetzt. Teilweise gibt es hier Überschneidungen hinsichtlich der Wirkung mit den Trennmitteln (Funktionsklasse 8)
- Schutzüberzug, um Lebensmittel vor verschiedenen negativen Einflüssen zu schützen, wie z.B. Schutz vor Austrocknung, Schutz vor mikrobiellem Befall.

Beide Funktionen sind völlig unterschiedlich, können aber durch einige Substanzen gleichzeitig abgedeckt werden.

Bei den Überzugsmitteln handelt sich Großteils um Wachse und Harze. Die in Europa geschätzte Aufnahme von Wachsen durch die Nahrung beträgt 0,01-0,02 mg/kg KG/Tag für Erwachsene und stammt überwiegend von in der Süß- und Backwarenindustrie eingesetzten Überzugsmitteln [TENNANT, 2004].

17.2. Neue bzw. neuartige Überzugsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

- MCT-Öle (Synthetische Triglyceride mit einer Fettsäurekettenlänge von 4-10 C-Atomen [ANONYM (p), 1997]
- Isomalt (Zuckeralkohol aus Isomaltulose) [ANONYM (q), 2005]
- Gummi arabicum (Acaia gum) (E414) (siehe Verdickungsmittel)
- Polyvinylalkohol

18. Feuchthaltemittel (humectants) (Funktionsklasse 18)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Feuchthaltemittel“ sind Stoffe, die das Austrocknen von Lebensmitteln verhindern, indem sie die Auswirkungen einer Atmosphäre mit geringem Feuchtigkeitsgehalt ausgleichen, oder Stoffe, die die Auflösung eines Pulvers in einem wässrigen Medium fördern.

18.1. Allgemeine Aspekte

Feuchthaltemittel (Plastifizierungsmittel, Weichmacher) dienen bei der Herstellung sogenannter „Lebensmittel mittlerer Feuchtigkeit“ (intermediate moisture food) dazu, um Wasser in diesen Lebensmitteln in Form von Hydrathüllen zu binden und dadurch die Wasseraktivität zu senken. Durch die Bindung des Wassers in den Hydrathüllen wird auch der Dampfdruck gesenkt, wodurch eine „Austrocknung der Lebensmittel“ verhindert wird. Je kleiner das Molekulargewicht des Feuchthaltemittels, umso mehr Wasser kann es pro Gewichtseinheit binden.

Als Feuchthaltemittel können viele Lebensmittel eingesetzt werden, wie z. B. Speisesalz, alle niedermolekularen Kohlenhydrate, Zuckeralkohole und deren Sirupe.

18.2. Neue bzw. neuartige Feuchthaltemittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

In der einschlägigen Literatur werden noch weitere Feuchthaltemittel bzw. -systeme beschrieben, die in Tab. 18-1 angeführt sind.

Tab. 18-1: Neue bzw. neuartige Feuchthaltemittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Wirkung	Zulassungsstatus bzw. -stadium	Literaturquelle
Pflanzenextrakte aus <i>Ficus microcarpa</i> oder <i>Cinnamomum Daphnoides</i>	Feuchthaltemittel	unbekannt	Jap. Patent Application JP 238455 (2007) JP 063056 (2006)
Enzymatische Hydrolysate von Weizenkeimen	Feuchthaltemittel für Würste	Lebensmittel	Shen C., Jianfu S. and Wu X.: Preparation of humectants with hydrolyzing wheat embryos with enzymes. J. Chinese Cer. & Oils Assoc. 13 (1998) 30-33
Verzweigte Oligosaccharide hergestellt aus Maisstärke	Feuchthaltemittel	Lebensmittel	Sang-Ho Y et al.: Branched oligosaccharides concentrated by yeast fermentation and effectiveness as a low sweet humectant. J. Food Sci. 60 (1995) 516-519

19. Modifizierte Stärken (modified starches) (Funktionsklasse 19)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Modifizierte Stärken“ sind durch ein- oder mehrmalige chemische Behandlung aus essbaren Stärken gewonnene Stoffe. Diese essbaren Stärken können einer physikalischen oder enzymatischen Behandlung unterzogen und durch Säure oder Alkalibehandlung dünnkochend gemacht oder gebleicht worden sein.

19.1. Allgemeine Aspekte

Im Gegensatz zur Definition anderer Funktionsklassen wird für die „modifizierten Stärken“ nur angeführt, was sie sind, aber nicht wofür sie eingesetzt werden. Wie schon in Kap. 16 ausgeführt, sind ihre Einsatzzwecke eben sehr vielfältig, weshalb sie in mehrere Funktionsklassen hineinfallen.

19.2. Neue bzw. neuartige modifizierte Stärken in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

In Kap. 16 wurde schon ausgeführt, dass immer mehr versucht wird, chemisch modifizierte Stärken durch physikalisch modifizierte zu ersetzen.

Die moderne Biotechnologie erlaubt aber die Herstellung modifizierter Stärken auf vollkommen neuen Wegen. Eine dieser Möglichkeiten ist die enzymatische Modifikation nativer Stärken, wobei aber nicht die Hydrolyse der Stärke im Vordergrund steht, sondern die Modifikation der Kettenstruktur. In Tab. 19-1 werden dafür zwei Beispiele angeführt. Ob auf diese Weise erzeugte, modifizierte Stärken als Lebensmittel gelten oder als *Novel Food* bzw. Zusatzstoffe, bedarf einer Klärung.

Die zweite Möglichkeit ist eine gentechnische Manipulation von Pflanzen, damit diese dann Stärke mit modifizierten Eigenschaften synthetisieren. Diese transgenen Stärken sind vor allem hinsichtlich der Kettenstruktur des Amylopektins und des Phosphatgehaltes verändert. Auch in normaler Kartoffelstärke sind Phosphatestergruppen enthalten. Diese können die funktionellen Eigenschaften von Stärken ganz entscheidend beeinflussen. Deshalb wurden auch chemisch modifizierte Stärken entwickelt, die künstliche Phosphatestergruppen enthalten (E1410, E1412, E1413, E1414). In Tabelle 19-1 sind einige Patente zur Herstellung solcher transgener, modifizierter Stärken dargestellt. Ob diese Stärken auch irgendwann zum Einsatz kommen, hängt mit der weiteren Entwicklung der Konsumentenakzeptanz für gentechnisch veränderte Lebensmittel zusammen. Jedenfalls ist klar, dass solche transgenen Stärken unter die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 (GVO) fallen.

Tab. 19-1: Neue bzw. neuartige, modifizierte Stärken

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Herstellung	Literaturquelle
Mod. Stärke aus transgenen Pflanzen		
Modifizierte Stärke	Gentechnisch veränderte Kartoffel, bei der die Aktivität der einzelnen Stärke-Synthetasen verändert wird. Die produzierte Stärke erhält dadurch Eigenschaften einer modifizierten Stärke.	United States Patent US 7.534.931 (2009)
Modifizierte Stärke	Genetisch modifizierte einkeimblättrige Pflanzen, die durch die genetische Modifikation eine Stärke mit einem höheren Phosphatgehalt oder einer modifizierten Phos-	United States Patent US 7.217.816 (2007)

Stoffbezeichnung bzw. -beschreibung	Herstellung	Literaturquelle
	phatverteilung in der Stärke produzieren.	
Modifizierte Stärke	Herstellung transgener Pflanzen, die eine modifizierte Stärke mit veränderten Viskositätseigenschaften und einem veränderten Phosphatgehalt synthetisieren	United States Patent US 7.569.744 (2009) Europ. Patentanmeldungen EP 1.435.205 (2004) EP 1.728.441 (2006) EP 1.702.518 (2006)
Durch enzymatische Behandlung erhaltene modifizierte Stärken		
Modifizierte Stärke	Eine Behandlung mit Amylomaltase (4-alpha-D-glucosyltransferase) reduziert das MG und die Geleigenschaften ohne die Verteilung der Amylopektinkettenlängen zu verändern.	Hansen et al.: Gel texture and chain structure of amyloamaltase-modified starches compared to gelatin. Food Hydrocolloids 22 (2008) 1551-1566
Modifizierte Stärke	Verbesserung der physikalischen Eigenschaften und des durch Behandlung der Stärke bei niedriger Temperatur mit Transglucosidase	PCT-Int. Patent Application WO 059992 (2008)

20. Packgase (packaging gas) (Funktionsklasse 20)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Packgase“ sind Gase außer Luft, die vor oder nach dem Lebensmittel oder gleichzeitig mit diesem in das entsprechende Behältnis abgefüllt worden sind.

20.1. Allgemeine Aspekte

Sehr oft haben die eingesetzten Gase nicht nur die Funktion eines Packgases, sondern sie fungieren auch als Treibgas. Eine exakte Trennung zwischen diesen beiden Funktionsklassen ist deshalb nicht möglich.

Die eigentliche Funktion eines Packgases ist einerseits ein Schutz (Schutzgas) der Lebensmittel vor mikrobiellem oder oxydativem Verderb. Der zweite Anwendungsbereich der Packgase betrifft die Verpackung atmender Pflanzengewebe in einer modifizierten Atmosphäre (Erhöhung des Kohlendioxidgehaltes und Senkung des Sauerstoffgehaltes), um die Atmung in der Verpackung zwar aufrechtzuerhalten, aber auf einem möglichst geringem Niveau.

20.2. Neue bzw. neuartige Packgase in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Weder für Pack- noch für Treibgase konnten in der Literatur Hinweise für neue bis jetzt noch nicht zugelassene Gase gefunden werden.

21. Treibgase (propellants) (Funktionsklasse 21)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Treibgase“ sind andere Gase als Luft, die ein Lebensmittel aus seinem Behältnis herauspressen.

Siehe Ausführungen dazu im Kapitel Packgase.

22. Backtriebmittel (raising agents) (Funktions-klasse 22)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Backtriebmittel“ sind Stoffe oder Kombinationen von Stoffen, die Gas freisetzen und dadurch das Volumen eines Teigs vergrößern.

22.1. Allgemeine Aspekte

Die Freisetzung des Teigtreibgases - in der Regel Kohlendioxid - erfolgt entweder durch Hitze oder durch Säuren. Bei den Backpulver-Kombinationen handelt es sich deshalb um „Gaslieferanten“ und Säuerungsmittel.

22.2. Neue bzw. neuartige Backtriebmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Über Backtriebmittel konnten in der einschlägigen Literatur keine Hinweise auf Neues bzw. Neuartiges gefunden werden.

23. Komplexbildner (sequestrants) (Funktionsklasse 23)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Komplexbildner“ sind Stoffe, die mit Metallionen chemische Komplexe bilden.

23.1. Allgemeine Aspekte

Auch in dieser Zusatzstoffklasse ist das Potential möglicher Stoffe weitgehend ausgeschöpft, so dass kaum mit neuen Anträgen zu rechnen ist. In der Literatur wurde nur Hinweis auf einen neuen Komplexbildner gefunden. Es handelt sich dabei um oxidierte Maltodextrine, wobei Carboxylgruppen (Glucuronsäure) eingeführt werden, die dann Metalle binden können [THABURET et al., 2001].

23.2. Neue bzw. neuartige Komplexbildner in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Über Komplexbildner konnten in der einschlägigen Literatur keine Hinweise auf Neues bzw. Neuartiges gefunden werden.

24. Stabilisatoren (stabilisers) (Funktionsklasse 24)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Stabilisatoren“ sind Stoffe, die es ermöglichen, den physikalisch-chemischen Zustand eines Lebensmittels aufrechtzuerhalten.

Zu den Stabilisatoren zählen Stoffe, die es ermöglichen,

- die einheitliche Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen in einem Lebensmittel aufrechtzuerhalten,
- Stoffe, durch welche die vorhandene Farbe eines Lebensmittels stabilisiert, bewahrt oder intensiviert wird,
- und Stoffe, die die Bindefähigkeit eines Lebensmittels verbessern, einschließlich der Bildung von Proteinvernetzungen, die die Bindung von Lebensmittelstücken in rekonstituierten Lebensmitteln ermöglichen.

24.1. Allgemeine Aspekte

In die EU-Definition für Stabilisatoren werden wieder sehr unterschiedliche funktionelle Eigenschaften hineingepackt, so dass eine sehr inhomogene Gruppe entsteht. Die Stabilisierung bezieht sich vor allem auf Dispersionen (Emulsionen, Schäume, Suspensionen) durch Verdickung der jeweils äußeren Phase in diesen Lebensmittelsystemen. Stabilisatoren mit dieser verdickenden Wirkung wurden deshalb schon zusammen mit den Gelier- und Verdickungsmitteln abgehandelt (Kap. 16).

Übrig bleiben die Stabilisatoren, welche eine Farbe von Lebensmitteln stabilisieren (Nitrat- und Nitritsalze, Eisensalze) oder die Struktur verbessern.

24.2. Neue bzw. neuartige Stabilisatoren in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Es zeichnen sich gegenwärtig keine neuen Stoffe ab, die in diese Funktionsklasse hineinfallen würden.

Es ist aber die Tendenz zu beobachten, Stabilisatoren nicht als Einzelsubstanzen, sondern als Mischungen einzusetzen, um Synergieeffekte zu nutzen.

25. Verdickungsmittel (thickeners) (Funktionsklasse 25)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Verdickungsmittel“ sind Stoffe, die die Viskosität eines Lebensmittels erhöhen.

Siehe Ausführungen dazu in Kap. 16.

26. Mehlbehandlungsmittel (flour treatment agents) (Funktionsklasse 26)

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1: „Mehlbehandlungsmittel“ sind Stoffe außer Emulgatoren, die dem Mehl oder dem Teig zugefügt werden, um deren Backfähigkeit zu verbessern.

26.1. Allgemeine Aspekte

Die Definition der EU für Mehlbehandlungsmittel unterscheidet sich grundsätzlich von der Definition des Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) und auch der FDA in den USA, die lautet: „A substance added to flour to improve its baking quality or colour.“

Bei der EU-Definition geht es nur um die Backfähigkeit, bei den anderen Definitionen auch um die Farbe, wobei hier eine Mehlaufhellung durch Mehlbleichung verstanden wird. Die Mittel, die in anderen Ländern zur Mehlbleichung verwendet werden (z.B. Kaliumbromat, Chlordioxid), sind in der EU nicht erlaubt.

26.2. Neue bzw. neuartige Mehlbehandlungsmittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase

Neue Substanzen stehen derzeit nicht zur Diskussion. Vielmehr werden zur Teigverbesserung immer mehr Enzyme herangezogen. Diese werden im Kapitel „Enzyme“ näher angeführt.

27. Literaturverzeichnis Einleitung und Zusatzstoffe

- ANONYM (a), (2004): WDR, http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2004/0928/008_zusatzstoffe.jsp, 28. 9. 09
- ANONYM (b), (2008): Prepared Foods e-Flash, 22.12.2008, <http://preparedfoods.com>
- ANONYM (c), (2009): FROSTA, <http://frosta.de>, 30.10.2009
- ANONYM (d), (2008): Die Zeit, Nr. 52, 17.12.2008
- ANONYM (e), (2009): http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm, 23.10.09
- ANONYM (f), (2009): EFSA -Scientific opinion: The potential risks arising from nanosciences and nanotechnologies on food and feed safety. Question No EFSA-Q-2007-124a, adopted on 10 February 2009
- ANONYM (g), (2009): Press release of the Council of the European Union(10754/09 + ADD I), 22 June 2009
- ANONYM (h), (2009): Colors from nature. www.wildflavours.com, 03.07.09
- ANONYM (h), (2009): http://www.wildflavors.com/?page=color_emulsions, 11.09.09
- ANONYM (i), (2009): <http://www.zymes.com/science/ubisol/>, 06.06.09
- ANONYM (j), (2009): <http://www.zuckerwirtschaft.de-07/09>
- ANONYM (k), (2009): Dragees in neuem Glanz – Attraktive und innovative Produkte durch den Einsatz von Perlglanzfarben. Lebensmitteltechnik 6/2009
- ANONYM (l), (2008): working document WGA/05/08 Rv. 6, Draft guidance notes on the classification of food extracts with colouring properties
- ANONYM (m), (2008): www.preparedfoods.com, 11.08.09
- ANONYM (n): Technofunktionelle Eigenschaften von Phosphatidylcholin in Abhängigkeit vom Fettsäurerester. Forschungsbericht AiF-FV 14257 N).
- ANONYM (o), (2009): www.innovations-report.de/html/berichte/studien/bericht-28395.html 10.10.09
- ANONYM (p), (1997): Glazing composition. US-Patent 5.641.528 (1997); Nieuwenhuyzen van, W. and R. Adelmann: Multipurpose functions of MCT oils. Agro Food Ind. 18 (2007) 34-36
- ANONYM (q), (2005): Isomalt in breakfast cereals, granola bars and muesli. Innovations in Food Techn. 29 p. 54-56
- Antranikian und Heiden: Weiße Biotechnologie: Status quo und Zukunft. Nachrichten aus der Chemie 54 (2006) 1202-1205
- Ares, G.; Barreiro, C.; Deliza, R. and Gambaro, A. (2009): Alternatives to reduce the bitterness, adstringency and characteristic flavour of antioxidant extracts. Food research international 42 (7) 871-878.
- Clausen (2009): Künftig mit Warnhinweis: Azofarbstoffe in Lebensmitteln. UGB-Forum 5/09.
- Code of Federal Regulations, Title 21, Vol. 3, 46-48: Part 172 – Food additives permitted for direct addition to food for human consumption -Subpart D: Special Dietary and Nutritional Additives - Sec. 172.320 Amino acids

- DUAN, L.(2004): Production of recombinant monellin using methylotropic yeast expression system. US Patent 6780615 (2004)).
- Eisenbrand, G.: „*Stellungnahme zur potentiellen Beteiligung einer oralen Glutamat-Aufnahme an chronischen neurodegenerativen Erkrankungen*“ Endfassung vom 8. April 2005
- Farzanmehr, H. and Abbasi, S. (2009): Effects of inulin and bulking agents on some physico-chemical, textural and sensory properties of milk chocolate. *Journal of texture studies* (40) 536-553.
- Guillard, V.; Issoufov, V.; Redl, A. and Gontard, N. (2009): Food preservative content reduction by controlling sorbic acid release from a superficial coating. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10: p. 108–115
- Herfel, T.M.; Jacobi, S.K.; Lin, X.; Walker, D.C.; Jouni, Z.E. and Odle, J. (2009): Safety evaluation of polydextrose in infant formula using a suckling piglet model. *Food and chemical toxicology* (47) 1530-1537
- Holzer (2009): Working group flavourings. Sitzung der Codexunterkommission AEZ 03.11.2009. *International Sugar Journal*, Vol. 107, No. 1275: p. 162 – 165
- Kanatt, S. R.; Chander R.; Sharma, A. (2008): Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. *Food Chemistry* 107: p. 845–852
- Mami, U.; Masateru, S.; Makato, K.: Accumilation of phyllodulcin in sweet-leaf plants of *Hydrangea serrata* and its neutrality in the defense against a specialist leafmining herbivore. *Res. Popul. Ecol.* 37 (1995) 249-257
- Mickova, K.; Copikova, J. and Synytsya, A. (2007): Determination of polydextrose as a fat replacer in butter. *Czech journal of food sciences* 25 (1) 25-31
- Niederauer, T.: Säuerungsmittel und Säureregulatoren. *Brauwelt* 48, 2313-2315, 1999
- O’Donnell, C. (2008): Editorial: Adding up additives – May 2008, <http://www.preparedfoods.com>
- Pollach, G.; Hein, W. and Beddie, D. (2002): Application of hop β -acids and rosin acids in the sugar industry. *Zuckerind.* 127: p. 921 – 930
- Pollach, G.; Hein, W. and Beddie, D. (2004): The concept of different natural antibacterials for the sugar industry. *Zuckerind.* 129: p. 555 - 564
- Präve, P.; Faust, U.; Sitting, W. und Sukatsch, D.A. (1994): *Handbuch der Biotechnologie*. 4. Auflage, Oldenburg, ISBN 3-486-26223-8
- Rohner F.D. (2008): Strategies to reduce anemia and iron deficiency in sub-saharan african children: technological and pyhsiological approaches. Diss. ETH Zürich
- RÜCKLE, L. (2005): Hop acids as natural antibacterials in ethanol fermentation.
- Saarela, M.; Virkajärvi, I.; Nohynek, L.; Vaari, A. and Mättö, J. (2006): Fibres as carriers for *Lactobacillus rhamnosus* during freeze-drying and storage in apple juice and chocolate-coated breakfast cereals. *International journal of food microbiology* 112 (2) 171-178.
- Serra, A. T.; Matias, A. A.; Nunes, A. V. M.; Leitao, M. C.; Brito, D.; Bronze, R.; Silva, S.; Pires, A.; Crespo, M. T.; San Romao, M. V. and Duarte, C. M. (2008): In vitro evaluation of olive- and grape-based natural extracts as potential preservatives for food. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 9, (3): p. 311-319
- Smith, G. F. (2009): Processed cheese without emulsifying salts. BRPI0803022

Stösser, L.; Tietze, W.; Heinrich-Weltzien, R.; Krüger, C.; Griffith, J.C. and Auerbach, M.H. (2005): Polydextrose- ein „zahnfreundlicher“ Kohlenhydrat-Füllstoff. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, Oralprophylaxe und Kinderzahnheilkunde 27.

Tennant, D.R.: The usage, occurrence and dietary intakes of white mineral oils and waxes in Europe. Food and Chem. Tox. 42 (2004) 481-492

Thaburet J.F., Merbouth N., Ibert M., Marsais, M., Queguiner G. (2001): TEMPO-mediated oxidation of maltodextrins and D-Glucose: Effect of pH on the selectivity and sequestering ability of the resulting polycarboxylates.. Carbohydrate Research 330 p. 21-29

Thrane, U. and Meyer, A.S.: Production of pigments by Penicillium fungi. www.icdmuenchen.um.dk (Abfrage am 10.11.2009)

Willis, H.J.; Eldridge, A.L.; Beiseigel, J.; Thomas, W. and Slavin, J.L. (2009): Greater satiety response with resistant starch and corn bran in human subjects. Nutrition research 29 (2) 100-105

ZINSBERGER, S. (2008): Einsatz von Hopfenprodukten bei der Gewinnung von Maisstärke. Diplomarbeit BOKU

Weck, M.; Grote, H. und Mathes, K. (2009): Zusatzstoffe und Enzyme. Behr's Verlag, Hamburg, 27)

Bryant, R.W. (2006): Modulation of Downstream Signaling Components for Sweetness Enhancement. 231st National ACS Meeting. March 2006

AROMEN

1. Allgemeines

1.1. Die neue VO

Einleitend soll dieses Kapitel einen Überblick über die wesentlichen, mit der Einführung der neuen Aromenverordnung 1334/2008 verbundenen Änderungen liefern. Simplifiziert beschrieben hat sich Folgendes verändert:

1.1.1. Umwandlung in VO

Die bislang geltende Richtlinie wurde in eine Verordnung umgewandelt.

1.1.2. Geltungsbereich

Der Geltungsbereich wurde auf Aromenausgangsstoffe und sogenannte „Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften“ ausgeweitet.

1.1.3. Zulassungspflicht

Es besteht generelle Zulassungspflicht für alle Aromastoffe und sonstige Aromen, sowie für aus „non-food“ gewonnene Aromaextrakte, Aromavorstufen und thermisch gewonnene Reaktionsaromen, für welche die in Anhang V angeführten Herstellungsbedingungen nicht eingehalten werden. Die Zulassung erfolgt auf Basis einer wissenschaftlichen Stellungnahme der EFSA. Wenn neue technische und/oder wissenschaftliche Informationen zugänglich werden, welche Zweifel an der Sicherheitsbewertung hervorrufen, wird die betreffende Substanz einer Neu-evaluierung unterzogen. Zudem müssen bereits zugelassene der VO unterliegenden Substanzen neu evaluiert werden, sollten erheblich von den bislang gängigen Herstellungsverfahren abweichende Technologien zu deren Produktion verwendet werden.

1.1.4. Informationspflicht

Produzenten oder Verwender haben zuständigen Behörden neue wissenschaftliche oder technische Informationen über Aromen und/oder deren Ausgangsstoffe, die für die Sicherheitseinstufung relevant sind und der EU-Kommission nach Aufforderung sämtliche Zusatzmengen der Aromastoffe in Lebensmitteln in einem Zwölfmonatszeitraum weiterzugeben. Für bereits zugelassene Aromen, haben erheblich von den bislang genutzten Produktionsmethoden abweichende Herstellungsverfahren ebenfalls gemeldet zu werden.

1.1.5. Positiv- und Negativlisten

Es wird eine verbindliche Positivliste („Gemeinschaftsliste“) mit allen im Zulassungsverfahren positiv evaluierten Substanzen erstellt (Anhang I der VO). Bereits vorhandene Listen mit Substanzen, welche LM als solche nicht zugesetzt werden dürfen (Anhang III, Teil A der VO), verbotene und in Verwendungsbereich und Höchstmengen Einschränkungen unterliegende Stoffe („active principles“) (Anhang III, Teil B), sowie mit verbotenen und im Anwendungsbereich Einschränkungen unterliegende Aromausgangsstoffe (Anhang IV) wurden überarbeitet. Zusätzlich wurden für thermisch gewonnene Reaktionsaromen Herstellungsbedingungen und Höchstmengen unerwünschter Substanzen definiert, bei deren Einhaltung kein separates Zulassungsverfahren durchlaufen werden muss (Anhang V).

1.1.6. Neue Einteilung

Die neue Verordnung teilt Aromen nicht mehr in die drei bislang gebräuchlichen Hauptkategorien „natürliche“, „naturident“ und „künstliche“ Aromen ein. Die Kategorien „naturident“ und „künstlich“ wurden gestrichen und fallen nun unter den Sammelbegriff Aromastoffe. Die Auslobung der „natürlichen“ Aromen verlangt dabei jedoch nach neu definierten Auflagen (siehe Definitionen). Die Anforderungen wurden neu festgelegt. Als neue Aromen-Kategorien definiert die neue VO Aromastoffe, Aromaextrakte (flavouring preparations), thermisch gewonnene Reaktionsaromen, Raucharomen, Aromavorstufen und sonstige Aromen.

1.1.7. Definitionen

Ein „natürlicher Aromastoff“ wird definiert als ein Aromastoff, der durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren aus pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ausgangsstoffen gewonnen wird, die als solche verwendet oder mittels der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen LM-Zubereitungsverfahren für den menschlichen Verzehr aufbereitet werden.

Ein geeignetes physikalisches Verfahren ist definiert als ein Prozess, bei dem die chemischen Eigenschaften der Aromabestandteile nicht absichtlich verändert werden und das (unbeschadet Anhang II) ohne Einsatz von Singulett-Sauerstoff, Ozon, anorganischen Katalysatoren, Metallkatalysatoren, metallorganischen Reagenzien und/oder UV-Strahlen durchgeführt wird.

1.1.8. Kennzeichnung

Die Verkehrsbezeichnung hat neben „Aroma“ oder einer genaueren Beschreibung des Aromas den Zusatz „für Lebensmittel“ oder „für Lebensmittel begrenzte Verwendung“ zu enthalten. Folgende Kennzeichnungselemente müssen bei Verkauf der Aromen als solche angeführt werden:

Name und Anschrift von Hersteller, Verpacker oder Verkäufer, Partie- oder Losbezeichnung, Nettofüllmenge, die enthaltenen Aromakategorien und allen anderen im Erzeugnis enthaltenen Stoffe oder Materialien, ggf. Anweisungen für Lagerung und Verwendung sowie ggf. Angaben der Höchstmenge jeden Bestandteils oder Gruppe von Bestandteilen, die einer mengenmäßigen Begrenzung in LM unterliegen und/oder geeigneter Angaben in klarer verständlicher Form, die es dem Käufer ermöglichen, diese VO oder andere einschlägige VOs des Gemeinschaftsrechts einzuhalten, nun auch das Mindesthaltbarkeitsdatum sowie ggf. Hinweise zu allergenen Rohstoffen

Die Angabe „natürlich“ darf nur verwendet werden, wenn der Aromabestandteil ausschließlich Aromaextrakte oder „natürliche“ Aromastoffe enthält. Wird auf eine namensgebende Quelle hingewiesen („natürliches xy-Aroma“), muss der Aromabestandteil zu mindestens 95% aus dieser Quelle (xy) stammen. Die verbleibenden max. 5% müssen ebenfalls natürlichen Ursprungs sein und dürfen nur für die Standardisierung des Aromas oder die Verleihung einer z.B. frischeren, reiferen, grüneren oder schärferen Aromanote verwendet werden. Stammen weniger als 95% aus dem Ausgangsstoff (xy) und ist die Geschmacksnote des Ausgangsstoffs leicht erkennbar, dann ist das Aroma als „natürliches xy-Aroma mit anderen natürlichen Aromen“ zu deklarieren. Der Bezeichnung „natürliches Aroma“ darf nur verwendet werden, wenn die Aromabestandteile aus verschiedenen Ausgangsstoffen stammen und wenn die Nennung der Ausgangsstoffe ihr Aroma oder ihren Geschmack nicht zutreffend beschreiben würde.

Raucharomen:

Raucharomen, die Lebensmitteln zugesetzt werden, um diesen Lebensmitteln einen Rauchgeschmack zu verleihen, müssen in der Zutatenliste entweder als „Raucharoma(en)“ oder mit Hinweis auf die zur ihrer Herstellung verwendeten Ausgangsstoffe (Holz) aufgeführt werden.

1.2. Marktsituation und -trends

Die derzeitige Marktsituation, Konsumentenforderungen, wirtschaftliche und toxikologische Aspekte sind die Basistriebekräfte jeder Forschung und bestimmen damit wesentlich deren Richtungen.

1.2.1. Derzeitige Marktsituation

Mit der Zunahme der Singlehaushalte, der Abnahme des Koch-Know-hows und Zeit/Lust an aufwändiger Zubereitung in europäischen Küchen, steigt die Nachfrage nach langer Haltbarkeit und Convenienceprodukten. Lebensmitteltechnologische Verfahren zur Erreichung dieser Ziele (v.a. Erhitzung) hatten bislang meist massiven negativen Einfluss auf die Geschmacksqualität. Der Geschmack soll jedoch möglichst dem entsprechen, was der Verbraucher als typisch für das jeweilige Produkt empfindet. Diese scheinbare Unvereinbarkeit hat zur Folge, dass Aromen gemeinsam mit Aromaverstärkern 2007 mit Umsätzen von geschätzten 2 Milliarden Euro das größte Segment im europäischen „Zusatzstoffmarkt“ (Zusatzstoffe inkl. Aromen) darstellen und Prognosen deren Einsatz im Steigen sehen. Der weltweite Markt für flavours and fragrances wird für 2006 mit 16 Milliarden US-Dollar angegeben, wobei weniger als zehn Hersteller 65% des Marktes beherrschen (HOLZER, 2009); dazu zählen Givaudan, IFF, Firmenich, Symrise, ICI/Quest, Takasago. Die stärkste Aromasperte im Lebensmittelbereich ist der Getränkektor mit ca. 1/3 des Gesamtmarktes (HOLZER, 2009). Die weltweit meistgenutzte Aromakomponente ist Vanillin mit 12.000 Tonnen jährlich (SINHA, 2008). Aufgrund der hohen Geschmacksintensität von Aromen, ist der Aromaverzehr pro Kopf jedoch in Deutschland - Österreich dürfte aufgrund der ähnlichen Ernährungssituation nicht wesentlich hiervon abweichen - mit ca. 137 g jährlich, relativ gering (Deutscher Verband der Aromenindustrie syn. DVAI). Diese Menge an Aromasubstanzen ist auf eine Vielzahl an Geschmacksstoffen verteilt; die Lebensmittelindustrie arbeitet mit ca. 2500 verschiedenen Aromastoffen (~4000 wurden in der Natur identifiziert). Tab. 1-1 gibt einen Überblick über den jährlichen Prokopferverzehr an aromatisierten Lebensmitteln der bedeutendsten Kategorien für die Bundesrepublik Deutschland (DVAI).

Tab. 1-1: Übersicht über den jährlichen Prokopferverzehr an aromatisierten Lebensmitteln nach Kategorien (DVAI)

LM-Kategorie	Verzehrmenge aromatisiertes LM/Kopf/Jahr [kg]
Erfrischungsgetränke	66,795
Milcherzeugnisse	24,090
Wurstwaren	16,485
Speiseeis	9,125
Fertiggerichte	5,475
Schokoladenerzeugnisse	3,650
Feinkostzeugnisse	2,555
Obst- und Gemüseerzeugnisse	2,555
Zuckerwaren	1,825
Dauerbackwaren	1,800
Liköre	1,095

Gemüsesäfte	0,365
Tee, Kräutertee	0,365
Aromatisierter Wein	0,365
Knabberartikel	0,365
gesamt	136,910

1.2.2. „Exotisches“

Die zunehmende Globalisierung macht sich nicht nur in der Internationalität der kulinarischen Richtungen in der Gastronomie, sondern auch in den Supermärkten bemerkbar. Die Nachfrage nach traditionellen asiatischen Kräutern und exotischen Fruchtkombinationen steigt. Weiters ist ein klarer Trend in Richtung scharfer und würziger Aromanoten wie Chili, Ingwer, Pfeffer etc. in Kombination mit frischen, fruchtigen Noten erkennbar (FISCHER, 2008). Hierauf reagieren bereits viele Hersteller deutlich. So liest man auf Plakaten der Firma Vöslauer beispielsweise von Mineralwässern (Vöslauer Balance) mit den Exoten Kolanuss und Kalamansi sowie den Gewürzen Pfeffer und Ingwer, die Fa. Zotter produziert beispielsweise Chilischokoladen u.s.w..

1.2.3. „Schlankmachendes“

Das Ansteigen von Zivilisationskrankheiten im europäischen Raum bringt auch den Gegentrend nach möglichst „gesunden“, fett- und salz- und zuckerreduzierten Lebensmitteln mit sich. Der Wegfall dieser drei geschmacksunterstützenden Komponenten bei gleichbleibender Konsumentenerwartung stellt eine neue Herausforderung für die Aromenindustrie dar. Aromamischungen sowie deren Konzentrationen müssen angepasst werden, salzimitierende Aromen werden eingesetzt, die Süßkraft des in der Rezeptur verbliebenen Zuckers wird mit dem als E636 zu deklarierenden Geschmacksverstärker Maltol (3-Hydroxy-2-methyl-4H-pyran-4-on) verstärkt. Die Firma Synergy entwickelte sogenannte „sweetness booster“, wobei es sich um natürliche Aromen handelt, mit deren Zusatz der Zuckergehalt in Milchprodukten um 30% reduziert werden können soll etc.

1.2.4. Die „Krise“

Der Einsatz großer Mengen an möglichst billig produzierten Aromen aus billigen Rohstoffen in billige Rohstoffe enthaltenden Lebensmitteln, die naturgemäß ein hohes Maß an Aromen benötigen, wird zunehmend durch die derzeit anhaltende Wirtschaftskrise gerechtfertigt und weiters durch den Fakt gestärkt, dass Österreicher relativ zu ihrem Wohlstand ohnehin einen geringen Anteil des Einkommens in Lebensmittel investieren. So lag der Engel-Koeffizient, welcher den Anteil der Ausgaben für Lebensmittel bezogen auf die Gesamtausgaben angibt, in Österreich 2008 bei lediglich 13% (BERGHOFER, 2009).

Dieser ohnehin geringe Anteil der Ausgaben für Lebensmittel an den Gesamt-Prokopfausgaben in Österreich könnte durch die derzeit herrschende Wirtschaftskrise noch zusätzlich gesenkt werden, womit die Nachfrage nach billig produzierten Lebensmitteln weiter ansteigen könnte.

1.2.5. „Natürlichkeit“

Analog zu den Zusatzstoffen, ist auch im Bereich Aromen ein klarer Trend hin zu natürlichen Produkten erkennbar (ANONYM, 2008). Die Nachfrage nach „natürlichen“ Aromen für Bäckereien, Süßwaren, Snacks, Milchprodukte, Desserts, Speiseeis und nicht-alkoholische Getränke

ist in der EU im Beobachtungszeitraum von April 2007-April 2008 um 140% gestiegen (FISCHER, 2008).

Die Assoziation der Konsumenten mit dem Begriff Natürlichkeit inkludiert „aus der Natur stammend“ und „naturbelassen“. Während Ersteres klar in der Definition der VO 1334 dargelegt ist („pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ursprungs“) und außer der GMO-Thematik (Kap. 2.2.4) kaum Raum zu Diskussion bietet, lässt sich „Naturbelassenheit“ auf zwei Arten deuten, nämlich Gewinnung durch einen „natürlichen Prozess“ und „wenig behandelt“ (minimal processing). Die Unabdingbarkeit einer natürlichen Herstellungsmethode bei Kennzeichnung „natürlich“ ist in VO 1334 nicht explizit dargelegt („physikalischer, enzymatischer oder mikrobiologischer Prozess und/oder herkömmliche Lebensmittelzubereitungsverfahren“). Das „EFFA guidance document on the EC regulation on flavourings (02/09)“ setzt diese Definition jedoch mit „natürlichem Prozess“ gleich, wenngleich strittig ist, ob auf dem Einsatz hoher Temperaturen und/oder dem Einsatz von Lösungsmitteln basierende „herkömmliche Lebensmittelzubereitungsverfahren“ tatsächlich als „natürlich“ im Sinne von schonend/wenig behandelt - also Naturbelassenheit -, gelten sollten. In jedem Fall wurde die Tatsache berücksichtigt, dass Natürlichkeit neben einer Ausgangsstoff- auch eine Technologiefrage ist. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass von den sechs in der VO beschriebenen Aromakategorien, lediglich Aromastoffe und Aromaextrakte das Prädikat natürlich tragen dürfen, wobei für Aromastoffe eben die Anforderungen an Ausgangsstoff und Verfahren gelten und Extrakte per se als natürlich angenommen werden, da ihre Definition die Natürlichkeit im Sinne dieser VO mit „durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische und/oder herkömmliche LM-Verfahren gewonnen“ impliziert (Kapitel I, Artikel 3). Die ebenfalls häufig durch herkömmliche Lebensmittelzubereitungsverfahren wie Kochen, Braten etc. gewonnenen „thermisch gewonnene Reaktionsaromen“ sowie Raucharomen, sonstige Aromen und durchaus mittels natürlicher Prozesse gewinnbaren Aromavorstufen sollen hingegen - im Umkehrschluss - nicht als natürlich gekennzeichnet werden. Das könnte beispielsweise bedeuten, dass die durch KILIC and LINDSAY (2004) aus dem natürlichen Ausgangsstoff Molke mittels dem physikalischen Prozess Ultrafiltration gewonnenen Aromenausgangsstoffe, Alkylphenole, nicht als natürlich gelabelt werden dürfen.

Der Fall der alten Einteilung in natürliche, naturidentische und künstliche Aromen führt zur automatischen Einreihung aller bislang naturidentischen Aromen unter den Sammelbegriff Aromastoffe (DVAI). Die bislang viel genutzte Marketingstrategie, die Deklaration „ohne künstliche Aromen“, mit welcher Unternehmen versuchten, sich durch Einsatz natürlicher und naturidentischer Aromen von den Mitbewerbern abzuheben, verteuert sich hiermit deutlich, zumal beispielsweise 97% der populärsten Aromakomponente Vanillin derzeit aus den Quellen Coniferin, Eugenol, Safrol und Guaicol stammen (SINHA, 2008) und somit nach alter Definition als naturidentisch galten. Insgesamt galten deutschlandweit 2007 nach zu diesem Zeitpunkt gültiger „alter“ Einteilung 70% der Aromen als „natürlich“, 28% als „naturidentisch“ und 2% als „künstlich“ (DVAI).

Neu ist, dass die bislang für das Prädikat „natürlich“ obligatorischen Ausgangsstoffkategorien um die Gruppe der mikrobiologischen Substanzen erweitert wurden. Mikrobiologische proteinreiche Quellen werden jedoch vor allem zur Erzeugung „fleischiger“ Aromenoten durch Maillardreaktion erzeugt. Sie sind demnach thermisch gewonnene Reaktionsaromen und dürfen damit nicht als natürlich gekennzeichnet werden. Beispiele für derartige thermisch aus Hefe gewonnene Fleischaromen sind „Savorkey“ der Firma DSM, die als vegane, kostengünstige, MSG-freie Huhn- und Rindaromen beworben werden (FLETCHER, 2005). Ebenso entwickeln Givaudan im Rahmen ihres „Taste Essential Chicken Programme“ kosteneffiziente Aromen, welche die unterschiedlichen Nuancen des Huhngeschmackes widerspiegeln sollen, mit dem Ziel der Aromatisierung von Hühnerbouillons, Hühnersuppen, Burgern und Nuggets. In den

USA sind Huhnaromen bereits weit verbreitet, es häufen sich jedoch auch die Anfragen europäischer Produzenten (*Givaudan media releases, 05/09*).

Auf die Nachfrage der Konsumenten nach natürlichen Aromen reagiert die Industrie deutlich. Viele Firmen wie Wild, Döhler und Frutarom leben vom Ruf, Wert auf Natürlichkeit zu legen. Döhler (Darmstadt, D) tragen bereits im Firmenlogo den Zusatz „*natural food and beverage ingredients*“ und positionieren sich selbst als Spezialisten im Bereich FTNF (*from the named fruit*)- und FTNJ (*from the named juice*)- Extrakten. Frutarom (Israel, US, UK) vertreiben zum einen innerhalb ihrer als gesundheitsfördernd beworbenen „EFLA-Line“- und „Botanicare“- Kollektionen Extrakte aus Mate, Ginseng, Kürbiskernen etc., sprechen sich für natürliche und naturbelassene, also „minimal-processed“ Aromen aus und entwickelten zu letzterem mit ihrer „Veritaste“-Technologie eine Abfolge zum Erhalt der Intensität natürlicher Aromen in der Produktion von Zubereitungen für Premiumprodukte im Bereich der Milchprodukte, Eiscremes, Bäckerei u.s.w. (FISCHER, 2008). Symrise reagierte mit der Linie „Benatural“. Wert auf clean labeling im Sinne von Natürlichkeit und Naturbelassenheit legt auch die französische Firma Euringus, welche unlängst drei durch ein schonendes Extraktionsverfahren gewonnene „clean label“ Vanilleextrakte einführte (CROWLEY, 2007). Die - die Getränkeindustrie belastende - Zitronenölknappeit und damit verbundene Verfünfachung des Preises im Zeitrahmen 2004-2008 lösten Givaudan elegant mit der Entwicklung natürlicher clean label-fähiger Zitronenöl-ausgangsstoffe im Rahmen ihres „SUNthesis“ Zitruszusatzstoffsortiments (*Givaudan media releases 07/2008*).

Die Herausforderungen bei der Bereitstellung natürlicher Aromen liegen vor allem in der Rohstoffbeschaffung (siehe auch Kap. 2.4.3), Sicherstellung der toxikologischen Unbedenklichkeit (siehe auch Kap. 1.2.7), sowie der Gewährleistung einer standardisierten Zusammensetzung und damit gleichbleibender Qualität bei obligatorischer Verwendung natürlichen Schwankungen unterliegenden Ausgangsstoffen. Diesbezüglich wurde am Institut für Umweltbiotechnologie der TU Graz die Vermutung aufgestellt, dass die von Feld zu Feld variierenden Aromanoten von Erdbeeren - nebst klimatischen Einflüssen, Düngung etc. - in den unterschiedlichen mit den Erdbeeren symbiotisierenden Bodenbakterien begründet liegen. Diese Methylobakterien sollen die Spaltöffnungen der Blätter besiedeln und aus Abfallprodukten der Erdbeerpflanze typische Aromavorstufen bilden (SCHMIDT, Presse, 2009).

1.2.6. „Bio“

Derzeit gibt es gesetzlich keine Bio-Aromen, es existiert lediglich eine Auflistung an für Bio-Lebensmittel zulässigen Zutaten, welche entsprechend des Ausmaßes ihrer Natürlichkeit ausgewählt werden. Es besteht die Forderung, dass Aromen aus Bioausgangsstoffen extrahiert worden sein sollen, um den Anforderungen der Aufnahme in diese Listen zu genügen.

1.2.7. Toxikologische Aspekte

Als wesentlicher Grund für die Erlassung der VO 1334 wurde das Interesse am Schutz der menschlichen Gesundheit genannt. Diesem wurde Rechnung getragen:

- durch Einführung eines einheitlichen Zulassungsverfahrens, wobei nur in Kap. 1.1.3 erwähnte Kategorien dieses durchlaufen müssen.
- durch Einführung bzw. Aktualisierung der in Kap. 1.1.5 genannten Anhänge: Konkret wurden hierbei in Anhang 3-Teil A (active-principles, die als solche Lebensmitteln nicht zugesetzt werden dürfen) - gegenüber der alten Aromenrichtlinie 88/388EWG - Capsaicin, Estragol, Menthofuran, Methyleugenol und Teucrin A neu aufgenommen, während Berberin und Santonin aus der Liste gestrichen wurden. Die Liste der von Natur aus in Aromen und/oder Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften vorkom-

menden, Mengenbegrenzungen unterliegenden active-principles (Anhang 3-Teil B) wurde um Estragol, Methyleugenol, Menthofuran und Teucrin A erweitert; für Agarizinsäure, Aloin, Berberin, Hyperizin und Santonin gelten hingegen keine Höchstmengenbeschränkungen mehr. Die Aufnahme von Methyleugenol und Estragol in diese Listen, welche sich in durch den SCF veröffentlichten Studien in Tierstudien als krebserregend erwiesen (SCF, 2001) und - da vor allem in Kräutertees in großen Mengen vorkommend - häufig von Kleinkindern und Schwangeren und stillenden Müttern aufgenommen werden (BGVV, 2001), verschärft den Konflikt zwischen Aromen und Gewürz/Kräuterindustrie (Kap. 3.2.3). Mengenbeschränkungen für einzelne Lebensmittel/kategorien beruhen auf dem sogenannten „major contributor approach“, womit nur Beschränkungen für LM festgesetzt werden (DVAI), welche einen wesentlichen Beitrag zur Aufnahme dieser Substanzen durch den „durchschnittlich essenden Europäer“ beitragen.

- bei Verkauf B2B durch Einführung der verpflichtenden Allergenkennzeichnung, Angabe des Mindesthaltbarkeitsdatums, sowie durch Verpflichtung zum Labeling der „Angaben der Höchstmengen jeden Bestandteils oder Gruppe von Bestandteilen, die einer mengenmäßigen Begrenzung im Lebensmittel unterliegen und/oder geeigneter Angaben in klarer, verständlicher Form, die es dem Käufer ermöglichen, VO 1334 oder andere einschlägige VOs des Gemeinschaftsrechts einzuhalten“ (Kap.IV, Art.14).
- durch die Ausweitung des Geltungsbereichs auf Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften und Aromenausgangsstoffe: Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften sind definiert als dem Zweck der Aromatisierung oder der Veränderung des Aromas zugesetzte Zutaten, welche wesentlich zum Vorhandensein bestimmter natürlich vorkommender, jedoch unerwünschter Stoffe (active principles aus Anhang III) in LM beitragen. Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften im Sinne der VO 1334 sind demnach per definitionem toxikologisch bedenklich. Dennoch werden nur LM-Zutaten mit Aromaeigenschaften, die wesentlich zur Aufnahme durch den „durchschnittlich essenden Europäer“ beitragen, berücksichtigt (DVAI).

Die Einhaltung der Höchstmengen bzw. Verbote bestimmter „active-principles“ wird durch den Trend hin zu natürlichen Aromen erschwert, da natürliche Rohstoffe naturgemäß natürlichen Schwankungen unterliegen und damit unkontrollierbarer und so wiederum toxikologisch tendenziell bedenklicher sein könnten als synthetisch gewonnene Pendanten. Sollen diese (natürlichen) Aromen zusätzlich exotische Noten aufweisen, wird diese Schwierigkeit durch Import aus weit entfernten Billiglohnländern potenziert, da eine lückenlose Überwachung nicht möglich ist und einmal in Österreich eingetroffene Ware erschwert retourniert werden kann. Auch auf Österreichs Aromenproduzenten kommt ein erhöhter Analysenaufwand zu, da bereits die Analytik der aktuell in den Anhängen gelisteten, in äußerst geringen Mengen nahe der Nachweisgrenze hochsensitiver Methoden vorkommenden „active-principles“ entsprechend kostenintensive Geräte, speziell geschultes Personal etc. erfordert. Indes ist zu erwarten, dass sich die Listen erweitern werden, weil die Wirkungen vieler dieser sogenannten sekundären Pflanzeninhaltsstoffe noch weitgehend unerforscht sind. Insbesondere bei toxikologisch bedenklichen Substanzen wäre es wünschenswert - anstatt stichprobenartiger Kontrollen - eine lückenlose Überwachung der Produkte garantieren zu können. Die Nachweisgrenzen von der online-Detektion fähiger Methoden, wie z.B. Nahinfrarotspektroskopie liegen jedoch wesentlich über jenen ihrer typischen Referenzmethoden wie HPLC, Massenspektrometrie o.Ä.. Die Überwachung auf Basis der aromatisierten Endprodukte, welche die Aromen und damit die in diesen potentiell vorhandenen in abermals deutlich verdünnter Form enthalten (meist ca.Faktor 1:1000), ist Aufgabe der Spurenanalytik.

Die größten Sicherheitsbedenken aller Aromenkategorien bestehen für Raucharomen, welche vor allem durch ihren Gehalt an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAHs)

Schlagzeilen machen. Von den bislang 15 zur Evaluierung durch die EFSA eingegangenen Raucharomen wurden sieben bereits evaluiert, wobei lediglich die beiden Scansmoke SEF7525 und Smoke Concentrate 809045 positiv evaluiert wurden. Die Anträge auf Zulassung für Zesti Smoke Code 10, Unismoke, ScanSmoke PB1110, SmokEz C-10 und SmokEz Enviro 23 wurden hingegen abgelehnt (HALLIDAY, 2009; EFSA, 2009). Nichtsdestotrotz besteht in Wissenschaftskreisen Einigkeit darüber, dass die Verwendung von Raucharomen aufgrund deren kontrollierter Herstellung aus toxikologischen Überlegungen einer direkten Beräucherung eindeutig überlegen ist. Schadstoffgehalte direkt beräucherter Lebensmittel variieren stark mit der Art der Ausgangshölzer, den Räucherparametern (Temperatur, Wassergehalt des Holzes, Kontrolle der Luftzufuhr etc.) sowie der Art der Erhitzung (DVAI). So weisen beispielsweise über offenem Feuer geräucherte, traditionell erzeugte Hochlandkäse deutlich mehr Phenanthren, Pyren und Anthracen auf, als dampfbeheizt geräucherte Fabrikkäse (BOSSET et al., 1998). Eine Gegenüberstellung zwischen verschiedenen Sorten heißgeräucherter Käsesorten mit durch Flüssigraucharomen aromatisierten Käsesorten ergab für erstere ebenfalls hohe (sogar höhere als jene der zuvor erwähnten Hochlandkäse) PAH-Gehalte, während in den mittels Raucharomen aromatisierten Käse keine PAH nachgewiesen werden konnten (BOSSET et al., 1998).

2. Technologien

Da die Gruppe der Aromastoffe an sich, respektive deren häufig genutzter aus vielen Aromakomponenten bestehenden Aromaformulierungen, eine inhomogene Produktgruppe darstellen, sind auch die Möglichkeiten zu deren Produktion vielfältig. Zum einen benötigt es zumeist eine Kette an verschiedenen Prozessschritten zur Produktion eines Einzelpräparates, zum anderen lässt sich ein und dasselbe Präparat oft auf mehreren alternativen Wegen herstellen. Für Vanillearoma wurden beispielsweise im Wesentlichen 6 verschiedene Extraktionstechnologien zur Gewinnung von Vanilleextrakt sowie 4 verschiedene Ansätze zur Isolierung der Einzelkomponente Vanillin dokumentiert (SINHA et al., 2008). Die bedeutendsten gängigen bzw. interessantesten, neu aufkommenden Prozessschritte werden in den nachfolgenden Kapiteln daher ebenso diskutiert, wie die Einschränkung der vielen Alternativen nach Kriterien der Verbrauchermeinung, einschlägiger Verordnungen sowie deren Wirtschaftlichkeit (Kap. 2.4). Der Tatsache, dass die neue Verordnung nebst der Technologie insbesondere die Frage nach geeigneten Rohstoffen in den Vordergrund rückt, da deren Natürlichkeit und Zugehörigkeit zum Food bzw. non-food Sektor über Kennzeichnung und Notwendigkeit eines Zulassungsverfahrens bestimmen, wird mit Kap. 2.3 Rechnung getragen. Ebenso werden Optionen, der Forderung nach einer Reduktion kennzeichnungspflichtiger Substanzen, dem so genannten „clean labelling“, gerecht zu werden, aufgezeigt.

2.1. Derzeit häufig genutzte Technologien zur Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Aromen

Die Einteilung der Verfahren in nachfolgende Kategorien ist bedeutend, weil die Einordnung der zur Herstellung benutzten Technologien über Einteilung in die verschiedenen Kategorien und Möglichkeit der Nutzung der Auslobung „natürlich“ entscheidet.

2.1.1. Chemische Verfahren

Unter chemischer Synthese von Aromastoffen versteht man eine kontrollierte Abfolge verschiedener Reaktionen diverser Chemikalien unter definierten Bedingungen (Druck, Temperatur, Katalysatoren etc.). Da die nötigen Reaktionen produktspezifisch sind, lässt sich kein allgemeines Schema beschreiben. So wird beispielsweise das „Birnenaroma“ Isoamylacetat im Allgemeinen aus 3-Methyl-1butanol und Essigsäure unter Erhitzung und Einwirkung von Schwefelsäure hergestellt. Vanillin (4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyd) synthetisiert man großtechnisch beispielsweise durch Isomerisierung von Eugenol zu Isoeugenol mittels alkalischer Hydrolyse und anschließender Oxidation durch Kaliumpermanganat oder alternativ aus Sulfitabfällen der Papierindustrie, wobei Ligninsulfonsäure bei hohen Temperaturen und Druck oxidiert und durch Laugen hydrolysiert wird.

Im Allgemeinen werden auch thermische Verfahren als chemische Verfahren verstanden. Da durch Erhitzung zahlreiche chemische Umwandlungen ausgelöst werden (Oxidationsreaktionen, Proteinfaltungen, Maillardproduktbildung etc.). Die hitzeinduzierte Reaktion zwischen Aminosäuren und reduzierenden Zuckern (Maillardreaktion), welche nach neuer VO in der Bildung von thermisch gewonnenen Reaktionsaromen resultiert, ist beispielsweise zweifelsohne eine solche chemische Reaktion. Die ebenfalls mit chemischen Umwandlungen verbundenen Prozessschritte Kochen, Braten und Backen werden nach neuer VO jedoch in die Gruppe der „herkömmlichen Lebensmittelverfahren“ eingereiht und hierdurch gewonnene Aromen können somit das Prädikat natürlich tragen, wenn alle anderen hierzu nötigen Voraussetzungen erfüllt sind. Für die ebenfalls mit ähnlichen chemischen Umwandlungen verbundene mikrobiel-

le Oxidation, die laut VO unter die mikrobiologischen Prozesse eingereicht werden sollte, gilt Selbiges.

2.1.2. Physikalische Verfahren

Die üblichen, meistgenutzten physikalischen Methoden zur Erstisolierung von Aromakomponenten sind nach wie vor diverse Varianten der Extraktion und Destillation.

2.1.2.1. Extraktion

Unter Extraktion versteht man das Abtrennen der gewünschten Komponenten beruhend auf deren unterschiedlichen Lösungseigenschaften.

2.1.2.1.1. Lösungsmittlextraktion

Die Urform und herkömmliche Variante der Extraktion ist die Extraktion mit geeigneten organischen Lösungsmitteln. Die einfachste Form der praktischen Umsetzung besteht im Mischen/Rühren der zu extrahierenden Flüssigkeit/Feststoffes in einem organischen Lösungsmittel, wobei die gewünschten Substanzen aus dem Ausgangsmaterial in das Lösungsmittel übergehen. Anschließend wird die mit den Aromakomponenten angereicherte Lösungsmittelphase aus dem Gemisch abgetrennt. Dies kann im Batchverfahren oder kontinuierlich erfolgen. Bedeutend für den Erfolg der Lösungsmittlextraktion ist die Wahl des geeigneten Lösungsmittels, wobei - neben der guten Löslichkeit der zu isolierenden Substanzen in diesem und der Fähigkeit polare wie apolare Stoffe gleichermaßen zu isolieren - ein niedriger Siedepunkt essentiell. Nur so ist sichergestellt, dass bei der anschließenden Abtrennung des Lösungsmittels durch Destillation die meist flüchtigen Aromasubstanzen nicht verloren gehen. Zudem ist der Energieaufwand für die Entfernung des Lösungsmittels aus dem Produkt entsprechend niedriger. Die bedeutendsten Lösungsmittel sind Dichlormethan ($S_p=45^\circ\text{C}$), Pentan/Diethylether ($S_p=35^\circ\text{C}$), Freone ($S_p<45^\circ\text{C}$), Hexan ($S_p=69^\circ\text{C}$), Ethanol ($S_p=78^\circ\text{C}$) und Aceton ($S_p=56^\circ\text{C}$) (DA COSTA and ERI, 2005). Die Durchführung kann in einfachen Rührbehältern, in Säulen oder zahlreichen speziell hierfür entwickelten komplexeren Apparaturen erfolgen. Zu den Vorteilen der Lösungsmittlextraktion zählen die relativ gute Wiederfindung der Aromakomponenten (höchste quantitative Ausbeute aller Isolierungsmethoden) und ihre einfache Umsetzung. Als wesentliche Nachteile sind die - trotz niedrig siedenden Lösungsmittels auftretende - häufig zum Verlust von stark flüchtigen Aromakomponenten führende Problematik der Lösungsmittelentfernung, die Nutzung von oft toxischen und/oder leicht entflammaren Lösungsmitteln, dass die Extrakte häufig unerwünschte hochsiedende nicht-flüchtige Substanzen und Farbstoffe enthalten, häufige Emulsionsbildung während des Extraktionprozesses etc. zu nennen. Die Lösung einiger dieser Probleme hat zur Entwicklung spezieller Extraktionstechnologien geführt, deren bedeutendste Vertreter nachfolgend angeführt sind.

2.1.2.1.2. SAFE (solvent assisted flavour evaporation)

Die SAFE-Technologie beruht auf der Isolierung der Aromakomponenten durch leichte Erwärmung und Vakuum, wobei der gewonnene Extrakt in N_2 -gekühlten Behältnissen aufgefangen wird. Hierdurch wird das Verbleiben von hochsiedenden und/oder färbenden Substanzen ohne Zerstörung der oft hitzelabilen Aromastoffe reduziert. Zeit- und Reinigungsaufwand sind allerdings im Vergleich zur herkömmlichen Lösungsmittlextraktion erhöht (ROWE, 2005).

2.1.2.1.3. Ultraschallextraktion (ultrasound assisted extraction; UAE)

Ultraschallextraktion soll in Ausbeuteerhöhungen und einer rascheren Durchführung der Extraktion resultieren, weil das Anlegen der Ultraschallsonden (20-30 kHz sind üblich) zu Partikeldisruption führt, wodurch die Kontaktfläche zwischen dem zu extrahierenden Material und dem Lösungsmittel vergrößert wird (z.B. SUN and WANG, 2008; BATES et al., 2008). Diese

Methode wird als Alternative zur, oft mehrere Stunden dauernden, viele thermosensitive Aromasubstanzen degradierenden Wasser- bzw. Dampfdestillation (Kap. 2.1.2.2.1) empfohlen, weil sie beispielsweise bereits in 5 min bei Maximaltemperaturen von $<60^{\circ}\text{C}$ der 3-stündigen Wasserdampfdestillation quantitativ und qualitativ ähnliche Lavendelextrakte liefert (DA PORTO et al., 2009).

2.1.2.1.4. Mikrowellenextraktion

Definitionsgemäß zwischen Extraktion und Destillation steht die, ohne Lösungsmittel und damit ohne dessen Entfernung auskommende, Mikrowellenextraktion. Es sind diverse Varianten des Aufbaus einer solchen patentiert, wie eben das Einbringen des zu extrahierenden Pflanzenmaterials in eine mit Mikrowellen bestrahlte Haltezone, in welcher das in der Probe gebundene Wasser erhitzt und evaporiert wird, wobei der durch die Erhitzung erzeugte Dampf die Zellwände zerstört, mit den gewünschten Aromakomponenten angereichert wird und letztlich in einem Kühlsystem kondensiert (CHEMAT et al., 2004). Die Temperatur lässt sich hierbei durch arbeiten mit reduzierten Drücken in der mikrowellenbestrahlten Zone herabsetzen, da so Wasser schon bei niedrigeren Temperaturen siedet (VISINONI et al., 2006).

2.1.2.1.5. Hochdruckextraktion (supercritical fluid extraction; SFE)

Eine innovative, derzeit aufgrund der noch relativ hohen Investitionskosten zur Extraktion von Aromastoffen wenig bzw. nur im hochpreisigen Qualitätsproduktsegment genutzte Methode ist die Hochdruckextraktion (supercritical fluid extraction). Kommerziell zur Entkoffeinierung von Kaffee, Isolierung von ätherischen Ölen etc. genutzt, beruht diese auf dem Ersatz des organischen Lösungsmittels durch in den superkritischen Zustand versetztes CO_2 oder SF_6 . Dieser, durch entsprechende substanzspezifische Temperatur und Druck (für CO_2 sind dies $31,1^{\circ}\text{C}$ und $73,8$ bar) zu erreichende, superkritische Zustand verleiht dem Lösungsmittel die guten Lösungseigenschaften einer Flüssigkeit bei gleichzeitigem hohem Diffusionsvermögen eines Gases, vereint somit - simplifiziert beschrieben - die Vorteile von Flüssigkeiten und Gasen. Die Möglichkeit der Anwendung definierter Temperaturen und Drücken (bis ~ 700 bar) in den jeweiligen, nacheinander geschalteten Extraktionsbehältern, erschließt die äußerst selektive Gewinnung von Einzelkomponenten, wobei das Auffinden der jeweiligen Bedingungen für die einzelnen Substanzen noch Gegenstand der Forschung ist. Neben der Spezifität bietet die Verwendung von superkritischen Lösungsmitteln den Vorteil der Verwendung nicht-toxischer, umweltfreundlicher Lösungsmittel, womit die für organische Lösungsmittel typische energie-, kosten- und zeitintensive Entfernung entfällt, wenngleich für manche Fragestellungen eine Zumischung der sogenannten „modifier“ MeOH oder EtOH (typischerweise ~ 5 - 10%) erforderlich ist, um polare wie apolare Substanzen gleichermaßen zu extrahieren. Ein weiterer Vorzug der Hochdruckextraktion besteht darin, dass die Reaktion thermisch labiler, oxidationssensitiver Substanzen auf ein Minimum reduziert ist, weil die Reaktionstemperatur des CO_2 mit $31,1^{\circ}\text{C}$ gering ist. Aufgrund der hohen Selektivität bietet die Methode weiters die Möglichkeit, Isolierung, Reinigung und Fraktionierung der Aromengemische innerhalb eines Arbeitsganges/Gerätes zu bewerkstelligen. Zudem bietet die Technik den Vorteil niedriger Betriebskosten aufgrund des Wegfalls teurer Chemikalien (Fluid wird „im Kreis“ geführt) bzw. Hilfsmitteln (z.B. Filter, Membranen, Behältnisse...), sowie relativ geringer Personalkosten (nur eine zu betreuende Maschine). Die Überlegenheit der durch Einsatz der CO_2 -Hochdruckextraktion gewonnenen Extrakte gegenüber traditioneller Lösungsmittel-Extraktion und Destillation zeigten beispielsweise ROUT et al. (2007) für die Isolierung des würzigen Öles aus *Zanthoxylum rhetsa* syn. *Zanthoxylum limonella*. Analog hierzu wiesen durch CO_2 -Hochdruckextraktion gewonnene Extrakte aus *Lavandula angustifolia* (Lavendel) höhere Gehalte der gewünschten Aromakomponenten (1-8 Cineol, Camphor, Linalool, Linalylacetat u.a.), höhere Qualität und Stabilität als durch Destillation bzw. Ultraschall-Extraktion (Kap. 2.1.2.2 und Kap. 2.1.2.1.3) gewonnene auf (DA PORTO et al., 2009). Auch das Potential der Methode zur Isolierung von 2-Acetyl-1-Pyrrolin (Weißbrot und Basmati- und Jasminreisoma) und diversen anderen

Aromakomponenten aus den Blättern der in Südostasien beheimateten immergrünen Pflanze *Pandanus amaryllifolius* syn. *Pandanus odoratus* (Schraubenpalme) konnte demonstriert werden (LAOHAKUNJIT and NOOMHORM, 2004).

2.1.2.2. Destillation

Destillation findet einerseits Verwendung zur Abtrennung von - beispielsweise im Rahmen einer vorangehenden Extraktion dienlichen - Lösungsmitteln, andererseits wird es jedoch auch als alleinige Technologie zur Erstisolierung von Aromakomponenten eingesetzt.

2.1.2.2.1. Wasserdampfdestillation (steam distillation; SD)

Die zu diesem Zweck meistgenutzte, den Vorteil einer lösungsmittelfreien Isolierung beinhaltende Form ist die Wasserdampfdestillation. Hierbei wird das in Wasser dispergierte Ausgangsmaterial dampfbeheizt, wonach der aromenangereicherte Dampf kondensiert (und optional anschließend zur weiteren Aufreinigung mit einem Lösungsmittel extrahiert wird (siehe Kap. 2.1.2.1.1)). Das Prinzip des heißen Dampfes erklärt den wesentlichen Unterschied des zu erwartenden Destillationsproduktes zu einem vergleichbaren zu erwartenden „herkömmlichen“ (Lösungsmittel-)Extrakt, nämlich die Abwesenheit von nicht-flüchtigen Substanzen sowie die potentiell stärkeren Degradierung von thermolabilen Substanzen. Dies beschränkt die Extraktion frischer, wenig behandelte Materialien wie Früchten und Gemüse, da deren durch Destillation gewonnenes Aroma anstatt des gewünschten frischen fruchtigen einen Kochgeschmack und -geruch aufweist. Die Grenzen zwischen Extraktion und Destillation verschwimmen jedoch mit deren Weiterentwicklung hin zu spezielleren Varianten, zumal eben eine herkömmliche Mikrowellenextraktion auch mit Wasserdampf als Lösungsmittel arbeitet.

2.1.2.2.2. SDE (simultaneous distillation extraction) syn. Likens-Nickerson Dampfdestillation

Mit dem Ziel der Reduktion des relativ hohen Energieaufwands zur Erzeugung von Wasserdampf sowie der Erhöhung der Selektivität der Destillation im Sinne einer besseren Isolierung der gewünschten Aromakomponenten, wurde durch LIKENS und NICKERSON (1964) die SDE entwickelt. Deren Grundprinzip basiert auf der zeitgleichen Erhitzung des in Wasser gelösten Ausgangsmaterials auf 100°C und eines geeigneten Lösungsmittels (meist Dichlormethan oder Freon) auf dessen niedrigen Siedepunkt (~45°C für Dichlormethan), der Vereinigung der entstehenden Dämpfe mit Übergang der gewünschten Komponenten in den Lösungsmitteldampf und anschließender Kondensation und Regenerierung des angereicherten Lösungsmitteldampfs. Eine Verringerung der thermischen Degradierung kann durch Verminderung des Drucks, erzielt werden, wodurch die Methode unter Raumtemperatur durchgeführt werden kann (MAGNIAL et al., 1992). So lassen sich beispielsweise eine Vielzahl von Joghurt- und Kaffeearomen (Pyridin, Ethylbutyrat, Hexenal, Dimethylpyrazin, Limonen, 2-Phenylethanol etc.) im Rahmen einer kontinuierlichen unter Unterdruck (z.B. 40 mbar) durchgeführten SDE bei Temperaturen von 9,5-39°C im technischen Maßstab gewinnen (POLLIEN et al., 1998).

2.1.2.2.3. Mikrowellendestillation

Die Anwendung von Mikrowellenstrahlung kann zur Beschleunigung der Wasserdampfdestillation (microwave accelerated distillation; MAD) dienen, wobei beispielsweise - verglichen mit der herkömmlichen Wasserdampfdestillation - eine deutliche Beschleunigung des Extraktionsprozesses von Lavendelaromen (5 min vs. 30 min. reine Extraktionszeit), eine Reduktion des Energieaufwandes (0,13 kWh vs. 1,5 kWh) und des CO₂-Ausstoßes (25 g vs. 275 g CO₂/g Extrakt) erreicht werden konnte (CHEMAT et al., 2006). Weiters lässt sich MAD auch zur Bewerkstelligung lösungsmittelfreier Destillation (microwave dry distillation) nutzen, für welche ebenfalls obig genannte Vorteile zum Tragen kommen. Rosmarinextrakte konnten beispielsweise

unter Energieersparnis in 1/5 der für herkömmliche Wasserdampfdestillation benötigten Zeit in vergleichbarer Qualität isoliert werden (TIGRINE-KORDJANI et al., 2006).

2.1.2.3. Sonstige

Ein ebenfalls relativ häufig genutztes einfaches Verfahren verwandt und alternativ zur Extraktion ist die Mazeration, worunter lediglich ein Einweichen des zu extrahierenden Materials in einem geeigneten Lösungsmittel (Öl, Wasser, Alkohol) zu verstehen ist. Daneben werden zur Vorbereitung der Erstisolierung der Aromaextrakte physikalische Verfahren der Probenvorbereitung wie Mahlen, Homogenisieren etc. eingesetzt und - je nach Anforderungen an Reinheit, Konzentration und Form des zu gewinnenden Produktes - anschließend verschiedenste Formen der Filtration, Zentrifugation etc. genutzt, deren Beschreibung den Rahmen dieses Berichts sprengen würde.

2.1.3. Biotechnologische Verfahren

Unter biotechnologischer Aromenproduktion versteht man die Produktion eines Aromas mithilfe von Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilze), isolierten Enzymen und/oder pflanzlichen/tierischen Zellkulturen.

Deren Ursprung, der „kontrollierte Verderb“ (mit dem Ziel der Aromaausbildung) von Lebensmittel(vorstufen) durch in den Zutaten vorhandene bzw. zugesetzte Mikroorganismenpopulationen („Fermentation“) wird weltweit traditionell genutzt: Fermentierte Getreidebreie sind Hauptnahrungsmittel in Afrika; fermentierte Getränke und Breis auf Milch- und Getreidebasis sind integrativer Bestandteil der asiatischen Esskultur (die bei uns im Trend liegt). In Europa ist die Fermentation zur Ausbildung typischer Käse-, Wein-, Bier-, Joghurt und Brotaromen allseits akzeptiert. Diese aromabildenden Prozesse gehen/gingen traditionell eher zufällig durch die in den jeweiligen Rohstoffen natürlichen Schwankungen unterliegenden bzw. in den Bottichen/Lagerkellern aus zahlreichen vorangehenden Produktionschargen verbliebenen Populationen vor sich und sind/waren im Allgemeinen in die Produktion des jeweiligen Lebensmittels integriert. Der sich hieraus ergebende Nachteil der schwierigen Kontrollierbarkeit/Standardisierung der Produkte in Bezug auf Lebensmittelsicherheit und Umwelteinflüsse (nur in besonders alten Weinkellern in bestimmten Regionen soll das beste Aroma entstehen) sowie des Aufwands eines zusätzlichen Prozessschrittes (Fermentation) für den Hersteller, wird für bestimmte Lebensmittelgruppen wie eben Weine im Sinne der Kulturerhaltung in Kauf genommen. Die Hintergründe besonderer Aromanoten mit dem Ziel der Entwicklung eines ortsunabhängigen standardisierten Aromas sind jedoch Gegenstand der Forschung. So wurde beispielsweise die Wirkung der einzelnen Enzyme einer industriellen Glycosidasenmischung auf das Bouquet von Weißwein untersucht (MARTINO et al., 2000). Ansätze, den traditionellen Geschmack von Bier zu modifizieren, führten neben dem naheliegenden Kräuterzusatz u.a. zur Entwicklung der sogenannten Refermentation. Dabei lässt sich der Biergeschmack durch Zusatz anderer Mikroorganismen nebst den Brauerhefen (*S. carlsbergensis* bzw. *S. cerevisiae*) und/oder Aromavorstufen (Präkursoren) zur Würze ändern, verstärken und/oder in Jahren schlechter Rohstoffqualität aufrecht erhalten (z.B. VANDERHAEGEN et al., 2003). Viele belgische Spezialbiere werden beispielsweise über diesen Ansatz produziert. Die moderne Aromenindustrie vermag es, mittels definierter Mikroorganismen und/oder gar isolierter Enzyme und definierten Ausgangsmaterialien definierte Aromastoffe herzustellen, welche sich anschließend in allen sich durch ebendiese *impact principles* definierenden Produkten eingesetzt werden können. Derzeit werden bereits über 100 kommerziell erhältliche Aromasubstanzen via Biotechnologie produziert (BERGER, 2009). Tab. 2-1 bietet einen Überblick über deren bedeutendste Vertreter und deutet an, dass biotechnologische Produktion sowohl aus chemischen, als auch aus natürlichen Rohstoffen erfolgen kann, womit auch deren Produkte unterschiedlichen Kennzeichnungspflichten unterlie-

gen könnten. Die Tabellenbeschriftung des Authors „commercial natural aroma chemicals“ ist also zu hinterfragen, weil sie auch nicht in der Natur identifizierte Aromastoffe inkludiert und das natürliche Vorkommen als allgemein anerkannte Voraussetzung für ein „Natürlich“-labeling gilt (EFFA Guidance Document on the EC regulation on Flavourings, 2009).

Tab. 2-1: Biotechnologisch hergestellte Aromastoffe labeled als natürlich aus BERGER, 2009

Commercial natural aroma chemicals (LiAxx Biotech, www.axxence.de/, product catalogue 2007; Schrader 2007)

Acetaldehyde ^a	Citronellyl esters ^b	2-Heptanone ^a	2-Octanone
Acetoin ^a	<i>n</i> -Decanal ^a	<i>n</i> -Hexanal	4-Octanolide ^a
Acetophenone	4-Decanolide ^a	2-(<i>E</i>)-Hexenal/ol	1-Octen-3-ol ^a
Anethol	5-Decanolide ^a	3-(<i>Z</i>)-Hexenol/acetate ^b	2-Pentanone ^a
Anisyl acetate	2-Decenolactone ^a	4-Hexanolide ^a	<i>i</i> -Pentyl alcohol ^a
Benzaldehyde ^a	Dimethyl pyrazines	4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone	<i>i</i> -Pentyl esters ^b
Benzyl butanoate ^a	4-Dodecanolide ^a	Indole	Phenylacetaldehyde ^a
<i>n</i> -Butyl esters ^b	5-Dodecanolide ^a	β -Ionone ^a	1-Phenylethyl acetate ^a
<i>n</i> -Butanol ^a	Ethyl acetate ^a	Maltol	<i>n</i> -Propanol ^a
<i>i</i> -Butyl alcohol ^a	Ethyl benzoate ^b	Methional ^a	2-Propenyl hexanoate ^c
<i>i</i> -Butyl esters ^b	Ethyl butanoate ^a	Methyl anthranilate ^a	<i>n</i> -Propyl esters ^b
<i>i</i> -Butanal ^a	Ethyl 2,4-(<i>E,Z</i>)-decadienoate ^b	2-Methylbutanoic acid/esters ^a	Raspberry ketone
d-Carvone	Ethyl 2-methylbutanoate ^a	3-Methylbutanal ^a	Sclareolide ^a
β -Caryophyllene	Ethyl phenylacetate ^a	Methyl salicylate	4-Undecalactone ^a
Cinnamic acid ^a	Farnesol	<i>n</i> -Nonanal/ol ^a	2-Undecanone ^a
Cinnamic alcohol ^a	Fenchol	2-Nonanone ^a	Vanillin ^a
Cinnamaldehyde ^a	Furfuryl thiol ^a	Nootkatone ^a	
Cinnamyl esters ^b	Geranyl acetate ^b	<i>n</i> -Octanal	
Citronellol	<i>n</i> -Heptanal	3-Octanol	

^a Biotechnological origin probable
^b One of the moieties probably from plant
^c Not found in nature

Als Ausgangsstoffe kommen für die Herstellung mittels isolierter Enzyme nur definierte chemische Substanzen bzw. definierte Mischung dieser in Frage. Diese können wiederum Produkte chemischer Synthese (also nicht natürlich) oder aus pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Materialien isoliert (also natürlichen Ursprungs) sein. Für die Aromenproduktion mittels lebendem Material (v.a. Bakterien und Hefen, aber auch Pilzen und pflanzlichen Zellkulturen) eignen sich daneben auch komplexere, oft undefinierte Mischungen wie komplexe Nährmedien oder Reststoffmischungen u.a. Biomasse (Hölzer, Mikroorganismen/Pflanzenzuchten), welche ebenfalls chemischen oder natürlichen Ursprungs sein können.

Aus dieser Einteilung gehen im Fall „lebender Produzenten“ (Bakterien, Hefen, Pilze, pflanzliche Kulturen) auch zwei Technologiebegriffe hervor: die *de novo*-Synthese, unter welcher man die Produktion neuer Aromakomponenten durch auf einem Medium wachsende Organismen versteht, und die Biokonversion ausgewählter Aromavorstufen, worunter die Produktion von Aromakomponenten durch Mikroorganismen aus zugesetzten Substanzen (Aromenvorstufen) zu verstehen ist.

Die *de novo*-Synthese wird bereits in den 1970-er Jahren beschrieben. So produzierte COLLINS (1976) Terpene mittels *Ceratocystis sp.* sowie 6-Pentyl- α -pyron (Kokosnussaroma) mittels *Trichoderma viridae*. DRAWERT and BARTON (1978) gewannen die Monoterpene Citronellol, Linalool und Geraniol (fruchtig bzw. Rosenaroma) mit der Hefe *Kluyveromyces lactis*. TAHARA et al. (1972, 1973) erzeugten mittels *Sporobolomyces odorus* u.a. Pfirsicharomen wie γ -Decalacton. DEMAİN et al. (1967) ließen Bakterien Pyrazine (Aroma „gerösteter Nüsse“) synthetisieren. Auch heute noch sind die Hauptanwendungsgebiete der *de novo*-Synthese die Pyrazin- und Terpenherstellung (VANDERHAEGEN et al., 2003).

Die Biokonversion ausgewählter Aromavorstufen setzt - im Gegensatz zur *de novo*-Synthese - eine genaue Kenntnis der Stoffwechselwege des jeweiligen Organismus voraus und wird auf-

grund der relativ hohen Kosten der spezifischen Vorstufen, der ebenfalls relativ hohen Prozesskosten und geringen Ausbeuten ausschließlich für hochwertige, hochpreisige Aromakomponenten wie γ - und σ -Lactone, Vanillearomen und einige Ester genutzt. Für die Produktion natürlichen Vanillins beispielsweise sind hier zwei Wege gebräuchlich. Ausgehend von dem aus Fichtenrinden isolierbaren Isorhaptin durch eine Dioxygenase in *Pseudomonas sp* oder aus u.a. aus Nelkenöl isolierbarem Eugenol über Ferulasäure durch Konversion mittels *Corynebacterium* oder *Pseudomonas*, wobei letzterer Stoffwechselweg auch unter Recycling von Reststoffen der Lebensmittelindustrie erfolgen kann (siehe Kap. 2.3.1). Lactone können durch Biokonversion zum Einen aus Fettsäuren mit dem Pilz *Botryodiplodia theobromae*, zum Anderen aus Ricinolsäure mittels der Hefen *Sporidiobolus salmonicolor* bzw. *Yarrowia lipolytica* gewonnen werden.

Ein Vorteil mikrobiologischer bzw. enzymatischer Herstellung gegenüber der chemischen Synthese ist die Möglichkeit der stereospezifischen Herstellung. Während chemisch immer ein racemisches Gemisch, also ein 1:1-Gemisch aus rechts (R bzw. D)- und links (S bzw. L)drehenden Molekülen entsteht, lässt sich hiermit spezifisch ausschließlich die gewünschte Form herstellen. Dies ist wichtig, weil Stereoisomere oft unterschiedliche Eigenschaften besitzen. So hat etwa nur L-Menthol den charakteristischen kühlenden Pfefferminzgeschmack; das R-Isomer von γ -Decalacton ist ein Pfirsicharoma, während das S-Isomer von γ -Decalacton das typische Mangoaroma ausmacht.

Die Aromenproduktion mittels isolierter Enzyme bietet gegenüber der Herstellung durch Mikroorganismen die Vorteile einer noch höheren Spezifität und Stereoselektivität, ist jedoch mit höheren Kosten und Aufwand zur Regeneration häufig essentieller Coenzyme verbunden und Limitationen durch die geringe Stabilität isolierter Enzyme unterworfen (VANDERHAEGEN et al., 2003). Zur Erhöhung der Stabilität bietet die neueste Forschung allerdings zunehmend Lösungen, die nebst der in Kap. 2.2.4 diskutierten Gentechnik v.a. die Immobilisation der Enzyme umfasst.

Beispiele für Forschung an, und Anwendung der biotechnologischen Aromenproduktion sind in Tab. 2-2 angegeben. Daraus ist ersichtlich, dass Enzyme im Allgemeinen chemische definierte Substanzen als Rohstoffe voraussetzen und vor allem, dass Produzenten [Enzym (isoliert aus tierischem, pflanzlichem Material/biotechnologisch erzeugt), Bakterie, Hefe/Pilz, pflanzliche Zellkultur] und deren Substrate (definierte Substanzen/komplexe Medien, natürliche/synthetisierte) kombinierbar sind.

Tab. 2-2: Beispiele für biotechnologisch gewonnene Aromen

erzeugtes Aroma	Note	Tool	Trick	Rohstoff	Quelle
Perillen	Blüte, Zitrus	<i>Pleurotus ostreatus</i>		β-Myrcen	KRINGS et al., 2008
EtOH, Acetaldehyd, Ethylacetat, Ethylpropionat, Isoamylacetat	fruchtig	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	Stabilisierung der Enzyme durch SSF mit Immobilisation an diversen Adsorbentien	Kaffeeschoten	MEDEIROS et al., 2006
Aromenvorstufenmix, Methylbutansäuren	fleischig, dawadawa, natto	<i>Bacillus natto</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	Protein durch <i>Bacillus</i> fermentiert + Reaktion mit Präkursoren	Früchte des Johannisbrotbaums	BEAUMONT, 2002
Isoamylacetat	Banane	Carboxylesterase aus <i>Bacillus licheniformis S-86</i>		Isoamylalkohol und p-Nitrophenylacetat	TORRES et al., 2009
Isoamylacetat, Ethylvalerat, Butylacetat	Banane, grüner Apfel, Ananas	Lipase aus <i>Candida rugosa</i> , Lipase aus Schweinepankreas	Stabilisierung der Enzyme durch Immobilisierung an Calciumalginatgel	Isoamylalkohol, Butylalkohol, Ethylalkohol, Valeriansäure	OZYILMAZ and GEZER, 2009
Vanillin	Vanille	<i>Capsicum frutescens</i> - Wurzelkultur		Ferulasäure, Protocatechualdehyd	SURESH et al., 2003
4-(4-Hydroxyphenyl)-butan-2-on	Himbeere	<i>E.coli</i>	GMO: entsprechende Gene in <i>E. coli</i> eingebracht-> die Enzyme Chalcon-Synthase, Benzalacetone-Reductase bzw. Benzalacetone-Synthase werden exprimiert-> <i>E.coli</i> erzeugt Himbeerketon	p-Hydroxybenzalacetone	BEEKWILDER et al., 2007
Isoamylacetat	Banane	<i>Williopsis saturnus</i>		Zuckerrübenmolasse	YILMAZTEKIN et al., 2008

2.1.4. „Herkömmliche Lebensmittelzubereitungsverfahren“

Die Kategorie „herkömmliche Lebensmittelzubereitungsverfahren“ umfasst sämtliche in Anhang II aufgelisteten Verfahren. Sie umfasst im Wesentlichen im Haushalt des Endverbrauchers durchführbare Verfahren sowie sonstige traditionell verwandte Verfahren ungeachtet ihrer Einreihung in die drei bislang beschriebenen Hauptkategorien (chemische, physikalische und biotechnologische Verfahren). So sind sowohl chemische Verfahren wie Kochen, Braten Backen, als auch physikalische wie Zerhacken, Schneiden, Filtern, Extraktion (auch mit „chemischen“ Lösungsmitteln) und mikrobiologische Prozesse in dieser Auflistung vertreten. Wichtig ist diese Einteilung, weil alle herkömmlichen Lebensmittelverfahren mit der Auslobung „natürlich“ vereinbar sind.

2.1.5. Formulierungsverfahren

Nach Isolierung der aromagebenden Komponenten liegen diese nur entweder bereits in der gewünschten Form (flüssig/fest, in geeignetem Lösungsmittel, in geeigneter Verdünnung etc.) und Stabilität vor oder werden einer Formulierung unterzogen. Hiermit lassen sich folgende Aufgaben des Produktdesigns adressieren:

- Überführung des Präparates in gewünschten Aggregatzustand/Viskosität/Korngröße
- Erleichterung der Dosierung und Handhabung
- Verbesserung der Mischbarkeit mit anderen Aromen oder sonstigen Lebensmittelzutaten
- Erhöhung der Haltbarkeit der empfindlichen Aromakomponenten (Stabilisierung)
- Schaffung eines „controlled-release“

Wenn pulverförmige Aromastoffe in flüssige Zubereitungen überführt werden müssen, werden sie oft in dafür geeigneten „Lebensmitteln“ wie Ethanol, Speiseölen, Zuckersirupen etc. oder Zusatzstoffen wie z.B. Glycerin (E 422), 1,2-Propandiol (E 1520) oder Glycerintriacetat (E 1518) vorgelöst. Flüssige Aromapräparate haben den Vorteil, dass sie effizienter in Lebensmittel eindringen können und keine Gefahr des Absetzens besteht. Um deren Anwendung zu erleichtern und die Haltbarkeit der Aromen zu gewährleisten, werden diese üblicherweise v.a. in organischen Lösungsmitteln „aufbewahrt“, welche jedoch Einschränkungen in der Mischbarkeit mit anderen Ingredienzen verursachen können. Ein weiterer Nachteil einer einfachen Aromalösung ist die Tatsache, dass das Aroma in vielen Matrices sehr schnell unkontrolliert freigegeben wird, was sich vor allem in *low-fat* Produkten, denen es naturgemäß an „Füllstoffen“ mangelt, bemerkbar macht (dies wurde in Sensorikuntersuchungen an der Abteilung Lebensmitteltechnologie der BOKU in etwa beschrieben als „kurzer Geschmacksflash, danach geschmackslose Pampe im Mund“). Mit dem Ziel, dies bei gleichbleibenden guten Fließeigenschaften, zu umgehen, werden derzeit u.a. bei Nestle und Symrise Versuche unternommen, diesen raschen flavour-release durch Einbettung der Aromakomponenten in spezielle Emulsionstypen wie z.B. multiple emulsions, multilayer emulsion, structured emulsions etc. zu verhindern (z.B. PHAN et al., 2008). Der Trick besteht darin, dass mit den zusätzlichen flüssigen (teils aromatisierten) Phasen/Schichten um den eigentlichen Aromakern zusätzliche Barrieren „wegzulutschen“ sind, bevor das restliche Aroma freigesetzt wird. Häufig findet man jedoch mit flüssigen Barrieren nicht das Auslangen, woraus die Forschung an festeren Barrieren innerhalb der Emulsionen wie „solid lipid particles“ oder „filled hydrogel particles“ hervorgeht (z.B. MACCLEMENTS et al., 2007). Bedeutend für die Applikationsform Emulsion ist es, die Partikelgröße auf ein Minimum zu reduzieren, weil die Stabilität jeglicher Emulsion - und insbesondere diejenige von Mehrfachemulsionen - indirekt proportional zur „Tröpfchengröße“ ist, kleine Tröpfchen eine bessere/homogenere Verteilung im Lebensmittel zeigen und die Struktur (z.B. Getränkeemulsion) der Grundmatrix weniger stören. Die stabilsten Emulsionen sind damit diejenigen im sehr geringen µm bzw. nm- Bereich, die sogenannten Micro- bzw. Nanoemulsionen. Hergestellt werden diese mittels Homogenisieren, Microfluidisieren und Membranemulgieren (LAMBRICH and SCHUBERT, 2005).

Flüssige Kompositionen können über den Einsatz pulverförmiger Lebensmittel wie Monosacchariden, Stärke, Maltodextrinen, Kochsalz etc. oder eben pulverförmigen Zusatzstoffen wie etwa Sorbit (E 420), Pektinen (E 440), Gummi arabicum (E 414) o. Ä. in Kombination mit geeigneten Trocknungstechnologien zu pulverförmigen, trockenen Formulierungen konvertiert werden. Als geeignete Trocknungstechnologie sind für Aromen fast ausschließlich Sprühtrocknung und Wirbelschichttrocknung als geeignet zu betrachten, da diese aufgrund ihrer Möglichkeit zu sehr kurzzeitiger Hoherhitzung (Sprühtrocknung: je nach Fragestellung Sekunden auf ~100-150°C) bzw. ihrer sehr geringen Erhitzung (Wirbelschichttrockner: je nach Fragestellung ab 35-60°C) diese sehr temperaturempfindlichen Substanzen schonen. Die Wirbelschichttechnik kann zudem zur Agglomerierung/Aufbaugranulation der entstandenen Pulver dienen, womit sich aus sehr kleinen staubenden Partikeln, gut dosierbare, stabile Agglomerate gewünschter Lösungseigenschaften bilden lassen. Bei sehr empfindlichen Produkten empfiehlt sich alternativ die Sprühkühlung, wobei das zu schützende Aroma mit dem geschmolzenen Trägermaterial in gekühlte Luft versprüht wird und folglich beim Abkühlen in die-

ses verkapselt wird. Weitere kommerziell bedeutende Verkapselungsmethoden zum Erhalt fester Aromaformulierungen sind Extrusion, gelatinebasierte Mikroverkapselungsverfahren und die Koazervation, noch im Entwicklungsstadium sind die Liposomen- und Alginateverkapselung, Cokristallisation und Grenzflächenpolymerisation (UHLEMANN und REIß, 2009). Bereits häufiger genutzt, allerdings für einige Produktgruppen in der EU nicht zugelassen, ist die Einkapselung in Cyclodextrine. Dies sind ringförmige, enzymatische Konversionsprodukte der Stärke, welche ein hydrophobes Zentrum und eine hydrophile Außenseite besitzen (siehe Abb. 2-1).

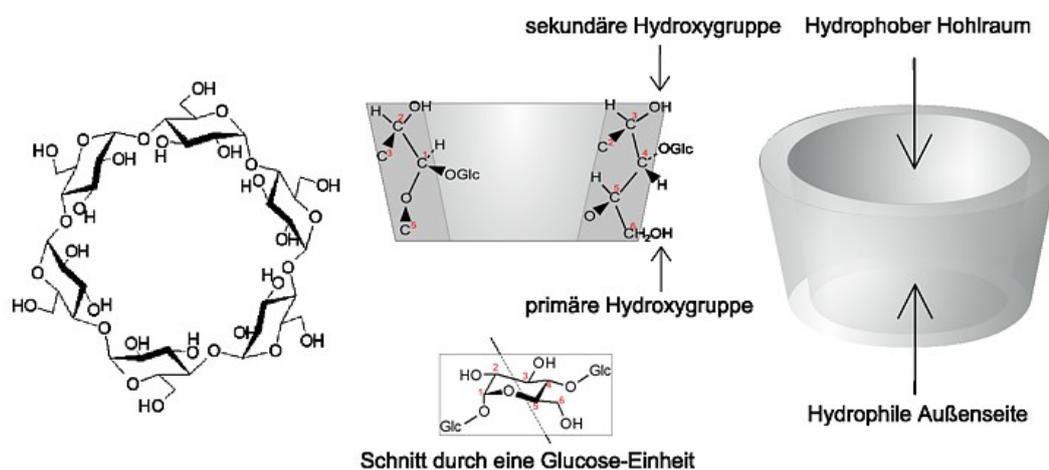


Abb. 2-1: Cyclodextrin

Damit bieten sie sich zur Einkapselung von meist hydrophoben Aromakomponenten zu deren Stabilisierung bzw. zur Einkapselung und/oder anschließender Entfernung von off-flavours an. Neben einer Stabilisierung verleihen sie durch ihre besondere Geometrie (hydrophile Außenseite) den eingekapselten Gastmolekülen eine hohe Wasserlöslichkeit, was für den Einsatz in den meisten Lebensmittel von Vorteil ist. Die Einkapselung in Cyclodextrine soll gegen Oxidation, Licht- und Hitzeschädigungen der empfindlichen Substanzen schützen und damit die Haltbarkeit der Produkte erhöhen (SZENTE and SZEJTLI, 2004). Die Auswirkungen der Extrudierparameter auf die Verbesserung des flavour-release mittels Extrusion in Cyclodextrine eingekapselten Limonens wurden durch YULIANI et al. (2006) untersucht. Auch im Bereich der festen Formulierungen gilt, dass die Partikelgröße indirekt proportional zur Qualität der Verteilung im Lebensmittel ist und damit Partikel im Mikro- bzw. Nanometerbereich erwünscht sind, womit wiederum die genutzten Verfahren z.T. der Nanotechnologie zugeordnet werden können.

2.2. Potentiell interessante, derzeit wenig genutzte Technologien zur Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Aromen

2.2.1. Nanotechnologie

Die allgemeinen Aspekte der Nanotechnologie wurden bereits im Kapitel Zusatzstoffe beschrieben. Am Aromensektor ist die Nanotechnologie v.a. für Isolierung, Formulierung und Verpackung (siehe aktive Verpackungen im Kap. Zusatzstoffe) interessant.

Die der NT zuordenbaren bzw. bei Nutzung entsprechend feinporiger Membranen als NT fahrbaren bedeutendsten Isolierungsverfahren Nanofiltration, Umkehrosmose, membrane air stripping und die membranbasierte Lösungsmittelextraktion sind in Kap. 2.2.2 beschrieben.

Als Nanoformulierungsverfahren für Aromen bieten sich Nanoemulgieren und Nanoverkapseln an, deren Nutzen in Kap. 2.2.1 dargelegt ist. Ergänzend ist hinzuzufügen, dass Aromeneinkapselnde Nanomizellen häufig aus den im Zusatzstoffteil dieses Reports diskutier-

ten Zusatzstoffen Polysorbat 20 (E432) oder Polysorbat 80 (E433) bestehen. Cyclodextrine werden seit den 1980-ern v.a. zur Stabilisierung von Aromastoffen verwendet (KLEIN und ZÖLLER, 2009).

2.2.2. Membrantechnologien

Unter Membrantechnologien versteht man im Allgemeinen Verfahren, bei denen ein Stofftransport über semipermeable Membranen stattfindet. Dabei lässt sich zwischen druckgetriebenen Filtrationstechniken wie Mikrofiltration (MF), Ultrafiltration (UF), Nanofiltration (NF) und Umkehrosmose (UO), auf unterschiedlichen Löslichkeiten und/oder Konzentrationsunterschieden beruhenden „Quasi-Extraktionstechniken“ wie der membranbasierten Lösungsmittelextraktion und dem „membrane-air stripping“ sowie der auf unterschiedlichen Dampfdrücken/osmotischen Aktivität beruhenden osmotischen Destillation unterscheiden.

Die Membranfiltration syn. Cross-flow Filtration bietet im Vergleich mit der herkömmlichen Filtration den Vorteil, dass sich kein die Filtration verlangsamender Filterkuchen bildet, da dabei die Feedlösung mit Druck durch eine Membranröhre gezwungen wird. Das bedingt, dass die nachrückende Feedlösung sämtliche Membrananlagerungen weitertransportiert, womit sozusagen der Filter online „geputzt“ wird. Weiters ermöglicht der hohe Druck auch ein Arbeiten mit sehr geringen Porengrößen, also die Ab- bzw. Auftrennung sehr kleiner/sich nur geringfügig in ihrer Größe unterscheidenden Moleküle. Je kleiner die Poren sind, desto mehr Druck wird angelegt. Nach den Porengrößen der Membranen unterscheidet man Mikrofiltration (0,5-0,1 μm), Ultrafiltration (0,1-0,01 μm), Nanofiltration (10-1 nm) und Umkehrosmose (hält alle gelösten Substanzen zurück). Die Membranfiltration kann aromenerhaltend fungieren, wenn sie anstelle einer starken Erhitzung zur Aufkonzentrierung (und zeitgleichen Klärung von Säften etc.) genutzt wird. JESUS et al. (2007) zeigten beispielsweise, dass mittels Umkehrosmose konzentrierter Orangensaft - neben einem höheren Vitamin C-Gehalt- ein wesentlich besseres Aromaprofil aufweist. Es lassen sich mittels MF aber auch gezielt Aromamischungen gewinnen, weil sie die Aufkonzentrierung selbst aus äußerst stark verdünnten Lösungen, worunter u.a. viele Abwässer der Lebensmittelindustrie fallen (siehe dazu auch Kap. 2.3.1), ermöglicht. So wurden aus Molke Alkylphenolaromakonzentrate mittels UF gewonnen (KILIC and LINDSAY, 2004), eine Kombination aus NF und UO diente zur Isolierung von Fisch- und Meeresfruchtaromen aus Kochwässern der Fisch- und Meeresfruchtverarbeitenden Industrie (VANDANJON et al., 2002).

Im Fall der membranbasierten Lösungsmittelextraktion bildet eine, Feedlösung von Lösungsmittel (oft als „stripping phase“ bezeichnet) trennende, mikroporöse Membran den einzigen Unterschied zur herkömmlichen Lösungsmittelextraktion (Kap. 2.1.2.1.1). Um nun eine dem Nasswerden der Membran folgende generelle Mischung der beiden Lösungen zu verhindern, wird ein leichter Überdruck angelegt. Druck ist hier jedoch keine treibende Kraft. Dies sind v.a. die Lösungseigenschaften und Konzentrationsunterschiede. Ein Anwendungsbeispiel ist die Rückgewinnung von schwefeligen Aromakomponenten aus Abwässern (PIERRE et al., 2001). Wird nun bei gleichbleibendem Grundprinzip das flüssige Lösungsmittel durch eine Gasphase ersetzt, spricht man von „membrane air-stripping“, womit z.B. VILADOMAT et al. (2006) Versuche zur Wiedergewinnung verschiedenster Aromakomponenten aus verdünnten Lösungen durchführten.

Bei der osmotischen Destillation (OD) wird die flüssige Feedlösung von der ebenfalls flüssigen „stripping-Phase“ (meist eine konzentrierte Salzlösung) durch eine flüssigkeitsabweisende mikroporöse Membran getrennt, womit die Membran als Dampfplücke fungiert, durch welche die flüchtigen Substanzen wandern können. Ihre treibende Kraft sind die unterschiedlichen Konzentrationen an nichtflüchtigen Substanzen, die Unterschiede in der osmotischen Aktivität bedingen und diese wiederum unterschiedliche Dampfdrücke über den Lösungen. Grundsätzlich

wandern die Komponenten im Membranzwischenraum von der Lösung mit dem höheren in diejenige mit dem geringeren Dampfdruck (HOGAN et al., 1998). Vorteil dieser Methode ist, dass sich die Dampfdrücke nur sehr langsam aneinander angleichen, womit - im Gegensatz zur alternativen nutzbaren, mit einer Endkonzentration von 25-30°Brix limitierten Reversosmose (zu starker osmotischer Druck der Feedlösung) - eine starke Aufkonzentrierung auch für Fruchtsäfte möglich wird. Somit ist sie zur Aufkonzentrierung von Fruchtsäften viel genutzt und publiziert (z.B. BANVÖLGYI et al., 2009; CASSANO et al., 2007). Als weitere wichtige Anwendungsmöglichkeiten sind die Ethanolentfernung zur Gewinnung alkoholfreier Biere sowie die Entfernung bzw. Gewinnung von Aromakomponenten zu nennen (HOGAN et al., 1998).

2.2.3. Hochdruckextraktion

Prinzip wie Vorzüge der Hochdruckextraktion (SFE) wurden bereits in Kap. 2.2.3 beschrieben. In Österreich wird sie zur Aromenextraktion noch nicht angewandt.

2.2.4. GVO

Eine Veränderung des genetischen Materials von Mikroorganismen hin zur Expression von aromaproduzierenden Enzymen (ganzen Stoffwechselwegen) kann in einer deutlich erhöhten Ausbeute resultieren. BARGHINI et al. (2007) demonstrierten dies beispielsweise für die Umsetzung von Ferulasäure zu Vanillin mit dem GVO Bakterienstamm *E.coli* JM109. Ebenso wurden Aromaproduktion induzierende Gene aus Himbeeren in Bakterien- und Hefeexpressionsysteme eingebracht (BEEKWILDER et al., 2007). Die Vorteile und sich daraus ergebenden Einsatzszenarien von aus GVO-Organismen isolierten Enzymen sind im Enzymteil dieses Reports zusammengefasst. Gesetzlich ist der Einsatz von GVO in einer separaten Verordnung geregelt, worin u.a. festgestellt wird, dass aus GVO-Materialien (z.B. GVO-Soja) isolierte Aromen deklariert werden müssen. Ausgenommen sind Aromen, die mit Hilfe von gv-Mikroorganismen hergestellt werden. In Österreich ist der Einsatz von GVO-Enzymen zur Aromenproduktion für die Industrie derzeit kein Thema.

2.3. Potentiell interessante, derzeit wenig genutzte Ausgangsstoffe zur Herstellung von Aromen

2.3.1. Reststoffverwertung

Für die Erschließung der sinnvollen Verwertung von typischen „Neben-/Restprodukten“ der (vorwiegend Lebensmittel-) Industrie ist – vor allem im Falle fester Stoffe - das voranschreitende Knowhow über die gezielte Nutzung der Biotechnologie in der Aromenindustrie (Kap. 2.1.3) essentiell, da

- nur entsprechende Mikroorganismen bzw. Enzyme spezifisch und effizient (=ökonomisch) genug arbeiten können, um in einem Vielkomponentengemisch ausschließlich die Zielquellen umzusetzen und
- hierbei keine/kaum dem Erhalt der Bezeichnung „natürlich“ im Wege stehende, mit Entfernung-/Entsorgungskosten verbundene Chemikalien eingesetzt werden müssen.

Die Möglichkeiten zur Aromenproduktion aus flüssigen Reststoffen bzw. sehr geringe Konzentrationen der gewünschten Substanzen enthaltenen Reststoffen, erschließen sich v.a. mit der Entwicklung der großtechnischen cross-flow filtration (Membranfiltration).

In jedem Fall bringt der Reststoffeinsatz zur Aromenbereitung neben der Lösung der Rohstoffbeschaffungsprobleme und einer deutlichen Kostenreduktion (Kap. 2.4.3) eine Unter-

stützung der Bewegung in Richtung „grünere“ (nachhaltigere) Industrie bei gleichzeitigem Erhalt des Prädikats „natürlich“, ein geeignetes Verfahren (Kap. 1.1.7; Kap. 1.2.5) vorausgesetzt, mit sich.

Konsumentenschutzorganisationen und zahlreiche Medien stehen hingegen dieser Entwicklung kritisch gegenüber, wobei deren Hauptkritikpunkt - wie auch im Fall des Analogkäseskandals u.a. - mangelnde Konsumentenaufklärung ist. Der Konsument assoziiert nämlich mit dem Begriff „natürlich“, dass Aromen aus der produktnamensgebenden Quelle stammen (also Aroma in Erdbeerjoghurt aus Erdbeere etc.), wenngleich die Ungültigkeit dieser Vermutung in der neuen VO klar dargelegt ist. Hinzu kommt die Assoziation, ein „Abfallprodukt“ einer Industriesparte sei etwas qualitativ Minderwertiges. So entsteht das Paradoxon, dass umweltbewusste, häufig bewusst zu Bio/Naturprodukten greifende Konsumenten aus derartigen Reststoffen recycelte Aromen vermehrt ablehnen.

Konkret kann so beispielsweise das Produkt der bereits in Kap. 2.1.3 erwähnten biotechnologischen Erzeugung von Vanillin aus der Chemikalie Ferulasäure bei Nutzung der diese enthaltenen Reststoffe Getreidekleie oder Zuckerrübenmelasse zu einem „natürlichen“ Produkt upgradet werden (SINHA et al., 2008). Kostengünstige Produktion natürlichen Vanillins scheint ein so bedeutender wirtschaftlicher Task zu sein, dass bereits rekombinante *Escherichia coli*-Bakterien, mit welchen die Ausbeute verglichen mit der Kontrollgruppe deutlich erhöht werden konnte, zu diesem Zweck gezüchtet wurden (BARGHINI et al., 2007). Während z.B. in Europa vor allem Getreidekleie mit einem Anfall von unzähligen Tonnen jährlich der Ausgangsstoff der Wahl für Vanillin sein könnte, gibt es in China den Ansatz, hierfür ebenfalls stark ferulasäurehaltige, jährlich zu rund 10 Millionen Tonnen anfallende Abfälle der Reiskleieölraffination einzusetzen (ZHENG et al., 2007).

Abseits der Vanillinproduktion ließ sich z.B. aus Zuckerrübenmelasse Isoamylacetat (Bananenaroma) mittels *Williopsis saturnus* (YILMAZTEKIN et al., 2008) herstellen; Acetaldehyd, Ethylacetat, 1-Propanol, 3-Methylbutanol und einige fruchtige Aromen konnten aus Cassavabagasse und Apfeltrester mittels *Rhizopus oryzae* bzw. *Ceratocystis fimbriata* (CHRISTEN et al., 2000; BRAMORSKI et al., 1998) gewonnen werden. Des Weiteren konnten Kaffeebohenschalen zu EtOH, Acetaldehyd, Ethylacetat, Ethylpropionat und Isoamylacetat verstoffwechselt werden (MEDEIROS et al., 2006); das Potential von Kartoffelabfällen wurde angedacht (DAVIDS et al., 2004).

Im Falle der Isolierung von Substanzen mit Aromaeigenschaften aus flüssigen Medien bieten sich zur Erzeugung natürlicher Produkte vor allem die Adsorption an geeigneten Trägern, wie sie z.B. zur Entfernung von off-flavours im Trinkwasser genutzt wird, wofür sich beispielsweise PDSM (Polydimethylsiloxan) gut eignen soll (TONDELIER et al., 2008), vor allem aber cross-flow filtration basierte Technologien an (Kap. 2.2.2).

Dass es grundsätzlich möglich ist, mittels MAS (siehe Kap. 2.2.2 – „membrane air stripping“) zumindest Aromakomponenten mittlerer Flüchtigkeit mit einer Ausbeute von 90% aus stark verdünnten wässrigen Lösungen zu extrahieren, zeigten VILADOMAT et al. (2006) in Wiederfindungstests mit zehn Aromakomponenten in definierter Zusammensetzung enthaltenden Proben. Es bietet sich an, z.B. Käsearomen (Dimethylsuldisulfid, Dimethyltrisulfid, S-methylthiobutanat etc.) aus Abwässern der Lebensmittelindustrie mittels membranbasierter Lösungsmittelextraktion (die irgendwo erklärt wird) zu gewinnen (PIERRE et al., 2001), womit sich Kosten für die Reinigung dieser Abwässer einsparen lassen könnten. KILIC et al. (2004) untersuchten das Potential von Schafskäsemolke zur Herstellung von Alkylphenolen.

OSORIO et al. (2007) zeigten, dass sich die Restlösungen aus der osmotischen Behandlung von Früchten als Aromastoffquelle nutzen lassen.

2.3.2. Sonstige

Ein weiterer kurioser Ausgangsstoff zur Herstellung von Aromen - berühmt durch seine periodische Medienpräsenz als „Bestandteil von Erdbeerjoghurt“ - ist Holz bzw. dessen Inhaltsstoffe. Interessant ist, dass Erdbeerjoghurt für Schlagzeilen sorgt, obgleich doch Vanillin aus dem Holzbestandteil Lignin gewonnen wird. Dies könnte die Allgegenwärtigkeit von Vanillin wieder spiegeln, welches mittlerweile auch vielen Produkten anderer Geschmacksrichtungen zugesetzt wird wie eben Erdbeer- und Schokoladeprodukten. Die Gewöhnung der Konsumenten daran, lässt diese bereits Schokoladeprodukte als weniger schokoladig empfinden, wenn diesen die Vanillenote fehlt (persönliche Mitteilung Symrise). Zudem ist anzumerken, dass Konsumenten andererseits für in Holzfässern gelagerte Weine (die eben Lignin als aromabildenden Bestandteil enthalten) hohe Preise bezahlen.

Die neue Verordnung schreibt vor (Kap. 1.1.3), dass Aromaextrakte, Aromavorstufen und thermisch gewonnene Reaktionsaromen aus non-food evaluiert werden müssen, wobei traditionell verwendete Ausgangsmaterialien wie die beiden explizit angeführten - Rosenholz und Erdbeerblätter - für diese VO als Lebensmittel gelten. Inwieweit sich dies auch auf andere Pflanzenteile bzw. ob sich dies nicht vielleicht auf sämtliche Pflanzenteile ausweiten lässt, ist ungewiss.

Fakt ist, dass Holz seit jeher eine Rolle in der Aromatisierung zur Erzeugung rauchiger Noten durch Verbrennung beim Räuchervorgang sowie zur Produktion von Raucharomen spielt. Die Verbrennung von Holz führt in beiden Fällen zur Entstehung polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAH), wobei viele Prozessparameter deren Gehalt beeinflussen. So soll z.B. Entzündung über einer Flamme zu höheren PAH-Gehalten führen als direktes Erhitzen (GARCIA-FALCON and SIMAL-GANDARA, 2005). Parallel zu Raucharomen entstehen bei Verbrennung von Holz aber auch die Aromastoffe aus der Gruppe der Methoxyphenole und Carbonyle darunter 4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyd, besser bekannt als Vanillin (KJÄLLSTRAND et al., 2000). Ebenso alt wie die Verbrennung als Aromatisierungstool ist die Erkenntnis, dass die Lagerung in Holzgebinden das Aroma von Weinen beeinflusst, während die Hintergründe dieser Beobachtung noch Gegenstand gegenwärtiger Forschung sind. So bewiesen z.B. BLOEM et al. (2008), dass während der Gärung des Weines in Eichenfässern das Milchsäurebakterium *Oenococcus oeni* mit Bestandteilen des Holzes interagiert und dabei u.a. Vanillin bildet. Die Erkenntnis des Vorhandenseins von Aromausgangsstoffen und Aromen in Holz lässt sich auch großtechnisch umsetzen. Dies zeigten NONIER et al. (2005), indem sie aus Eichenholzspänen mittels Flüssig/flüssigextraktion (Lösungsmittel: Pentan/Dichlormethan für freie Substanzen; Ethylacetat für gebundene Substanzen) u.a. Whiskylactone, Eugenol und Vanillin isolierten. Die gut für die Isolierung dieser flüchtigen Substanzen aus Früchten geeignete Methode der Adsorption an Amberlite XAD-2 lässt sich in diesem Fall - aufgrund der Stärke der Bindung der Aroma(vorstufen) an andere Holzbestandteile - nur bedingt verwenden (NONIER et al., 2005). Weiters kann Vanillin aus Fichtenborken isoliert werden, welche das Stilben Isorhaptin enthalten, welches wiederum durch das Enzym Stilbendioxygenase aus *Pseudomonas* sp. zu Vanillin verstoffwechselt werden kann.

Neben den, mit Sicherheit nicht evaluierungspflichtigen Erdbeerblättern bieten sich auch die Blätter des krautigen Immenblattes (*Melittis melissophyllum*) als Quelle für das „Pilaroma“ 1-octenol-3ol an, welches ca. 50% des aus diesen durch Hydrodestillation gewonnen Öles ausmacht (MAGGI et al., 2009).

Abseits der Lebensmittelindustrie (siehe auch Kap. 2.3.1) bietet auch die Papierindustrie zum Zweck der Aromengewinnung nutzbare Reststoffe. So konnten beispielsweise aus Papierpulpe und Abwässern der Papierindustrie durch Behandlung mit den lignindegrierenden Bakterienstämmen *Paenibacillus* sp, *Aneurinibacillus aneurinilyticus* und *Bacillus* sp Zimtsäure,

Ferulasäure, 3-hydroxy-4-methoxyphenol, Vanillinsäure etc. hergestellt werden (RAJ et al., 2007).

Eine Quelle für Aromen und Duftstoffe an der Grenze der Lebensmittelindustrie sind Fettsäuren (pflanzliche und tierische Öle/Ölabfälle). So lässt sich z.B. mithilfe des Pilzes *Botryodiplodia theobromae* alpha-Linolensäure zu Jasminsäure verstoffwechseln (HÄUSLER und MÜNCH, 1997). Das eugenolhaltige Gewürznelkenöl eignet sich zur Vanillinherstellung (ZHENG et al., 2007). Durch Biokonversion verschiedener Hydroxyfettsäuren lassen sich aromatische Lactone wie γ - und σ -Lactone erzeugen (siehe auch Kap. 2.1.3).

2.4. Einschränkungen der technologischen Möglichkeiten und Rohstoffe

Wie aus den obigen Kapiteln ersichtlich ist, bietet die moderne Aromentechnologie eine Vielzahl an verschiedenen Aromenausgangsstoffen und Technologien, deren Wahl jedoch wiederum einer Vielzahl an - u.a. in diesem Kapitel andiskutierten - Überlegungen unterliegt.

2.4.1. Image

Der Ruf eines Lebensmittels wird durch eine komplexe Mischung aus Erfahrung/Tradition, Pressemeldungen, Umweltbewusstsein etc. manifestiert. Wie im gesamten Lebensmittelsektor gilt für Aromen/LM-Zutaten mit Lebensmitteleigenschaften, dass in Österreich Natürlichkeit und „Zusatzstofffreiheit“ (Aromenfreiheit) gewünscht wird, während GVO abgelehnt und Nanotechnologie sowie die Gewinnung aus Reststoffen von Konsumentenseite kritisch beurteilt werden (Kap. 2.3.1). Die Deklaration der Natürlichkeit von Aromen folgt nach der neuen VO relativ klaren Regeln, während diejenige von mit GVO und Nanotechnologie in Berührung gelangten Aromen unklar und diejenige von Reststoffen nicht existent ist. Es bietet sich demnach (noch) an, die verpönte GVO und die kritisch beurteilten Nanotechnologie und Reststoffnutzung zu verwenden, um die Natürlichkeit der Endprodukte zu gewährleisten, Kosten zu verringern, die Effizienz zu steigern und durch bessere Aromenerhaltung den Gesamtaromeneinsatz zu verringern (siehe entsprechende Kapitel).

2.4.2. Verordnungen

Die neue VO sieht vor, dass mittels neuer Herstellungsverfahren produzierte Aromen einer Neuevaluierung unterzogen werden müssen, wenn das neue Herstellungsverfahren wesentlich vom herkömmlichen abweicht. Auch die Listen erlaubter Ausgangsstoffe etc. und Aromen werden erst in einigen Jahren veröffentlicht, was Firmen in ihrem Drang in Erforschung und Anwendung neuer Rohstoffe und Verfahren bremsen könnte.

Die Fußnote in Anhang 3B der VO (Höchstmengen von active principles in bestimmten LM-Kategorien) „Die Höchstwerte für Estragol, Methyleugenol und Safrol gelten nicht, wenn ein zusammengesetztes Lebensmittel keine hinzugefügten Aromen enthält und die einzigen Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften, die hinzugefügt wurden, frische, getrocknete oder tiefgekühlte Kräuter oder Gewürze sind“ verleitet dazu, anstatt Gewürz(also Aroma)extrakten Gewürze bzw. Kräuter zu verwenden.

2.4.3. Wirtschaftlichkeit

Der Trend geht hin zu exotischen Aromen, deren natürliche Stammausgangsstoffe schwer zu bekommen sind, zumal die Transportkosten hoch und das Verhältnis an Angebot/Nachfrage oft gering ist. Oft vergessen ist die Tatsache, dass auch der meist verwendete und ein ebenfalls sehr populärer Aromastoff, nämlich Vanille- und Erdbeeraroma Exoten sind und demnach gro-

ßen Rohstoffbeschaffungsproblemen unterliegen. Mit der weltweiten Vanilleschotenanzucht kann man gerade den Bedarf von Deutschland decken. Somit ist es nicht nur eine wirtschaftliche Frage und zur „Krisenüberbrückung“ empfehlenswert, sondern essentiell, auf alternative Rohstoffe wie synthetisches Eugenol, Ferulasäure oder entsprechende Reststoffe (Holz, Kleie etc.) auszuweichen, um den Bedarf zu decken.

Der Preisunterschied zwischen natürlichen und synthetischen Aromen ist mit Faktor 20-200 gewaltig (HOLZER, 2009; Ernährung aktuell, 2009). Aus Vanilleschoten isoliertes Vanillin kostet bis zu 200-mal mehr als ehemals naturidentisches (nun synthetisches) Vanillin aus Guaiacol oder Lignin (Ernährung aktuell).

Viele der Aromenerhaltung und/oder der Effizienzsteigerung bei der Isolierung dienliche Technologien wie beispielsweise Hochdruckextraktion, Hochdruckbehandlung etc. sind mit erhöhten Kosten verbunden, damit also nur für dementsprechend hochpreisige Produkte interessant.

2.5. Strategien und Technologien zur Verminderung des Aromeneinsatzes

Verbraucher verbinden mit Natürlichkeit auch Freiheit von Hilfsstoffen wie Zusatzstoffen, Enzymen und Aromen (Kap. 1.2.5), woraus der Trend zur Vermeidung dieser hervorgeht. Vollständiger Verzicht auf Aromen wird mit dem Trend hin zu lange frischen und Convenience-Lebensmitteln nicht vereinbar sein. Eine Verminderung dieser scheint jedoch durch in diesem Kapitel beschriebene Maßnahmen teilweise machbar.

2.5.1. Verbrauchererziehung

Der Konsument erwartet sich ein bestimmtes Aromenprofil, welches auf Erfahrungswerten beruht. Damit erwartet man sich, dass beispielsweise Erdbeeren erdbeeriger als sie natürlich sind. Zudem werden den meisten Schokoladen- und Erdbeerprodukten Vanillearomen zugesetzt, woran der Konsument konditioniert ist und somit Produkte ohne Vanillenote als weniger „schokoladig“/„erdbeerig“ empfindet (persönliche Mitteilung Symrise). Eine langsame Gewöhnung hin zu schwächeren/natürlicheren Aromanoten könnte den Aromeneinsatz reduzieren helfen.

2.5.2. Einsatz hochwertiger Rohstoffe

Der Unterschied im Aromaprofil zwischen Sorten, Anbaugebieten, Klimabedingungen etc. der einzelnen Extraktrohstoffe ist gewaltig. So schmeckt keine Tomatensorte ident zu anderen. Der Einsatz hocharomatischer Lebensmittelrohstoffe in Kombination mit schonenden Herstellungsverfahren könnte somit in einer Reduktion des Aromenbedarfs resultieren. Dabei ist zu hinterfragen, ob sich Industrie und Konsumenten die Hochwertigkeit dieser Rohstoffe leisten, womit diese Art der potentiellen Aromenreduktion nur für hochpreisige Produkte denkbar ist.

2.5.3. Fermentation

Eine Möglichkeit, ein „clean labeling“ im Sinne des „Nichtverwendens“ zugesetzter Aromen zu praktizieren, könnte in einer vermehrten Nutzung der traditionellen Fermentation liegen (siehe auch Kap. 2.1.3). Damit lassen sich durch in den Zutaten vorhandene Mikroorganismen und/oder Enzyme interessante - auch trendige asiatische - Geschmacksnoten erzielen.

2.5.4. Hochdruckbehandlung

Eine weitere Möglichkeit, die aromendestruktive Erhitzung zu umgehen, ist die Hochdruckbehandlung. Hoher Druck hat ähnlich mikrobizide Wirkung wie hohe Temperaturen, dabei aber den Vorzug, die oxidationssensitiven Aromastoffe nicht zu zerstören. In einer Hochdruckanlage (im Normalfall arbeiten diese mit Drücken bis zu 700 MPa) können somit bei Raumtemperatur bzw. Temperaturen von bis zu -20°C Lebensmittel pasteurisiert werden. Hochdruckbehandlung konnte u.a. zur verbesserten Aromaerhaltung von Erdbeeren (ZABETAKIS et al., 2000) und Orangensaft (PAN et al., 2009) beitragen.

2.5.5. Verpackungstechnologie und Lagerung

Grundvoraussetzung für die gewünschte langfristige Aromenerhaltung in Lebensmitteln sind optimale Verpackung und Lagerbedingungen. Die Hauptanforderungen an Verpackungen sind Oxidationsvermeidung und Gas/Wasserdampfregulation. Innovative neuartige Verpackungen verspricht die Nanotechnologie (Kap. 2.2.1). Daneben wurden spezielle produktspezifische Verpackungen entwickelt. Ein Beispiel hierfür ist die Verlängerung der Haltbarkeit von Erdbeeren in aktiven Verpackungen basierend auf dem Zusatz von 2-Nonanon (ALMENAR et al., 2009).

2.5.6. Sonstiges

Es wird über eine verbesserte Aromaerhaltung durch Zusatz von Molkenproteinkonzentraten (INNOCENTE et al., 2009) bzw. Trehalose (KOMES et al., 2003) berichtet. Die u.a. alternativ zur thermischen Pasteurisation einsetzbare Methode HIPEF (high intensity pulsed fields), also Behandlung in elektrischen Feldern, wurde erfolgreich zur Verbesserung der Aromaerhaltung von Erdbeeren eingesetzt (AGUILO-AGUAYO et al., 2009). Grundsätzlich bietet sich das Ausweichen auf schonendere Technologien an; so ist die Aromenerhaltung bei Gefriertrocknung oder Wirbelschichttrocknung im Vergleich zu hohe Temperaturen erfordernden Trocknungsmethoden besser.

3. Extrakte

Eine der mit in Kraft treten der Verordnung geschaffenen sechs groben Aromenkategorien sind die in deutschsprachigen Verordnungsversionen „Aromaextrakte“ genannten, womit fälschlicherweise die Technologie Extraktion zu deren Herstellung impliziert wird. Die englische Originalfassung spricht von „flavouring preparations“ und trifft damit besser deren in Artikel 3, Absatz 2, d) angeführte Begriffsbestimmung, welche die Herstellungstechnologie nicht definiert:

„Aromaextrakt“: Erzeugnis, das kein Aromastoff ist und gewonnen wird aus

i) Lebensmitteln, und zwar durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren, bei denen sie als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren für den menschlichen Verzehr aufbereitet werden, und/oder

ii) Stoffen pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ursprungs, die keine Lebensmittel sind, und zwar durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren, wobei die Stoffe als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren aufbereitet werden.

Das bedeutet, dass neben der Extraktion viele andere und vor allem auch die in Kap. 2.1.3 beschriebenen biotechnologischen Methoden zur Herstellung von Extrakten zur Anwendung kommen können, was wiederum den Pool an möglichen Ausgangsstoffen erhöht.

Diese Vielfalt an Möglichkeiten in Bezug auf die Ausgangsmaterialien ist wiederum bedeutend, denn: Traditionell nicht als Lebensmittelaromen in der EU genutzt werden Extrakte aus Arzneipflanzen; Extrakte aus Gewürzen, Kräutern und Tees fallen traditionell, sowie auch explizit in VO1334/08 erwähnt, nicht in den Anwendungsbereich der Aromenverordnung. Zudem ruft die rechtliche Absonderung der Aromen von den Zusatzstoffen mit dem FIAP-Paket und deren Substanzverzeichnissen Diskussionen über die Kennzeichnung von beide Funktionen erfüllenden Präparaten hervor. Völlig neu ist weiters die Zulassungspflicht für Lebensmittelextrakte aus Rohstoffen aus dem Non-food Bereich.

3.1. Derzeit verwendete Aromaextrakte und neuartige interessante Extraktquellen

Aromaextrakte waren immer attraktiv und werden dies voraussichtlich bleiben, zumal sie nach der neuen VO automatisch als natürlich gelten und weil Bezeichnungen wie „Frucht/Pflanzen/Gewürz etc -Extrakt“ an sich marketingwirksam sind und viele bestens erforschte, simple, kostengünstige und universell einsetzbare Technologien zu deren Herstellung im Einsatz sind. Zudem liefern Aromaextrakte sehr gute Geschmacksprofile, die sich synthetisch nicht so „naturgetreu“ nachbauen lassen. Sämtliche großen österreichischen Aromenproduzenten vertreiben vorwiegend bzw. ausschließlich Aromaextrakte.

Aromaextrakte werden heutzutage aus so ziemlich allem hergestellt, was aromaaktive Substanzen enthält, da vor allem das steigende biotechnologische know-how dies ermöglicht und die Nachfrage des Konsumenten nach „Neuem“, „Exotischem“ dies fordert. Die Ausgangsstoffe sind in der VO kaum beschränkt. Lediglich die tetraploide Form von Kalmus darf aufgrund seiner möglichen erbgutschädigenden und kanzerogenen Wirkung nicht verwendet werden und weitere vier Ausgangsstoffe unterliegen Beschränkungen in ihrem Einsatzbereich (Quassia ausschließlich für Backwaren und Getränke zugelassen; Lärchenschwamm, Johanniskraut und Edelgamander ausschließlich für alkoholische Getränke). Neu ist, dass sämtliche - also auch mikrobiologische - Aromaextrakte als natürlich deklariert werden können. Damit steigt das In-

teresse am Einsatz mikrobiologischer Extrakte, wie sie beispielsweise Huhnaromen aus Hefe (z.B. „Sarvorkey“ der Fa. DSM) sind. Wenngleich die VO nur wenige Ausgangsstoffe (für bestimmte Zwecke) ausschließt, unterliegt deren Wahl dennoch einigen Überlegungen.

3.2. Einschränkungen der Ausgangsstoffe zur Gewinnung von Aromaextrakten

3.2.1. Abgrenzung zu Non-Food

Aromenextrakte (wie auch thermisch gewonnene Prozessaromen und Aromavorstufen) aus „non-food“ müssen zugelassen werden, wobei jedoch die Definition für die Zwecke dieser neuen VO auf traditionell zur Aromatisierung eingesetzte Materialien erweitert wurde. In der Einleitung, Absatz 16 ist dies festgehalten und die beiden Beispiele Rosenholz und Erdbeerblätter explizit als solche „Lebensmittel im Sinne dieser VO“ angeführt und für nicht zulassungspflichtig erklärt. Lediglich Aromen aus „non-food“-Ausgangsstoffen, zu denen keine Hinweise auf ihren LM-Status vorliegen, müssen zugelassen werden. Dabei ist nicht definiert, in welchem Zeitraum und in welchem geographischen Gebiet diese Verwendung dokumentiert sein muss. Dies ruft - salopp ausgedrückt - ein „Auskramen und Durchforsten von Omas Kochbüchern“ und Publikationen sowie eine genaue Beobachtung anderer Kulturkreise hervor. Neben Rosenholz und Erbeerblättern weisen nämlich zahlreiche Pflanzenteile Potential zur Aromengewinnung auf (siehe Kap. 2.3). Streng genommen ist auch der Lebensmittelstatus im Sinne der neuen VO von Reststoffen der Lebensmittelindustrie, wie etwa Melasse, Abwässern, Osmoselösungen etc. (Kap. 2.3.1) zu diskutieren, da diese in dieser Form nicht zum menschlichen Verzehr bestimmt sind.

3.2.2. Abgrenzung zu pharmakologisch wirksamem

Neben ihren speziellen sensorischen besitzen viele Aromen auch andere interessante Eigenschaften z.B. antimikrobielle (z.B. Vanillin, Bestandteile essentieller Öle), antifungale, antivirale, antioxidative (z.B. Vanillin, Eugenol), fettreduzierende, blutdruckregulierende (z.B. 2-Hexenal) oder entzündungshemmende (z.B. 1,8-Cineol). Damit stehen sie naturgemäß Pharmazeutika nahe (BERGER, 2009) und sind nicht klar von diesen abzugrenzen sind. Grundsätzlich galt und gilt, dass „typische“ Arzneipflanzen nicht zur Herstellung von Lebensmittelaromen genutzt werden sollen. Die Nutzung vieler traditioneller - aufgrund deren pharmazeutisch wirksamer Bestandteile - in der Volksheilkunde verwendeter Pflanzen(teile) scheint eine Grauzone zu sein. Für manche könnte man LM-Status belegen, manche werden vor allem aufgrund ihres Heileffektes praktisch ausschließlich als Tees verzehrt, für viele liegt kein Hinweis auf LM-Verwendung vor. Beispiele für die Nutzung solcher Substanzen sind das It. Anhang IV auf die Aromatisierung alkoholischer Getränke beschränkte zur „natürlichen“ Depressionsbehandlung genutzte Johanniskraut, die zur Aromatisierung von Salaten, Suppen und Fischgerichten nutzbare (BARGHAMADI et al., 2009) auch zur Minderung von Regelbeschwerden genutzte Schafgarbe, der zur Aromatisierung von Getränken, Eiscremes, Süßwaren, Kaugummis, Backwaren etc. nutzbare (DA PORTO et al., 2009; CHEMAT et al., 2006) aber auch der Minderung von Magen- und Darmreizungen dienliche Lavendel u.v.m..

3.2.3. Abgrenzung zu Gewürzen, Kräutern, Tees

Die Ungleichbehandlung und mögliche Wettbewerbsverzerrung der Gewürz- /Kräuterindustrie einerseits und der Aromenindustrie andererseits in Bezug auf die Beschränkungen der erlaubten „active principles“, welchen Aromen bislang - im Gegensatz zu Gewürzen und Kräutern - unterlagen, rief in der Vergangenheit Konflikte hervor.

Eine Reaktion hierauf ist, dass mit Inkrafttreten der neuen Aromen-VO deren Geltungsbereich auf LM-Zutaten mit Aromaeigenschaften ausgeweitet wurde, worunter lt. EFSA guidelines (02/09) v.a. Gewürze und Kräuter fallen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass

a) „Gewürze, Kräuter, Tee und teeähnliche Erzeugnisse sowie Mischungen dieser , sofern sie als solche verzehrt werden und/oder dem LM nicht zugefügt werden“ von VO1334/2008 ausgenommen sind, womit direkt an den Endverbraucher abgegebene Kräuter/Gewürze/Tee(mischungen) - im Gegensatz zu bei der gewerblichen Herstellung LM zugesetzten Gewürzen/Kräutern und Aromaextrakten - nicht in den Anwendungsbereich der Aromen-VO fallen.

b) Die Fußnote in dem die Maximalmengen der „active principles“ regelnden Anhang III TeilB Kräuter und Gewürze für Eugenol, Methyleugenol und Safrol ausnimmt.

3.2.4. Abgrenzung zu Zusatzstoffen

Die Abgrenzung von Aromen zu den Zusatzstoffen oder Lebensmittelzutaten ist v.a. für die korrekte Deklaration relevant. Sie ist im Wesentlichen vom Hauptverwendungszweck der Substanzen abhängig zu machen.

4. Auswirkungen FIAP

Dieses Kapitel soll einen Überblick an aus Berichten und Gesprächen von und/oder mit Aromenproduzenten, Aromenanwendern, Experten und einschlägigen Organisationen zusammengetragene Reaktionen, Überlegungen, Meinungen, Befürchtungen, Stimmungen etc. in Form eines Brainstormings liefern.

4.1. Reaktionen/Befürchtungen und Forderungen österreichischer Aromenproduzenten und Abnehmer

Vorweg ist zu erwähnen, dass in unseren Korrespondenzen über FIAP festgestellt werden musste, dass für einen großen Teil der österreichischen Lebensmittelproduzenten die neue Aromen-VO, respektive das FIAP, noch kein großer Begriff war.

Grundsätzlich wird die Umwandlung der Richtlinie in ein Gesetz im Sinne einer Vereinheitlichung und Rechtssicherheit begrüßt. Als möglicher Zusatznutzen wurde die Aussicht auf eine Ausbreitung dieser Vereinheitlichung auf den europäischen Nicht-EU Raum, in welchen die größten österreichischen Aromenproduzenten rege exportieren, genannt.

Dennoch konnten wir einige kritische Überlegungen aufgreifen.

4.1.1. Definitionen und Interpretationsspielraum

4.1.1.1. Definition Lebensmittel

Die Definition Lebensmittel im Sinne der VO ist unklar (siehe dazu auch Kap. 2.4.2). Während bei färbenden Extrakten eher der Weg beschritten wurde/wird, dass nur „richtige“ LM (Spinat, Karotte, rote Beete etc.) als LM-Extrakte bezeichnet wurden/werden, wurde/wird bei Aromen ein breiteres Spektrum miteinbezogen. Man sucht nun für strittige Ausgangsstoffe (Hölzer, andere Pflanzenteile, Reststoffe) nach Hinweisen zu Lebensmittelverwendung in anderen Kulturkreisen und „Omas Kochbüchern“. Hier besteht sehr viel Interpretationsspielraum. Mehrmals wurde die Befürchtung geäußert, dass *de facto* der Hersteller über die Einordnung (nach Omas Kochbuch) bestimmt und im Fall des Falles die „zuständige Behörde“ nach Plausibilität, Unternehmenseinfluss und politischen Bewegungen entscheidet.

4.1.1.2. Definition Aromakategorien

Laut VO soll eine Angabe der enthaltenen Aromakategorien in absteigender Reihenfolge zum Gewichtsanteil erfolgen, was bedingt, dass alle Aromen(mischungen) in diese Kategorien eingeordnet werden müssen, was wiederum in vielen Fällen Interpretationsspielraum schafft. Besondere Probleme hierbei sind für die neu geschaffene Kategorie „Aromavorstufe“ zu erwarten, worunter lt. MUERMANN (2009) z.B. Aminosäuren und Kohlenhydrate etc., also in LM allgegenwärtige Substanzen bzw. die wesentlichen Hauptbestandteile der meisten LM, zu verstehen sind. Die Nennung dieser Beispiele zielt vermutlich auf die Vorstufen der thermisch gewonnenen Prozessaromen ab (durch Reaktion zw. Aminosäure und reduzierendem Zucker gewonnen). Zucker und Aminosäuren sind aber auch Ausgangsprodukte für biotechnologische Umsetzungen im LM. Die in LM enthaltenen Zucker und Aminosäuren reagieren bei entsprechenden Temperaturen bzw. MO-Besiedelung und Bedingungen ohnehin zu aromatisierenden Bestandteilen. Sind nur zusätzlich diesem Aromatisierungszweck dienliche zugegebene Aminosäuren und Kohlenhydrate Aromavorstufen? Oder nur spezielle Substanzen? Die meisten Nährmedien für MO (für eine *de-novo* Synthese sind praktisch nur Nährmedien zuzusetzen) sind sehr universell, lediglich für die Biokonversion ausgewählter Aromavorstufen sind häufig

speziellere Ausgangsstoffe von Nöten (siehe Kap. 2.1.3). Der Zweck der Aromatisierung gilt als nachzuweisen, die Grenze hier wird als völlig unklar bemängelt.

4.1.1.3. „Natürlich“-Labeling

Die Voraussetzungen, unter welchen das äußerst werbewirksame „Natürlich“-Labeling grundsätzlich und in welcher Art erfolgen darf, sind ebenfalls unklar.

Ein Ausgangsstoff soll in die Namensnennung einbezogen werden, wenn dessen Anteil größer als 95% der Aromazubereitung ist, „es sei denn, man erkenne ihn nicht“, was Interpretationsspielraum offen lässt. Stoffe des bei Ausgangsstoffnennung verbleibenden Anteils von 5% dürfen ausschließlich zur Verleihung einer z.B. frischeren, schärferen, reiferen oder grüneren Aromanote zugesetzt werden, „was es zu beweisen gelte“. Zudem lasse sich mit 5% bei einer in kleinen Dosen sehr (und innerhalb der Aromasubstanzen sehr unterschiedlich) effektiven Wirkung äußerst viel „verfälschen“.

4.1.2. Übergangszeit und -regelungen

4.1.2.1. Anhang I

Der wesentliche integrative Bestandteil der neuen Aromenverordnung, die Gemeinschaftsliste der zugelassenen zulassungspflichtigen Aromen in Anhang I, fehlt derzeit und soll voraussichtlich 2010 veröffentlicht werden. Die VO kann daher derzeit nur bedingt „ohne ihren wesentlichen Bestandteil“ gelten. Die damit verbundene Unsicherheit ist ein wesentlicher Kritikpunkt.

4.1.2.2. „Zu weit weg“

Die Unvollständigkeit der VO und die „nicht absehbare Dauer der Fertigstellung der Diskussionsgrundlage“ trage wesentlich zum derzeit (noch) bestehenden Desinteresse an dieser Neuerung bei („über ungelegte Eier spricht man nicht“). „Man werde schon informiert werden“, wenn es konkret werde.

4.1.2.3. Stichtag

Kritisiert wurde, dass die Umstellung mit Stichtag erfolgen soll, also keine Übergangsfrist eingeräumt wird. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Etikettierung relevant, da der Konsument bis zum Stichtag „ein Recht darauf habe, zu erfahren, ob ein Aroma „naturident“ sei“. Das lasse sich „nur schwer realisieren“; man überlege, eine zeitlang „doppeltetikettig“ zu fahren, was sich als „konsumentenverwirrend“ erweisen könnte.

4.1.3. Umsetzung und Überwachung der VO

4.1.3.1. Implementation guidelines und sonstige Zuständigkeiten

Es sollen noch 2009 *implementation guidelines* erstellt werden. Die im Februar 2009 durch die EFFA erstellten sind umstritten. Werden diese überarbeitet? In welcher Weise? Wird es nationale guidelines geben? Falls ja, wird hier ein nationaler Spielraum erwartet im Sinne von beispielsweise Ausnahmeregelungen für bestimmte Produktgruppen etc.? Zudem fragt man sich, wer in Ö die „zuständige Behörde“ ist, die die Überwachung über hat etc..

4.1.3.2. Verhalten bei Negativbewertung durch das CEF

Das Szenario der Negativbewertung durch das CEF wurde andiskutiert. Was solle man machen, wenn die EFSA Sicherheitsbedenken äußert? Sofort alle betroffenen Produkte aus dem Verkehr ziehen und damit u.a. Imageschäden in Kauf nehmen? Zuwarten bis die entsprechenden Inhaltsstoffe tatsächlich per VO-Anhang I verboten werden („was länger dauern könne“)?

4.1.3.3. Kontrolle

Ein wesentliches Problem wird in der Analytik gesehen. Die flächendeckende Analytik von Allergenen und „active principles“ ist unmöglich (Kap. 1.2.7) - eine weitere Herausforderung ist die Feststellung des Aromausgangsstoffes, die mit Fall der Bezeichnung „naturident“ (und Einordnung in die Kategorie „(künstliches) Aroma“) an Relevanz gewinnt. Die Unterscheidung eines Vanilleextrakts aus einer Vanilleschote (alt: natürlich; neu: natürlich) von Vanillin (alt: naturident; neu: natürlich oder künstlich) ist über das Verhältnis bestimmter Komponenten (Verhältniszahlenanalyse) durchaus möglich (DVAI, 2009), die Unterscheidung zwischen nunmehr durch chemische Synthese gewonnenem Vanillin (alt: naturident; neu: künstlich) und aus „natürlichen“ Ausgangsmaterialien „natürlich“ isoliertem Vanillin (alt und neu: natürlich) ist hingegen extremst aufwändig.

4.1.4. Konflikt mit Gewürz- und Kräuterindustrie

Grundsätzlich wird die Aufnahme der Gewürze als LM-Zutaten mit Aromaeigenschaften in den Geltungsbereich der VO im Sinne des Verbraucherschutzes und Verringerung des Wettbewerbsvorteils der Gewürz/Kräuter/Teeindustrie begrüßt. Kritisiert wird, dass die Gleichstellung der Gewürz/Kräuterextrakte (=Aromen) mit Gewürzen/Kräutern nur unvollständig vollzogen wurde (siehe auch Kap. 3.2.3). Dies bedeute u.a., dass „sich der Konsument in der eigenen Küche vergiften dürfe“. Direkt an die Gastronomie bzw. Haushalte verkaufte Zimtmischungen enthalten beispielsweise das lebertoxische, in der VO beschränkte Cumarin in großen Mengen, weil hierfür standardmäßig der „billige“ Cassiazimt verwendet wird etc.. Die Wettbewerbsverzerrung in diesem Bereich war/ist ein relevanter Task, zumal Gewürzextrakte ~30% der natürlichen Aromen ausmachen (welche wiederum 70% des Marktes abdecken).

4.1.5. Schulung der Abnehmer

Einige Aromenhersteller befürchten, ihre Abnehmer schulen, also deren Aufgaben im LM-Recht mitübernehmen zu müssen, da insbesondere kleinere Unternehmen keine oder nicht in diesem Spezialgebiet geschulte Rechtsexperten haben, während die Aromenhersteller regelmäßig einschlägige Arbeitskreise besuchen, um auf dem neuesten Stand zu sein. Den vollständigen Durchblick hätten sie jedoch auch nicht (was auch auf den großen Interpretationsspielraum zurückzuführen wäre), sie „könnten daher nur Empfehlungen aussprechen“ und schätzen es als gefährlich ein (Haftung?), „andere in Dingen zu schulen, von denen sie selbst möglicherweise nicht genug Ahnung haben“. Zudem befürchtet man mit Eintrudeln der zu erwartenden zahlreichen Anfragen einen hohen zusätzlichen Zeitaufwand.

4.1.6. Zulassungspflicht

Neuerungen, auch wenn sie noch so viele Vorteile und Marktpotential mit sich bringen würden, wirtschaftlich und umweltpolitisch sinnvoll sind etc. sind Kandidaten für (Neu)Evaluierung. KMUs und auch etwas größere Unternehmen (worunter Österreichs Aromenhersteller und auch die Mehrheit der österreichischen Lebensmittelproduzenten fallen) können sich diese - potentiell kostenintensiven - Zulassungsverfahren schlichtweg nicht leisten. Der österreichische Konsument „wolle die Mehrkosten auch nicht mittragen“ (Kap. 1.2.4). Selbst die Möglichkeit, sich als „Trittbrettfahrer“ an Anträge größerer Markenartikelunternehmen „dranzuhängen“ würde nur bedingt möglich sein, da diese „Großen“ meist nur deren spezielle Produkte zugelassen haben möchten (siehe 2.4.3), nicht aber einen Prozess, ein Ausgangsmaterial etc..

4.1.7. Raucharomen

Fünf der sieben bereits evaluierten Raucharomen sind als toxikologisch bedenklich eingestuft worden. Die Anzahl der äußerst wenigen Raucharomenhersteller (in Österreich gibt es keinen; nur Zukauf) könne sich damit weiter reduzieren.

4.1.8. Ansteigen der Rezepturen

Es wurde die Befürchtung geäußert, dass einige Firmen Rezepturen in Richtung „natürlich“ umstellen werden, während andere bei ihren Rezepturen bleiben werden, dass hinter im EU-Raum zu vertreibenden Produkten „natürlichere“ Rezepturen als im - sehr stark durch österreichische Aromenproduzenten belieferten - europäischen Nicht-EU Raum stehen werden, und nicht zuletzt, dass man es sich für Markenartikel - im Gegensatz zu Discountartikeln - leisten wird, einen „natürlicheren“, die teureren authentischeren (Erdbeeraroma aus Erdbeeren, Vanille aus Madagascarvanille) Rohstoffe nutzenden Weg zu beschreiten. Es wäre für einen Discounter auch nicht notwendig, sich in diese Richtung zu bemühen, da dort „niemand auf die Inhaltsangaben schaut“. Hieraus könnten damit noch mehr Rezepturen für ähnliche Produkte hervorgehen, was wiederum u.a. in einem erhöhten Etikettieraufwand resultieren würde.

4.1.9. Verminderung der Produktvielfalt

Andererseits könnte – wenn die Befürchtungen aus Kap. 4.1.8 eintreten sollten - die Produktvielfalt abnehmen, indem „Mittelstandsartikel“ zurückgedrängt werden, wovon gerade viele stattlich geförderte regionale Produkte betroffen sein könnten.

4.1.10. Monopolbildung und Vergrößerung der Marken-/Discountartikelschere

Das gefürchtete Wegbrechen des Mittelsegments (Kap. 4.1.9) sowie teure Zulassungsverfahren (Kap. 4.1.6) würde weiters mit Monopolbildung sowie einer Vergrößerung der Marken/Discountartikelschere einhergehen.

4.1.11. Höchstmengen

In Bezug auf die die active-principles beschränkenden Anhänge wurde die Anregung geäußert, die Wirkung auf spezielle Personengruppen in die Einschätzung dieser miteinzubeziehen. Cumarin soll beispielsweise nur für einen Teil der Bevölkerung toxisch sein. Andererseits wurde angedacht, dass die Cumarinkennzeichnung deshalb nicht eine Art Allergenkennzeichnung sondern doch eine einheitliche Beschränkung sein sollte, da „niemand weiß, ob er cumarinsensitiv ist“.

Als wichtiger Faktor zur Verringerung der active-principles wurde die Wahl eines geeigneten Extraktionsmittels bei klassischen Aromaextrakten genannt. So lösten manche ebendiese Verbindungen heraus, andere hingegen nicht (der Thujongehalt in alkoholischen Auszügen differiere z.B. wesentlich von demjenigen wässriger Auszüge).

4.1.12. Allergenkennzeichnung

Die Pflicht zur Allergenkennzeichnung wird grundsätzlich befürwortet, wenngleich die damit verbundene Umetikettierung einen nicht zu unterschätzenden Kostenaufwand mit sich bringt. Allein Österreichs größte Aromenhersteller hatten bereits im Juni 2009 über 10.000 Artikel umetikettiert; Abnehmerfirmen werden folgen.

4.1.13. Informationspflicht

Kap V Art. 19 besagt, dass der Hersteller oder Verwender eines Aromastoffs oder deren Vertreter der EU-Kommission auf deren Anfrage innerhalb eines Jahres über dessen Produktions- bzw. Verbrauchsdaten und unverzüglich über jede sicherheitsrelevante neue wissenschaftliche oder technische Information Bericht zu erstatten hat, und dass mit erheblich von den bislang genutzten Herstellungsverfahren abweichenden Verfahren produzierte Aromen einer Neuevaluierung unterzogen werden müssen, wobei der Hersteller oder Verwender sämtliche der Evaluierung dienlichen vorliegenden Angaben zur Verfügung zu stellen hat. Dabei sieht man folgende potentiellen Probleme:

4.1.13.1. Wer hat welche Information?

Zum Einen ist nicht klar, ob nun der Hersteller oder der Verwender Informationspflicht hat. Zum Zweiten haben beide nur unvollständige Informationen – der Hersteller weiß, welche Aromakompositionen mit welchen exakten Inhaltsstoffen er an wen verkauft und mit welchen Verfahren er die Aromen hergestellt hat; der Verwender weiß, wieviel er von welchem Gesamtprodukt in welche Produkte eingebracht hat; Zwischenhändler können den Informationsweg verwirren; wissenschaftliche Datenbanken sind beiden meist nicht zugänglich, da deren Lizenzen teuer sind.

4.1.13.2. Ermessensfrage?

Die Einschätzung, ob eine Information relevant ist, ist subjektiv.

4.1.13.3. Export?

Die Erhebung der Mengenströme über Zwischenhändler im EU-Raum ist schon schwierig nachzuvollziehen. Die Nachvollziehbarkeit im Nicht-EU Raum (in dem ja die Verpflichtung zur Informations-/Kennzeichnungspflicht unterbrochen ist) zu gewährleisten, ist von noch höherem Schwierigkeitsgrad, jedoch keinesfalls zu vernachlässigen, da viele Produktionsschritte - insbesondere im low-price-Segment - aus Kostengründen ebendort erfolgen. Beispiel: Österreichischer Aromenproduzent verkauft an die Ukraine, von der aus ein Teil wieder im österreichischen Discounter landet.....

4.1.13.4. Bisheriger Informationsfluss?

Die derzeit zur Verfügung stehenden Informationen über aktuell zugelassene Aromen enthalten weder Produktionsmethode noch Ausgangsmaterial (reg.1565/2000, Art.3), was bedeutet, dass diese erst erhoben werden müssen?

4.1.14. Forschungsbremse

Die allgemeine Haltung der europäischen Aromenindustrie ist mit „abwartend“ zu beschreiben. Solange nicht klar ist, wie die Erstfassung der Gemeinschaftsliste aussieht, wird man sich in Anbetracht des möglicherweise mit Veröffentlichung dieser für sinnlos erklärten Zeit- und Kostenaufwands sowie potentieller Zusatzkosten für eine Evaluierung mit Neuentwicklungen zurückhalten.

5. Literatur Aromen

Aguilo-Aguayo, I.; Oms-Oliu, G.; Soliva-Fortuny, R. and Martin-Belloso, O. (2009): Flavour retention and related enzymes activities during storage of strawberry juices by high-intensity pulsed electric fields or heat. *Food Chemistry* (116) 59-65

Almenar, E.; Catala, R.; Hernandez-Munoz, P. and Gavara, R. (2009): Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone. *LWT-Food science and technology* (42) 587-593

Amtsblatt der europäischen Union (2008): Verordnung (EG) Nr. 1334/2008 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Aromen und bestimmte Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften zur Verwendung in und auf Lebensmitteln sowie zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 1601/91 des Rates, der Verordnungen (EG) Nr. 2232/96 und (EG) Nr. 110/2008 und der Richtlinie 2000/13/EG. 354/34-354/50

Banvölgyi, S.; Horvath, S.; Stefanovits-Banyai, E.; Bekassy-Molnar, E. and Vatai, G. (2009): Integrated membrane process for blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) juice concentration. *Desalination* (241) 281-287

Barghamadi, A.; Mehrdad, M.; Sefidkon, F.; Yamini, Y. and Khajeh, M. (2009): Comparison of the volatiles of *Achillea millefolium* L. obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Journal of essential oil research* 21(3) 259-263

Barghini, P.; Di Gioia, D.; Fava, F. and Ruzzi, M. (2007): Vanillin production using metabolically engineered *Escherichia coli* under non-growing conditions. *Microbial cell factories* 6(13).

Bates, D.; McLoughlin, R. and Yap, A. (2008): High ultrasound extraction. EP-patent 2106278(A1); WO-patent 2008074072(A1)

Beaumont, M. (2002): Flavouring composition prepared by fermentation with *Bacillus* spp.. *International journal of food microbiology* (75) 189-196

Beekwilder, J.; van der Meer, I.M.; Sibbesen, O.; Broekgaarden, M.; Qvist, I.; Mikkelsen, J.D. and Hall, R.D. (2007): Microbial production of natural raspberry ketone. *Biotechnology journal* (2) 1270-1279

Berger, R.G. (2009): Biotechnology of flavours-the next generation. *Biotechnol Lett* (in press)

Berghofer, E. (2009): The value of food - How valuable is our food? - How valuable is our food for us?. In: Peter Lechner (Ed.), Verlag: facultas.wuv, Prosperity Waste and Waste Resources

Bloem, A.; Lonvaud-Funel, A. and de Revel, G. (2008): Hydrolysis of glycosidically bound flavour compounds from oak wood by *Oenococcus oeni*. *Food Microbiology* (25) 99-104

Bosset, J.O.; Bütikofer, U.; Dafflon, O.; Koch, H.; Scheurer-Simonet, L. and Sieber, R. (1998): Occurrence of polycyclic hydrocarbons in cheese with and without a smoked flavour. *Sciences des Aliments* 18(4) 347-359

Cassano, A.; Conidi, C.; Timpone, R.; D'Avella, M. and Drioli, E.: A membrane-based process for the clarification and the concentration of the cactus pear juice. *Journal of food engineering* (80) 914-921

Chaudry, Q.; Scotter, M.; Blackburn, J.; Ross, B.; Boxall, A.; Castle, L.; Aitken, R. and Watkins, R. (2008): Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. *Food additives and contaminants* 25(3) 241-258

- Chemat, F.; Lucchesi, M.E.; Smadja, J.; Favretto, L.; Colnaghi, G. and Visinoni, F. (2006): Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach. *Analytica Chimica Acta* (555) 157-160
- Chemat, F.; Smadja, J. and Lucchesi, M. (2004): Solvent-free microwave extraction of volatile natural compounds. EP-patent 1439218(B1)
- Christen, P.; Bramorski, A.; Revah, S. and Soccol, C.R. (2000): Characterization of volatile compounds produced by *Rhizopus* strains grown on agro-industrial solid wastes. *Bioresource Technology* (71) 211-215
- Crowley, L. (2007): Three clean label vanilla extracts launched. www.foodnavigator.com (Abfrage vom 14.04.2009)
- Da Costa, N.C. and Eri, S. (2009): Identification of aroma chemicals. In: Rowe, D.J. (2005): *Chemistry and technology of flavors and fragrances*. Ed.: Blackwell Publishing Ltd, Oxford (UK)
- Da Porto, C.; Decorti, D. and Kikic, I. (2009): Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. *Food Chemistry* (112) 1072-1078
- Davids, S.J.; Yaylayan, V.A. and Turcotte, G. (2004): Use of unusual storage temperature to improve the amino acid profile of potatoes for novel flavoring applications. *LWT-Food science and technology* 37(6) 619-626
- Deutscher Verband der Aromenindustrie (2009): *Active Principles- Gewürze/Kräuter – Gewürz-/Kräuterextrakte*
- Deutscher Verband der Aromenindustrie (2009): *Aromaverzehr in Deutschland*
- Deutscher Verband der Aromenindustrie (2009): *DVAI-Statement Verhältniszahlen Vanille*
- Deutsches Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (2001): *Stellungnahme: Gehalte an Methyleugenol und Estragol in teeähnlichen Erzeugnissen*
- European flavour and fragrance association (2009): *EFFA guidance document on the EC regulation on flavourings*
- European food safety authority (2009): *Safety of smoke flavour primary product- SmokEz C-10. Scientific opinion of the panel on food contact materials, enzymes and processing aids (Question No EFSA-Q-2005-263)*
- European food safety authority (2009): *Safety of smoke flavour primary product- Scansmoke SEF7525. Scientific opinion of the panel on food contact materials, enzymes and processing aids (Question No EFSA-Q-2005-262)*
- European food safety authority (2009): *Safety of smoke flavour primary product- SmokEz Enviro 23. Scientific opinion of the panel on food contact materials, enzymes and processing aids (Question No EFSA-Q-2005-264)*
- Fischer (2008): *Back to nature: Dr Norbert Fischer, global R&D manager flavours, Frutarom, looks at the latest trends in the market for flavours and aromas and the difficulties of marrying sometimes contradictory demands. International food ingredients* www.accessmylibrary.com (Abfrage vom 09.06.2009)
- Fletcher, A. (2005): *DSM extends clean label flavour range.* www.meatprocess.com (Abfrage vom 06.10.2009)
- Food Additives- a global strategic business report (2008)

- Garcia-Falcon, M.S. and Simal-Gandara, J. (2005): Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoke from different woods and their transfer during traditional smoking into chorizo sausages with collagen and tripe casings. *Food additives and contaminants* 22(1) 1-8
- Givaudan media releases (2008): Givaudan flavours bietet eine „clean label“-Lösung für die steigenden Kosten von Zitronenöl. www.givaudan.com (Abfrage vom 14.04.2009)
- Givaudan media releases: (2009): Givaudan verbindet Forschung, Technologie und Natur, um die Entwicklung neuer Huhnaromen in schwierigen wirtschaftlichen Zeiten weiter voranzutreiben. www.givaudan.com (Abfrage vom 07.10.2009)
- Global2000 und Lebensministerium: Broschüre Nanotechnologien
- Halliday, J. (2009): EFSA safety doubts over two more smoke flavours. www.foodnavigator.com (Abfrage vom 30.07.2009)
- Hogan, P.A.; Canning, R.P.; Peterson, P.A.; Johnson, R.A. and Michaels, A.S. (1998): A new option: Osmotic distillation. *Chemical engineering progress*
- Holzer, H. (2009): Aromen in Lebensmitteln. *Ernährung aktuell* 2/2009
- Innocente, B.N.; Biasutti, M. and Marchesini, G. (2009): Aroma retention capacity of different whey protein concentrates. *Milchwissenschaft* 64(3) 304-307
- Jesus, D.F.; Leite, M.F.; Silva, L.F.M.; Modesta, R.D.; Matta, V.M. and Cabral, L.M.C. (2007): Orange (*Citrus sinensis*) juice concentration by reverse osmosis. *Journal of food engineering* (81) 287-291
- Kilic, M. and Lindsay, R.C. (2004): Short communication: Utilization of sheep's milk cheese whey in the manufacture of an alkylphenol flavor concentrate. *J. Dairy Sci.* (87) 4001-4003
- Kjällstrand, J.; Ramnäs, O. and Petersson, G. (2000): Methoxyphenols from burning of Scandinavian forest plant materials. *Chemosphere* (41) 735-741
- Klein, S. und Zöller, T. (2009): Cyclodextrine- Wundertüten in Pharmazie und Alltag. *Pharmazeutische Zeitung online* (Abfrage 30.10.2009)
- Komes, D.; Lovric, T.; Ganic, K.K. and Gracin, L. (2003): Study of trehalose addition on aroma retention in dehydrated strawberry puree. *Food technology and biotechnology* 41(2) 111-119
- Krings, U.; Hapetta, D. and Berger, R.G. (2008): Bioconversion of beta-myrcene to perillene by *Pleurotus ostreatus*. *Biocatalysis and biotransformation* 26(4) 288-295
- Lambrich, U. and Schubert, H. (2005): Emulsification using microporous systems. *Journal of membrane sciences* (257) 76-84
- Laohakunjit, N. and Noomhorm, A. (2004): Supercritical carbon dioxide extraction of 2-acetyl-1-pyrroline and volatile components from pandan leaves. *Flavour Fragr. J.* (19) 251-259.
- Maggi, F.; Bilek, T.; Lucarini, D.; Papa, F.; Sagratini, G. and Vittori, S. (2009): *Melittis melissophyllum* L. subsp. *melissophyllum* (Lamiaceae) from central Italy: A new source of a mushroom-like flavour. *Food Chemistry* (113) 216-221
- Martino, A.; Schiraldi, C.; Di Lazzaro, A.; Fiume, I.; Spagna, G.; Pifferi, P.G. and De Rosa, M. (2000): Improvement of the flavour of Falanghina white wine using a purified glycosidase preparation from *Aspergillus niger*. *Process Biochemistry* (36) 93-102
- Medeiros, A.B.P.; Pandey, A.; Vandenberghe, L.P.S.; Pastore, G.M. and Soccol, C.R. (2006): Production and recovery of aroma compounds produced by solid-state fermentation using different adsorbents. *Food technology and biotechnology* 44(1) 47-51

- Merrett, N. (2008): Dairy flavourings designed for clean label sugar reduction. www.nutraingredients.com (Abfrage vom 06.10.2009)
- Muermann, B. (2009): Aromen. Behr's Verlag, Hamburg
- Nonier, M.F.; Vivas, N. and Vitry, C. (2005): Glycosidically bound flavour compounds in *Quercus petraea* Liebl. Wood. *Flavour Fragr. J.*
- Osorio, C.; Franco, M.S.; Castano, M.P.; Gonzalez-Miret, M.L.; Heredia, F.J. and Morales, A.L. (2007): Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. *Innovative food sciences and emerging technologies* 8(3) 353-359
- Ozyilmaz, G. and Gezer, E. (2009): Production of aroma esters by immobilized *Candida rugosa* and porcine pancreatic lipase into calcium alginate gel. *Journal of molecular catalysis B* (in press).
- Pan, J.; Wang, H.; Xie, H.; Yang, Y. and Zeng, Q. (2009): Effects of ultra high pressure treatment on main flavour compounds in orange juice. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese society of agricultural engineering* 25(5) 239-243.
- Phan, V.; Liao, Y.; Antille, N.; Sagalowicz, L.; Robert, F. and Godinot, N. (2008): Delayed volatile compound release properties of self-assembly structures in emulsions. *J. Agric. Food Chem.* (56) 1072-1077.
- Pierre, F.X.; Souchon, I. and Marin, M. (2001): Recovery of sulfur aroma compounds using membrane-based solvent extraction. *Journal of membrane science* (187) 239-253
- Pollien, P.; Ott, A.; Fay, L.B.; Maignial, L. and Chaintreau, A. (1998): Simultaneous distillation-extraction: preparative recovery of volatiles under mild conditions in batch or continuous operations. *Flavour Fragr. J.* (13) 413-423.
- Rout, P.K.; Naik, S.N.; Rao, Y.R.; Jadeja, G. and Maheshwari, R.C. (2007): Extraction and composition of volatiles from *Zanthoxylum rhesa*: Comparison of subcritical CO₂ and traditional processes. *Journal of supercritical fluids* (42) 334-341
- Rowe, D.J. (2005): *Chemistry and technology of flavors and fragrances*. Ed.: Blackwell Publishing Ltd, Oxford (UK)
- Schmidt, V. (2009): Kleine Helferlein der Erdbeere. *Die Presse* (07.06.2009)
- Scientific committee on food of the European commission (2001): Opinion of the scientific committee on food on methyleugenol (4-Allyl-1, 2-dimethoxybenzene)
- Sinha, A.K.; Sharma, U.K. and Sharma, N. (2008): A comprehensive review on vanilla flavor: Extraction, isolation and quantification of vanillin and other constituents. *International journal of food sciences and nutrition*, 59 (4) 299-326
- Suresh, B.; Ritu, T. and Ravishankar, G.A. (2003): Vanilla flavour production through biotransformation using *Capsicum frutescens* root cultures. *Biocatalysis and biotransformation* 21(6) 333-340
- Szente, L. and Szejtli, J. (2004): Cyclodextrins as food ingredients. *Trends in food science and technology* (15) 137-142.
- Tigrine-Kordjani, N.; Meklati, B.Y. and Chemat, F. (2006): Microwave dry distillation as a useful tool for extraction of edible essential oils. *International journal of aromatherapy* 16 (3-4) 141-147.
- Tondelier, C.; Benanou, D.; Thouvenot, T. and Genin, A. (2008): Novel on-tap passive sampling for odorous compounds in drinking water. *Water science and technology: Water supply* 8(2) 197-205.

- Torres, S.; Baigori, M.D.; Swathy, S.L.; Pandey, A. and Castro, G.R. (2009): Enzymatic synthesis of banana flavour (isoamyl acetate) by *Bacillus licheniformis* S-86 esterase. *Food research international* (42) 454-460.
- Uhlemann, J. und Reiß, I. (2009): Produkteigenschaften und Verfahrenstechnik am Beispiel der Aromen. *Chemie Ingenieur Technik* 81(4) 393-408.
- Vandanjon, L.; Cros, S.; Jaouen, P.; Quemeneur, F. and Bourseau, P. (2002): Recovery by nanofiltration and reverse osmosis of marine flavours from seafood cooking waters. *Desalination* (144) 379-385.
- Vanderhaegen, B.; Neven, H.; Coghe, S.; Verstrepen, K.J.; Derdelinckx, G. and Verachert, H. (2003): Bioflavoring and beer refermentation. *Appl Microbiol Biotechnol* (62) 140-150.
- Vendruscolo, F.; Albuquerque, P.M. and Streit, F. (2008): Apple pomace: A versatile substrate for biotechnological applications. *Critical reviews in biotechnology* (28) 1-12.
- Verordnung (EG) nr. 2065/2003 des europäischen Parlaments und des Rates vom 10. November 2003 über Raucharomen zur tatsächlichen oder beabsichtigten Verwendung in oder auf Lebensmitteln.
- Viladomat, F.G.; Souchon, I.; Athes, V. and Marin, M. (2006): Membrane air-stripping of aroma compounds. *Journal of membrane science* (277) 129-136
- Visinoni, F.; Chemat, F. and Smadja, J. (2006): Microwave extraction of volatile natural substances. EP-patent 1618798
- Yilmaztekin, M.; Erten, H. and Cabaroglu, T. (2008): Production of isoamyl acetate from sugar beet molasses by *Williopsis saturnus* var. *saturnus*. *J. Inst. Brew.* 114(1) 34-38.
- Yuliani, S.; Torley, P.J.; D'Arcy, B.; Nicholson, T. and Bhandari, B. (2006): Extrusion of mixtures of starch and D-limonene encapsulated with beta-cyclodextrin: Flavour retention and physical properties. *Food research international* (39) 318-331
- Zabetakis, I.; Koulentianos, A.; Orruno, E. and Boyes, I. (2000): The effect of high hydrostatic pressure on strawberry flavour compounds. *Food Chemistry* (71) 51-55.
- Zheng, L.; Zheng, P.; Sun, Z.; Bai, Y.; Wang, J. and Guo, X. (2007): Production of vanillin from waste residue of rice bran oil by *Aspergillus niger* and *Pycnoporus cinnabarinus*. *Bioresource Technology* (98) 1115-1119.

ENZYME

„Einer der Schlüssel, um eine bessere Balance zwischen dem heutigen Konsum und den natürlichen Ressourcen des Planeten zu finden, ist das Enzym“ (Steen Riisgaard, Novozymes).

1. Allgemeines

Das Kapitel Lebensmittelenzyme wurde schon 2007 im Forschungsbericht des Bundesministeriums für Gesundheit, Familie und Jugend der Sektion IV Band 3 [BMFG, 2007] genauer behandelt. Die folgenden Kapitel beinhalten Ergänzungen und Aktualisierungen jenes Reports sowie die Aspekte der neuen Verordnung über Lebensmittelenzyme.

1.1. Was sind Lebensmittelenzyme?

Ein Lebensmittelenzym ist laut Verordnung 1332/2008 ein Erzeugnis, das durch Extraktion aus Pflanzen oder Tieren oder durch ein Gärungsverfahren mit Mikroorganismen gewonnen wird, und das

- a) ein Enzym oder mehrere Enzyme enthält, die die Fähigkeit haben, eine spezifische biochemische Reaktion zu katalysieren und
- b) einem Lebensmittel zugesetzt wird, um eine technologische Funktion bei der Herstellung, Verarbeitung, Zubereitung, Behandlung, Verpackung, Beförderung, oder Lagerung von Lebensmitteln zu erfüllen.

1.2. Die neue EU-VO 1332/2008

Die neue Verordnung über Enzyme regelt die Verwendung von Lebensmittelenzymen erstmals auf gemeinschaftlicher Ebene und gilt für Enzyme, die einem Lebensmittel zur Erfüllung einer technologischen Funktion bei der Herstellung, Verarbeitung, Zubereitung, Behandlung, Verpackung, Beförderung oder Lagerung zugesetzt werden.

Enzyme, die zum Verzehr bestimmt sind, wie zum Beispiel Enzyme zur Verdauungsförderung, sowie Enzyme, die ausschließlich zur Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen und Verarbeitungshilfsstoffen verwendet werden, fallen nicht in den Anwendungsbereich der neuen Verordnung. Deklariert werden müssen nur jene Enzyme, welche eine technologische Funktion im Endprodukt (z.B.: Stabilisator, Konservierungsmittel, etc.) erfüllen.

Neu ist, dass eine Gemeinschaftsliste der Lebensmittelenzyme erstellt werden muss. Nur wenn ein Enzym in der Liste aufscheint, ist dieses zur Verwendung zulässig. Das bedeutet, dass Lebensmittel, die mit nicht aufgeführten Lebensmittelenzymen verarbeitet bzw. hergestellt worden sind, ihre Verkehrsfähigkeit verlieren. Bis zur Fertigstellung der Gemeinschaftsliste dürfen Lebensmittelenzyme nach dem Missbrauchsprinzip eingesetzt werden. Das Missbrauchsprinzip besagt, dass generell Lebensmittel hergestellt und in den Verkehr gebracht werden dürfen, solange ein bestimmtes Verhalten nicht ausdrücklich verboten ist, also alle im Verkehr mit Lebensmitteln Beteiligten frei sind, Lebensmittel in einer bestimmten Zusammensetzung, in einer bestimmten Art herzustellen und zu vertreiben.

In die Gemeinschaftsliste werden ausschließlich Enzyme aufgenommen, die gesundheitlich unbedenklich sind, für eine Verwendung bei Lebensmitteln technologisch notwendig sind und den Verbraucher nicht irreführen.

Die Regelungen für den Einsatz von Enzymen für bestimmte Bereiche wie z.B. für die Verwendung zur Wein-, Fruchtsaft- und Kaseinherstellung bleiben weiterhin anwendbar.

2. Lebensmittelenzyme

2.1. Enzyme in der EU

In folgender Tabelle sind die derzeit kommerziell in der EU verwendeten Enzyme aufgelistet. Ihre Anwendungen im Lebensmittelbereich (LM) reichen von der Getränkeindustrie über Backwaren bis hin zur Aromenherstellung. Manche werden jedoch auch für Futtermittel (FM) oder technische Anwendungen (z.B.: Waschmittel) eingesetzt.

Tab.2-1: Kommerzielle Enzyme in der EU und deren Anwendungen (Stand Juni 2009) [AMFEP, 2009] (x@: noch keine festgelegte EC-Nummer)

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
Acetolactate decarboxylase (alpha)	Abbau von Butteraroma	Getränke (Bier)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> or <i>subtilis</i>	<i>Bacillus</i> sp.	4.1.1.5	X		
			<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Enterobacter</i> sp.	4.1.1.5	X		
Acetylhexosaminidase (beta-L-N)	Abspaltung bestimmter Zuckerresten		<i>Streptomyces violaceoruber</i>	<i>Streptomyces</i> sp.	3.1.2.52	X		
Alginatlyase	hydrolysiert <i>Alginat</i> polymer	Schleimkontrollmittel	<i>Sphingobacterium multivorum</i>	-	4.2.2.3	X		
Aminoacylase	Hydrolisiert Dehydropeptide,	Herstellung von L-Aminosäuren	<i>Aspergillus melleus</i>	-	3.5.1.14			X
Aminopeptidase	Aromabildung	Käse, Getränke, Fleisch, Milch	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.4.11.x@	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	-	3.4.11.x@	X		X
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.4.11.x@	X		
Aminopeptidase	Hydrolyse der Peptidbindung	Futterzusatz (bessere Verwertung der Eiweiße in Futtermitteln für Ferkel oder Geflügel)	<i>Trichoderma reesei</i> or <i>longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	3.4.11.x@	X	X	X
AMP-deaminase	Abbau von AMP zu Inosinmonophosphat	Suppen, Gewürze	<i>Aspergillus melleus</i>	-	3.5.4.6	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	-	3.5.4.6	X		
Amylase (alpha)	Aufspaltung pflanzlicher Stärke, (Endoenzym)	Backwaren, Getränken, Stärkeverzuckerung	<i>Aspergillus niger</i> *	-	3.2.1.1	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	-	3.2.1.1	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> or <i>subtilis</i>	<i>Bacillus</i> sp.	3.2.1.1	X	X	X

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	-	3.2.1.1	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Thermoactinomyces sp.</i>	3.2.1.1	X	X	
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.1	X		X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	-	3.2.1.1	X		X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>	3.2.1.1	X		
			<i>Bacillus stearotherophilus</i>	-	3.2.1.1	X		X
			<i>Microbacterium imperiale</i>	-	3.2.1.1	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.1	X		X
Amylase (beta)/ Maltogene Amylase	Aufspaltung von Stärke (Exoenzym), Abspaltung von Maltose-Molekülen	Backwaren, Getränke, Stärkeverzuckerung	<i>Gerste</i>	-	3.2.1.2	X		
			<i>Soja</i>	-	3.2.1.2	X		
		Backwaren, Stärkeindustrie	<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.2	X		
Arabinanase	Abbau von Arabinan	Extrakterstellung	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.99	X	X	
Arabinofuranosidase	Pentosanase zum Abbau von Xylanmolekülen	Getränke, Backwaren	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.55	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.55	X		
Arylesterase	Spaltet Phenolester	Medizin	<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Mycobacterium sp.</i>	3.1.1.2			X
Ascorbatoxidase	katalysiert Oxidation von Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure	Obst- und Gemüseverarbeitung	<i>Cucurbita pepo</i>	-	1.10.3.3	X		
Asparaginase	Abbau von Asparagin (Vorläufer von Acrylamid)	Backwaren	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.5.1.1	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.5.1.1	X		
Carboxypeptidase (serine-type)			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.4.16.x	X		
Katalase	Aufspaltung von Wasserstoffperoxiden	Konservierung von Eiprodukten und Mayonnaise	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	1.11.1.6	X		X
			<i>Aspergillus niger</i>	-	1.11.1.6	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Scytalidium sp.</i>	1.11.1.6			X

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>Micrococcus luteus</i> or <i>lyso-deikticus</i>	-	1.11.1.6	X	X	X
Cellobiosedehydrogenase	Oxidation von Cellobiose zu Cellobionsäure	Backwaren	<i>Fusarium venenatum</i>	<i>Microdochium sp.</i>	1.1.99.18	X		
Cellulase	Aufspaltung von Cellulose	Futtermittelzusatz, Getränke- und Saftherstellung	<i>Aspergillus niger*</i>	-	3.2.1.4	X	X	
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Humicola sp.</i>	3.2.1.4			X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Myceliophthora sp.</i>	3.2.1.4			X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Thielavia sp.</i>	3.2.1.4			X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> or <i>subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.4			X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.4			X
			<i>Humicola insolens</i>	-	3.2.1.4			X
			<i>Penicillium funiculosum</i>	-	3.2.1.4	X	X	X
			<i>Penicillium</i> or <i>Talaromyces emersonii</i>	-	3.2.1.4	X		
			<i>Streptomyces lividans</i>	<i>Streptomyces sp.</i>	3.2.1.4			X
			<i>Trichoderma reesei</i> or <i>longibrachiatum</i>	-	3.2.1.4	X	X	X
			<i>Trichoderma reesei</i> or <i>longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	3.2.1.4	X	X	X
<i>Trichoderma viride</i>	-	3.2.1.4	X	X	X			
Chitinase	Baut Chitin (Zellwandbaustein) ab	Pilzbefallbekämpfung bei Weinreben	<i>Streptomyces violaceoruber</i>	<i>Streptomyces sp.</i>	3.2.1.14	X		
Cyclodextrin-glycanotransferase	Verknüpft Glucose zu Cyclodextrinen	Stärkeindustrie	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Thermoanaerobacter sp.</i>	2.4.1.19	X		
Dextranase	hydrolysiert die glycosidischen α -1,6-Bindungen des Dextrans (Endoenzym)	Zuckerindustrie, Stärkeindustrie	<i>Chaetomium erraticum</i>	-	3.2.1.11	X		X
			<i>Penicillium lilacinum</i>	-	3.2.1.11	X		
Dextransucrase	Synthetisiert Dextran	Zuckerindustrie, Stärkeindustrie	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	-	2.4.1.5	X		X
Esterase	Verseifung (Ester \rightarrow Alkohol und Säure)	Käseherstellung	<i>Rhizomucor miehei</i>	-	3.1.1.1	X		

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
Ferulsäureesterase	Verbesserung Teigstruktur und Wasserbindungsvermögen	Brot- und Backwaren	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.1.73	X		
			<i>Streptomyces werraensis</i>	-	3.1.1.73	X		X
Galactosidase (alpha)	Abbau von Galactose	Diätlebensmittel und Futtermittelzusatz	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.22	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.22		X	
			<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Guar plant</i>	3.2.1.22	X	X	
Glucanase (beta)	Aufspaltung von Glucanen, vor allem bei Gerste	Bier (in Deutschland und Österreich nicht erlaubt), Wein; Futtermittel	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.6	X	X	
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Thermoascus sp.</i>	3.2.1.6	X		
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.6	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	-	3.2.1.6	X	X	
			<i>Cellulosimicrobium cellulans</i>	-	3.2.1.6	X		
			<i>Disporotrichum dimorphosporum</i>	-	3.2.1.6	X		
			<i>Humicola insolens</i>	-	3.2.1.6	X	X	
			<i>Penicillium funiculosum</i>	-	3.2.1.6	X	X	
			<i>Penicillium or Talaromyces emersonii</i>	-	3.2.1.6	X		X
			<i>Trichoderma harzianum</i>	-	3.2.1.6	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	-	3.2.1.6	X	X	X
Glucoamylase oder Amyloglucosidase	Aufspaltung pflanzlicher Stärke	Backwaren, Getränke, Stärkeverzuckerung	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.3	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.3	X		X
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Talaromyces sp.</i>	3.2.1.3	X		X
			<i>Rhizopus niveus</i>	-	3.2.1.3	X		
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.2.1.3	X		
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.2.1.3	X		
			<i>Trichoderma reesei or lon-</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	3.2.1.3	X		X

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>gibrachiatum</i>					
Glucoseisomerase	Umwandlung von Glucose in Fructose	Stärkeindustrie	<i>Streptomyces murinus</i>	-	5.3.1.5	X		
			<i>Streptomyces olivochromogenes</i>	-	5.3.1.5	X		
			<i>Streptomyces rubiginosus</i>	<i>Streptomyces sp.</i>	5.3.1.5	X		X
Glucoseoxydase	Umwandlung von Glucose	Stärke, Backwaren, Getränke, Eiprodukte	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	1.1.3.4	X	X	X
			<i>Aspergillus niger</i>	-	1.1.3.4	X	X	X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	1.1.3.4	X		
			<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	1.1.3.4	X		
Alpha-Glucosidase (Maltase)	Spaltet Maltose	Getränke, Stärke	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.20	X		
Beta-Glucosidase	Spaltet β -1 \rightarrow 4-glycosidische Verbindungen	Getränke, Obst- und Gemüseverarbeitung	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.21	X	X	X
			<i>Penicillium multicolor</i>	-	3.2.1.21	X		
exo-1,3-beta - Glucosidase	Spaltet β -1 \rightarrow 3- glycosidische Verbindungen	Getränke	<i>Penicillium funiculosum</i>	-	3.2.1.58	X		
			<i>Trichoderma harzianum</i>	-	3.2.1.58	X		
Glucosyltransferase bzw. Transglucosidase		Stärke	<i>Aspergillus niger</i>	-	2.4.1.24	X		
Glutaminase	Spaltet Glutamat zu Glutamin	Käse, Fischverarbeitung, Fleisch	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.5.1.2	X		
			<i>Bacillus subtilis</i>	-	3.5.1.2	X		
Hemicellulase	Aufspaltung von Bestandteilen pflanzlicher Zellwände	Backwaren, Stärke, Spirituosen	<i>Aspergillus niger</i>	-	-	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	-	X	X	
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	-	-	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	-	-	X		
Hexoseoxidase	Umwandlung von Zuckern	Backwaren, Milchindustrie, Stärke	<i>Pichia angusta or Hansenula polymorpha</i>	<i>Chordrus sp.</i>	1.1.3.5	X		
Inulase	Spaltung von Inulin	Stärkeindustrie, Getränke	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.7	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.7	X		
Invertase oder Fructofuranosida-	Spaltung von Saccharose	Getränke, Zuckerindustrie,	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	3.2.1.26	X	X	

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
se (beta)	in Glucose und Fructose	Süßwaren						
Laccase	Umwandlung von Phenolen	Backwaren, Getränkeherstellung, Produkte zur Atemerfrischung	<i>Aspergillus niger</i>	-	1.10.3.2	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Myceliophthora sp.</i>	1.10.3.2	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Polyporus sp.</i>	1.10.3.2	X		X
			<i>Trametes hirsuta</i>	-	1.10.3.2	X		X
			<i>Trametes versicolor</i>	-	1.10.3.2	X		X
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Thielavia sp.</i>	1.10.3.2	X		X
Lactase oder Galactosidase (beta)	Aufspaltung von Milchzucker, Verbesserung der Konsistenz	Milchindustrie, Speiseeis, Diätprodukte	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.23	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	-	3.2.1.23	X		X
			<i>Bacillus circulans</i>	-	3.2.1.23	X		X
			<i>Kluyveromyces lactis</i>	<i>Kluyveromyces sp.</i>	3.2.1.23	X		
			<i>Kluyveromyces lactis</i>	-	3.2.1.23	X		
Lipase monoacylglycerol	Katalysiert die Reaktion von Monoacylglycerol zu Glycerin unter Abspaltung von freien Fettsäuren	Käse, Fette und Öle, Gewürze	<i>Penicillium camembertii</i>	-	3.1.1.23	X		
Lipase triacylglycerol	Hydrolyse von Lipiden	Milchprodukte, Backwaren, Fette, Gewürze, Suppenherstellung, Eiprodukte, Schokolade	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Candida sp.</i>	3.1.1.3	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Fusarium sp.</i>	3.1.1.3	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.1.3			X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Candida sp.</i>	3.1.1.3	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Fusarium sp.</i>	3.1.1.3	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Humicola sp.</i>	3.1.1.3			X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Rhizomucor sp.</i>	3.1.1.3	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Thermomyces sp.</i>	3.1.1.3	X		X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Aeromonas sp.</i>	3.1.1.3	X		
			<i>Calf gullets</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Candida lipolytica</i>	-	3.1.1.3	X		

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>Candida rugosa</i>	-	3.1.1.3	X		X
			<i>Goat gullets</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Lamb gullets</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Mucor javanicus</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Penicillium roqueforti</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Pichia angusta or Hansenula polymorpha</i>	<i>Fusarium sp.</i>	3.1.1.3	X		
			<i>Rhizomucor miehei</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Rhizopus niveus</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.1.1.3	X		
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.1.1.3	X		X
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.1.1.3	X	X	X
Lipoxygenase	Oxidiert mehrfach ungesättigte Fettsäuren mit zwei Sauerstoffatomen	Backwaren, Gewürze	<i>Escherichia coli</i>		1.13.11.12	X		
Lysozym	Spaltet β 1 \rightarrow 4-glycosidische Verbindungen, Konservierungsstoff	Getränke, Käse, Fleischverarbeitung, Milchverarbeitung,	<i>Chicken egg</i>	-	3.2.1.17	X		
Mannanase (endo-1.4-beta)	Aufspaltung von Mannanen	Stärkeindustrie, Getränke, Obst- und Gemüseverarbeitung, Futtermittel	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.78	X	X	
			<i>Bacillus halodurans or lentus</i>	-	3.2.1.78		X	X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.78			X
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	3.2.1.78		X	X
Organophosphatesterase		Pflanzenschutz, Insektizid	<i>Escherichia coli</i>	<i>Flavobacterium sp.</i>	3.1.8.1			X
Pectatlyase	Katalysiert Spaltung von Pectinketten	Pflanzenschutz	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	4.2.2.2			X
			<i>Bacillus subtilis</i>	-	4.2.2.2	X		X
Pectinlyase	Aufspaltung der Pectinketten zwischen zwei methylierten Galacturon-	Getränkeherstellung, Obst- und Gemüseverarbeitung,	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	4.2.2.10	X	X	X
			<i>Aspergillus niger</i>	-	4.2.2.10	X	X	
			<i>Aspergillus sojae</i>	-	4.2.2.10	X		

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
	säuren	Schokolade, Futtermittel	<i>Penicillium funiculosum</i>	-	4.2.2.10	X		
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	4.2.2.10	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	4.2.2.10	X	X	X
Pectinmethylesterase oder Pektinesterase	Aufspaltung von Pectinen	Getränkeherstellung, Obst- und Gemüseverarbeitung	<i>Aspergillus sojae</i>	-	3.1.1.11	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.1.11	X	X	
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.1.11	X	X	
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.1.11	X		X
			<i>Penicillium funiculosum</i>	-	3.1.1.11	X		
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.1.1.11	X		
Penicillinamidase	Hydrolyse von Benzylpenicillin	Penicillinherstellung	<i>Escherichia coli</i>	<i>Alcaligenes sp.</i>	3.5.1.11			X
Pentosanase	Abbau von Pentosanen	Backwaren	<i>Aspergillus niger</i>	-	-	X		
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	-	X		
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	-	-	X		
			<i>Humicola insolens</i>	-	-	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	-	-	X	X	
Peroxidase	Katalysieren Oxidationen mit Hilfe von Peroxiden	Molekularbiologie: Marker für Proteine	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Coprinus sp.</i>	1.11.1.7			X
			<i>Soybean hulls</i>	-	1.11.1.7	X		
Phosphodiesterase	Hydrolisiert Hefe-RNA zur Aromenbildung	Gewürzindustrie	<i>Leptographium procerum</i>	-	3.1.4.1	X		
			<i>Penicillium citrinum</i>	-	3.1.4.1	X		X
Phospholipase A	Spaltung und Modifikation von Fetten	Gewürze, Eiprodukte, Fette und Öle, Backwaren	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.1.4	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Schweine Pankreas</i>	3.1.1.4	X		X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Fusarium sp.</i>	3.1.1.4	X		
			<i>Ox pancreas</i>	-	3.1.1.4	X		

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>Pig pancreas</i>	-	3.1.1.4	X		
			<i>Streptomyces violaceoruber</i>	-	3.1.1.4	X		
			<i>Streptomyces violaceoruber</i>	<i>Streptomyces sp.</i>	3.1.1.4	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.1.4	X	X	X
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Thermomyces sp.</i>	3.1.1.4	X		X
Phospholipase B	Spaltung und Modifikation von Fetten	Fette, Stärkeindustrie, Backwaren	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.1.5	X	X	
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.1.5	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.1.5	X	X	
Phospholipase D	Spaltung und Modifikation von Fetten	Backwaren	<i>Streptomyces chromofuscus</i>	-	3.1.4.4			X
			<i>Streptomyces cinnamoneus</i>	-	3.1.4.4	X		
Phytase	Aufspaltung von Phytinsäure, Freisetzung von Phosphat	Stärkeindustrie, Futtermittel	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	<i>Escherichia sp.</i>	3.1.3.x		X	
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Buttiauxella sp.</i>	3.1.3.x			X
Phytase ***	Aufspaltung von Phytinsäure, Freisetzung von Phosphat	Getränke, Diät-LM, Stärkeindustrie	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.3.x	X		X
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.3.x	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Peniophora sp.</i>	3.1.3.x	X	X	
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.1.3.x		X	
Polygalacturonase or Pectinase	Aufspaltung von Pektinen	Getränke, Schokolade, Obst- und Gemüseverarbeitung	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.15	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.2.1.15	X	X	X
			<i>Rhizopus oryzae</i>	-	3.2.1.15	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.15	X	X	X
Protease (incl. milkclotting enzymes)	Abbau und Modifikation von Eiweißen	Backwaren, Stärkeindustrie, Fleisch- und Fischprodukte, Käseherstellung, Gewürze, Milchprodukte, Eiprodukte, Säuglingsnahrung, Aromenherstellung	<i>Actinida chinensis</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Ananas bracteatus</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Ananas comosus</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Aspergillus melleus</i>	-	3.4.2x.xx	X		X

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.4.2x.xx	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Calf stomach</i>	3.4.2x.xx	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Camel stomach</i>	3.4.2x.xx	X		
			<i>Aspergillus niger</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Rhizomucor sp.</i>	3.4.2x.xx	X		X
			<i>Aspergillus sojae</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Bacillus alcalophilus</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.4.2x.xx			X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Thermus sp.</i>	3.4.2x.xx	X		
			<i>Bacillus clausii</i>	-	3.4.2x.xx	X		X
			<i>Bacillus clausii</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.4.2x.xx			X
			<i>Bacillus halodurans or lentus</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.4.2x.xx			X
			<i>Bacillus halodurans or lentus</i>	-	3.4.2x.xx			X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.4.2x.xx			X
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Nocardiopsis sp.</i>	3.4.2x.xx	X	X	
			<i>Bacillus licheniformis</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Bacillus stearothermophilus</i>	-	3.4.2x.xx	X		X
			<i>Calf stomach</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Carica papaya</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Cryphonectria or Endothia parasitica</i>	<i>Cryphonectria sp.</i>	3.4.2x.xx	X		
			<i>Cryphonectria or Endothia parasitica</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Ficus glabrata</i>	-	3.4.2x.xx	X	X	X
			<i>Fusarium venenatum</i>	<i>Fusarium sp.</i>	3.4.2x.xx	X		X

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
			<i>Geobacillus caldoproteolyticus</i>	-	3.4.2x.xx	X		X
			<i>Goat stomach</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Kid stomach</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Kluyveromyces lactis</i>	<i>Calf stomach</i>	3.4.2x.xx	X		
			<i>Lamb stomach</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Ox stomach</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Pig pancreas</i>	-	3.4.2x.xx	X		X
			<i>Rhizomucor miehei</i>	-	3.4.2x.xx	X		X
			<i>Rhizopus niveus</i>	-	3.4.2x.xx	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	3.4.2x.xx	X		X
Proteinglutaminase	desaminiert Glutaminyl-Reste in Proteinen	Backwaren	<i>Chryseobacterium proteolyticum</i>	-	3.5.1.xx	X		
Pullulanase	Spaltung von Stärken	Backwaren, Getränke, Stärke- und Zuckerindustrie	<i>Bacillus acidopullulyticus</i>	-	3.2.1.41	X		
			<i>Bacillus brevis</i>	-	3.2.1.41	X		
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.41	X		X
			<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.41	X		
			<i>Klebsiella planticola</i>	-	3.2.1.41	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Hormoconis sp.</i>	3.2.1.41	X	X	
Sulphydroxydase	Eiweißvernetzung und Oxidation	Backwaren, Milch, Eiprodukte	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Saccharomyces sp.</i>	1.8.3.2	X		X
Tannase	spaltet Ester- und Pepsidbindungen in hydrolysierbaren Gallotanninen	Getränke, Schokolade, Obst- und Gemüseverarbeitung	<i>Aspergillus niger</i>	-	3.1.1.20	X	X	
Transglutaminase	Vernetzung von Eiweißen	Backwaren, Speiseeisherstellung, Milchprodukte, Fleisch- und Fischverarbeitung	<i>Streptovercillium mobaraense</i>	-	2.3.2.13	X	X	
Urease	Spaltet Harnstoff in Ammoniak und CO ₂	Getränke (Wein)	<i>Lactobacillus fermentum</i>	-	3.5.1.5	X		

Enzym	Wirkung	Anwendung im LM-Bereich	Wirtsorganismus	Donor	EC-Nummer	Verwendung bei		
						LM	FM	Tech
Xaa-Pro dipeptidase	Trennt Dipeptide mit einem Propyl-Rest an C-terminal und eine polare oder nonpolare Aminosäure N-terminal	Käse, Ei, Fisch, Fleisch, Gewürze	<i>Escherichia coli</i>	<i>Alteromonas sp.</i>	3.4.13.9			X
Xylanase	Aufspaltung von Bestandteilen pflanzlicher Zellwände	Backwaren, Stärkeindustrie, Getränke (Bier, Fruchtsaft)	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.8	X	X	
			<i>Aspergillus niger*</i>	-	3.2.1.8	X	X	
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	3.2.1.8	X		
			<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Thermomyces sp.</i>	3.2.1.8	X	X	
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.8	X	X	X
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	-	3.2.1.8	X		
			<i>Bacillus amyloliquefaciens or subtilis</i>	<i>Pseudoalteromonas sp.</i>	3.2.1.8	X		
			<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus sp.</i>	3.2.1.8	X		X
			<i>Disporotrichum dimorphosporum</i>	-	3.2.1.8	X		
			<i>Humicola insolens</i>	-	3.2.1.8	X	X	
			<i>Penicillium funiculosum</i>	-	3.2.1.8	X	X	
			<i>Penicillium or Talaromyces emersonii</i>	-	3.2.1.8	X		
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	-	3.2.1.8	X	X	
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	3.2.1.8	X	X	X
			<i>Trichoderma reesei or longibrachiatum</i>	<i>Actinomadura sp.</i>	3.2.1.8		X	
<i>Trichoderma viride</i>	-	3.2.1.8	X		X			

2.2. Enzymmarkt

Bei den angegebenen Zahlen zum Enzym-Weltmarkt gibt es sehr große Schwankungsbreiten. Sie liegen zwischen 1,5 bis 5 Milliarden US\$. Die Prognose für 2011 beträgt laut Freedonia Group 6 Milliarden US\$.

Bei den Anwendungsgebieten der Enzyme zeigt sich, dass die Lebensmittelbranche den Markt anteilmäßig dominiert, dicht gefolgt von der Wasch- und Reinigungsmittelindustrie (Abbildung 2-1).

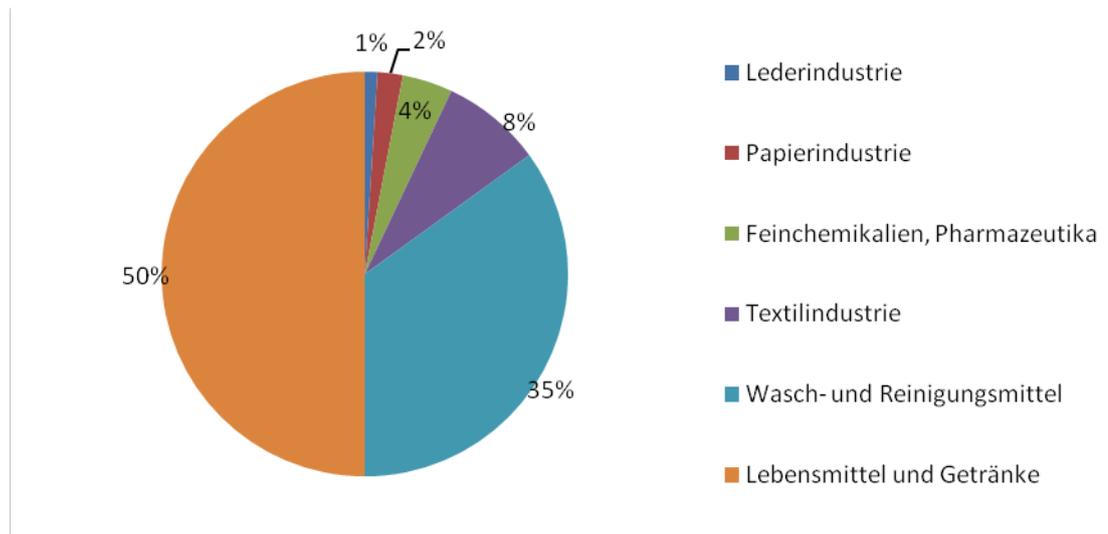


Abb. 2-1: Anteile des Weltmarkt der Enzyme [Braun, 2008]

In Abbildung 2-2 wird der Weltmarkt mit seinen verschiedenen Sparten wertmäßig in Millionen US-Dollar gezeigt. Hier wird deutlich, dass nicht – wie bei den Prozentangaben in Abbildung 2-1 - die Lebensmittelbranche den Markt beherrscht, sondern die Pharmaindustrie.

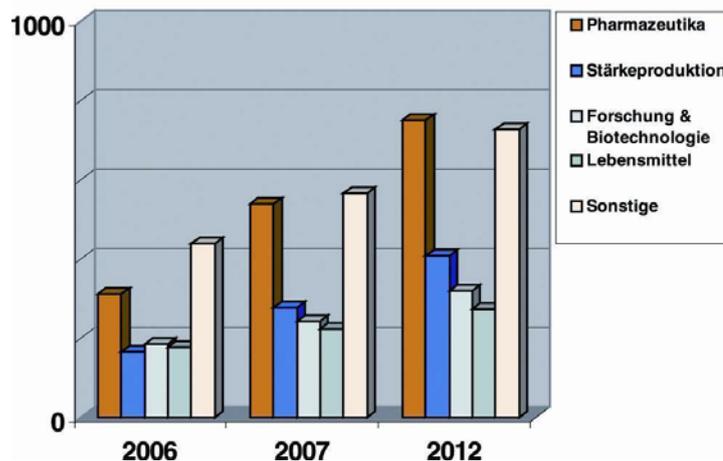


Abb. 2-2: Weltmarkt für Enzyme in den nächsten Jahren in Millionen US-Dollar [Braun, 2008]

Abbildung 2-3 zeigt eine ähnliche Grafik, aus der ebenfalls eine Steigerung des Enzymeinsatzes in allen Sparten in den nächsten Jahren hervorgeht.

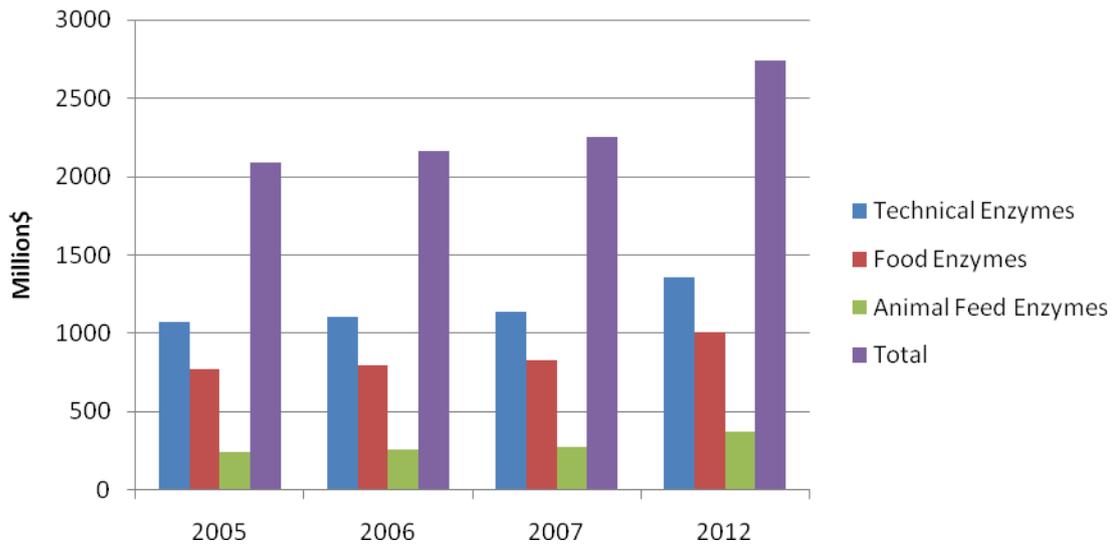


Abb. 2-3: Enzym-Weltmarkt in Millionen\$ [Thakore,2008]

Laut einem Report der Business Communications Company wird erwartet, dass der Europäische Enzymmarkt 2009 1,83 Milliarden Euro erreicht. Der Markt für in der Backwarenindustrie verwendete Enzyme betrug 2003 32,1 Millionen. Es wird aber erwartet, dass dieser Teilmarkt bis 2010 auf 52,3 Millionen Euro anwächst.

Beispiele für österreichische Enzymproduzenten sind EUCODIS mit Firmensitz in Wien und LACTOSAN mit Firmensitz in Kapfenberg. BioCatalytics, ein großer amerikanischer Enzymhersteller, hat in Österreich eine Zweigstelle in Graz-Grambach.

Laut Statistik Austria betrug 2008 die Ausfuhr von Lebensmittelenzymen 6.497 Tonnen.

In der EU gibt es einige große Konzerne, die Enzyme produzieren. Die Größten darunter sind: Novozymes, DSM, Danisco, Christian Hansen, AB Enzymes, Sternenzym, Cognis, etc.

Novozymes dominiert den Enzymmarkt mit 50-60 Prozent. Die amerikanische Firma Genencor, welche dem Konzern Danisco angehört, folgt an zweiter Stelle mit ungefähr 30 Prozent.

3. Trends und Innovationen im Lebensmittelenzymsektor

3.1. Innovative Lebensmittelenzyme und deren Anwendung

In Tabelle 3-1 sind einige Beispiele für innovative Lebensmittelenzyme aufgelistet. Wie schon im Report Lebensmittelenzyme [BMGF, 2007] erwähnt, nimmt zum Beispiel der Einsatz an Enzymen aus Extremophilen zu. In weiterer Folge werden einige spezielle Enzyme bzw. Enzymanwendungen höher erläutert.

Tab. 3-1: Beispiele für aktuelle Themen in der Forschung an Lebensmittelenzymen

Titel	Journal	Inhalt
Sources. Properties and suitability of new thermostable enzymes in food processing	Critical Reviews in Food Science & Nutrition. 46, (3): 197-205, 2006	Thermostabile Enzyme aus thermophilen und hyperthermophilen Mikroorganismen
New mashing enzymes	Deutsches Weinmagazin. 19, 8-10, 2005	2 neue Enzympräparate zur Weinherstellung (Trenolin Mash DF, Trenolin Thermo DF)
Production of trehalose by intramolecular transglucosylation of maltose catalysed by a new enzyme from <i>Thermus thermophilus</i> HB-8	Food Chemistry. 96, (1): 8-13, 2006	Trehalose synthase und alpha-glucosidase Aktivitäten in separaten Proteinfractionen von zellfreien Extrakten aus <i>T. thermophilus</i>
Enzymes from extreme ecosystems: applying their specific properties to food process	Cahiers de Nutrition et de Dietetique. 39, (6): 391-396, 2004	Enzyme aus extremen Umweltbedingungen im Einsatz von Milchwirtschaft, Futtermittel, Aromaherstellung, etc.
Specific xyloglucanases as a new class of polysaccharide-degrading enzymes	Biochimica et Biophysica Acta. 1674, (3): 268-281, 2004	Beschreibung von Xyloglucanasen aus <i>Aspergillus japonicus</i> , <i>Chrysosporium lucknowense</i> und <i>Trichoderma reesei</i>
Triclosan-lysozym complex: A promising antimicrobial macromolecule stable against photooxidative damage	Food Research international 42: 298-306, 2009	Verbindung Lysozyme (LZ) Triclosan (TCS) via elektrostatischer und hydrophobischer Kondensation bei alkal. pH
Expansion properties and	LWT-Food Science and	Einfluss von Protease und

Titel	Journal	Inhalt
ultrastructure of legumes: Effect of chemical and enzyme pre-treatments	Technology 42: 44-49, 2009	Natriumbicarbonat auf die Expansion von Leguminosen
Effect of α -amylase addition on fermentation of idli- a popular south Indian cereal-Legume-based snack food	LWT 41: 1053-1059, 2008	Herstellung eines indischen Frühstücksnacks durch Fermentation
Enzymatic polishing of rice- a new processing technology	LWT-Food Science and Technology 41: 2079-2084, 2008	Polieren von braunen Reis mittels Xylanase und Cellulase Enzyme
Recent trend in industrial microbiology	Current Opinion in Microbiology 11: 240-248, 2008	Trends in der industriellen Mikrobiologie
Laccase-generated tetramethoxy azobismethylene quinone (TMAMQ) as a tool for antioxidant activity measurement	Food Chemistry 118: 437-444, 2010	Messung des Antioxidativen Potential
Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey	International Journal of Biological Macromolecules Volume 45, Issue 5, 1 December 2009, Pages 437-447	Immobilisierungstechniken bei Molke-basierenden Produkten
Tests on new enzyme preparations. Liberation of aroma compounds in fruit mashes	Kleinbrennerei.61 (3): 12-14, 2009	Beta-glucosidase Präparate in Maische steigern Aroma Konzentration
Apple pomace extraction with new enzyme preparations	Fruit processing. 19 (3): 118-120, 122-125, 2009	Exzellente Ausbeuten wurden bei Apfeltrebern durch Einsatz von Pectinasen mit Cellulase und Beta-Glucanase erzielt.
The new generation of mashing enzymes	Fluessiges Obst. 75 (7): 334-335, 2008	Pectinaseeinsatz in der Apfelsaftproduktion
Influence of „Novarom G’ pectinase beta-glycosidase enzyme on the wine aroma of four white varieties	Food Science and Technology Internation. 14 (5): 95-102, 2008	Auswirkung des Einsatzes von Novarom G (Enzympräparat mit beta-Glycosidase) auf Aromakomposition und Sensorik von Wein
Developments in cheese	Internation Dairy Jour-	Kontrolle von

Titel	Journal	Inhalt
microbiology in New Zealand – use of starter and non-starter lactic acid bacteria and their enzymes in determining flavour	nal. 18: 705-713, 2008	Aromabildung im Käse
A new irreversible enzyme-aided esterification method in organic solvents	Biotechnology Letters. 30 (5): 925-928, 2008	Neue irreversible Veresterung mit Lipase von <i>Candida antarctica</i>
Less methanol by use of enzymes II. New research results	Kleinbrennerei. 59 (10):8-9, 2007	Auswirkungen der Addition von industriellen Enzymen zu Fruchtmaischen auf die Methanolkonzentration
Laccase: new functions for an old enzyme	Phytochemistry. 60 (6): 551-565, 2002	Neue Einsatzmöglichkeiten von Laccase

3.1.1. Proteinvernetzung

Ein aktuelles Thema sind Enzyme, welche Proteine vernetzen können.

3.1.1.1. Transglutaminase

Ein Beispiel für diese Enzyme ist die Transglutaminase. Diese ist in Zeiten der steigenden Gluten-Unverträglichkeit ein heißes Thema, da Transglutaminase die Klebereigenschaften von Gluten in Back-, Wurst- und Fleischwaren ersetzen kann.

Ebenso kann dieses Enzym anstatt von Phosphaten bei der Brühwurstherstellung zur Verbesserung des Wasserbindungsvermögens und zur Erhöhung der Ionenstärke eingesetzt werden [EBERHARD et al., 2009].

Weitere Anwendungsgebiete der Transglutaminase [ANONYM, 2009]:

- Texturverbesserung von Rohwurst, Brühwurst (mehr Bissfestigkeit, "knackige" Konsistenz, Erhalt der Saftigkeit) und Grillwurst (bessere Brateigenschaften)
- Verbesserung von Textur, Geschmack und Aroma des Hackfleisches für Hamburger
- Optimierung des industriellen Schneidens von Rohwurst und Kochschinken; bei Rohwurst wird die nötige Festigkeit in kürzerer Zeit erreicht
- Veredelung von Steaks und Schnitzeln: "Verkleben" von einzelnen Fleischabschnitten (siehe Abbildung 3-1)[MOTOKI, 1998]
- Herstellung von geformtem Fleisch, das aus kleinen Fleischstücken zusammengefügt wird ("Pizzaschinken")
- Veredelung von Fisch und Fischprodukten; auch Verkleben der Fischabschnitte zur Herstellung von Surimi oder Fischpaste
- Optimierung der Konsistenz von Milchprodukten wie Joghurt und Topfen; bei der Herstellung von fettfreien Joghurts. Das Enzym verbessert die Textur sowie Wasserhaltevermögen dieser Produkte und täuscht die Empfindung eines höheren Fettgehaltes vor.
- Verbesserung von Textur und Haltbarkeit von Tofu aus Sojabohnen

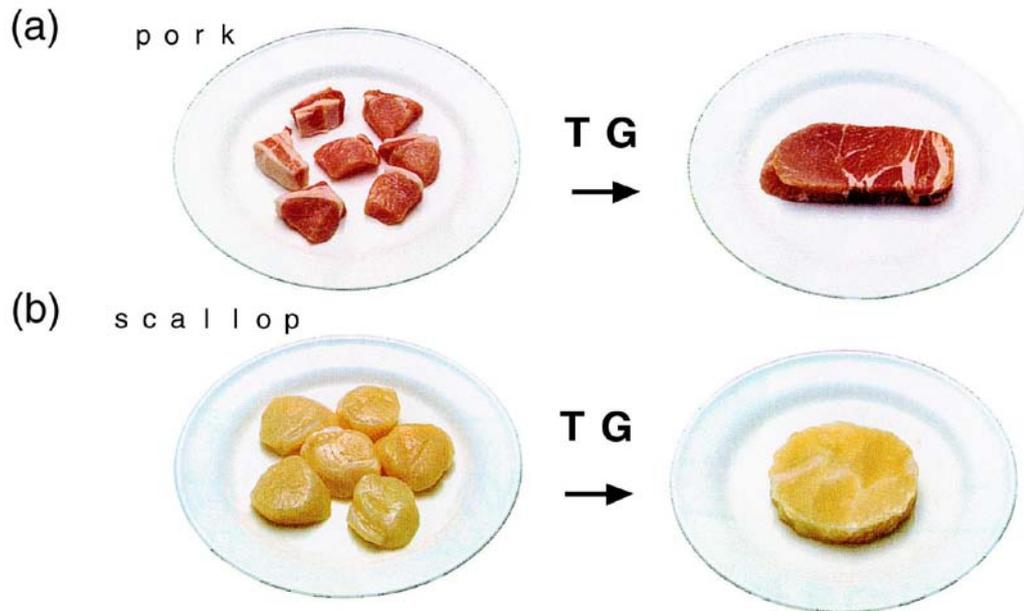


Abb. 3-1: Anwendungen von Transglutaminase (a), Schweinefleischstücke werden zu einem Steak verklebt, (b) Jakobsmuscheln werden zu einem neuen Produkt verbunden [MOTOKI et al., 1998]

3.1.1.2. Thrombin und Fibrinogen

Fibrimax ist ein neues Präparat der Firma Sonac bestehend aus Fibrinogen in Kombination mit dem Enzym Thrombin (natürlich aus Blut gewonnen), das ebenso wie Transglutaminase für das Verkleben von Proteinen verwendet werden kann. Dieser Vorgang entspricht hier dem der Wundheilung.

Angewandt wird Fibrimax bei Fleisch unterschiedlicher Herkunft, Fisch, Wild, Press-Schinken, Filets, Schnitzel, Döner und Rouladen. Es hat einen positiven Einfluss auf Saftigkeit v.a. von Schulterfleisch und es verringert die Gewichtserniedrigung nach dem Braten bzw. dem Frieren. Deklariert sollen diese Produkte laut Codex-Unterkommission mit „*combined meat (fish) parts*“ werden.

Einflussfaktoren für das Fibrinogen/Thrombin-Verhältnis sind der Bindegewebsanteil und der pH-Wert [MATHUR et al., 1993].

3.1.2. Laktoseabbau

Tabelle 3-1 zeigt Beispiele der am europäischen Markt erhältlichen Enzyme Lactase und Lactoseoxidase.

Tab. 3-2: Beispiele für am europäischen Markt erhältliche Lebensmittelenzyme im Bereich Laktoseabbau

Name	Firma	am Markt seit	Enzym	Funktion
<i>Lactoyield™</i>	Novozymes/Chr. Hansen	2007	Lactose oxidase	Wandelt Lactose in Lactobionsäure um

<i>Maxilact® LGX</i>	DSM	2009	Lactase aus <i>Kluyveromyces lactis</i>	Spaltet Lactose in Glucose und Galactose
<i>Sternenzym Lactase</i>	Sternenzym	n.a.	Lactase	Spaltet Lactose in Glucose und Galactose

3.1.2.1. Lactase

Viele Menschen beziehungsweise auch ganze Völker leiden an Lactoseintoleranz. Ihnen fehlt das Enzym Lactase bzw. es ist bei ihnen nur mangelhaft vorhanden. Lactase zersetzt den Milchzucker im Dünndarm in Glucose und Galactose. Fehlt einem Menschen also dieses Enzym, kann er Lactose nicht verdauen und bekommt Beschwerden im Magen-/ Darmtrakt.

Die Industrie und Wissenschaft versuchen schon seit einiger Zeit diese Problematik durch Herstellung von lactosefreien Produkten zu lösen. Tatsächlich gibt es schon zahlreiche lactosefreie Milchprodukte auf dem Markt.

2009 brachte DSM „Maxilact® LGX“ auf den Markt. Der Ringier-Technology-Innovationspreisträger 2009 kann den Geschmack nach leicht Verdorbenen reduzieren, welcher sich am Ende der Haltbarkeitsdauer von lactosefreien Produkten bilden kann.

Ardy van Erp, Produktmanager für Milchenzyme bei DSM Food Specialties, sagt zu dem Thema Laktase: „Eine stetig zunehmende Kundebasis sucht nach lactosearmen und lactosefreien Produkten. Viele Menschen passen ihre Ernährung in Hinblick auf die Verbesserung der Gesundheit und des eigenen Wohlbefindens an. Manche wünschen sich eine leichtere Verdauung, und Personen mit einer Lactoseunverträglichkeit begrüßen natürlich den Trend hin zu wenig Laktose – was alles zu einem wachsenden Markt führt“ [Maxilact, Presseaussendung].

Andere Lactasen werden zur Intensivierung der milcheigenen Süße sowie zur Verbesserung der Konsistenz bei Speiseeis, Milchprodukten und Schokoladenerzeugnissen und zur Weiterverarbeitung der bei der Käseherstellung anfallenden Molke verwendet. Die Lactase setzt den Milchzucker der Molke in ein süßliches Gemisch aus Glucose und Galactose um. Dieses Produkt wird raffiniert und zu einem Sirup mit honigähnlichem Geschmack konzentriert, der in der industriellen Süßwarenherstellung zahlreiche Anwendungen findet (Deklaration: Milchzucker; Molkenerzeugnis) [ANONYM, 2009].

3.1.2.2. Lactoseoxidase

Lactoseoxidase (z.B.: LactoYIELD™) wandelt in einem enzymatischen Prozess Lactose in Lactobionsäure (LBA) um. Hierbei handelt es sich um eine Enzymanwendung, die innerhalb und außerhalb des Nahrungsmittelsektors einzigartige Gelegenheiten eröffnet.

„Chr. Hansen und Novozymes haben gemeinsam einen Prozess zur industriellen Anwendung von Lactoseoxidase entwickelt, einem Mitglied der Cellobioseoxidase-Enzymklasse“, erklärt Per Munk Nielsen, Senior Science Manager, Novozymes. „Das patentrechtlich geschützte Enzym und der damit verknüpfte enzymatische Prozess erlauben die 100-prozentige Umwandlung der bei Großproduzenten von Käse reichlich verfügbaren Laktose in LBA. Bis heute wurde LBA durch kostspielige, nicht-enzymatische chemische Reaktionen und hauptsächlich im Pharma- und Kosmetikbereich produziert.“

„Dieser neue patentrechtlich geschützte Prozess ermöglicht die kosteneffektive Herstellung großer Mengen von LBA aus dem Molkestrom innerhalb eines Käse verarbeitenden Betriebs“, erklärt Hans Christian Bejder, Marketing Director, Chr. Hansen. „LBA kann bei der Herstellung von Pizzakäse als Trockenmasse zugegeben werden, ohne die Eigenschaften des

Käses zu beeinflussen. Mit anderen Worten gewinnt Lactose den gleichen Wert wie Käsetrockenmasse. Die Rentabilität dieser Anwendung ist sehr hoch, so dass sich selbst bei geringen Produktionsvolumen von Pizzakäse die Investitionen schnell bezahlt machen.“

Der Vorteil für die Käsereien liegt in der Differenz zwischen dem Pizzakäse-Preis und dem Marktpreis für Lactose. LBA in Pizzakäse bietet die Gelegenheit, einen deutlich höheren Wert für den Käsehersteller zu schaffen, als es der Verkauf reiner Lactose könnte.

„Derzeit ist der Wert von Lactosepulver etwa 15mal niedriger als der Wert von Pizzakäse-Trockenmasse. Die Hersteller von Pizzakäse erzielen aus dem gleichen Volumen Milch mehr Käse und steigern gleichzeitig den Wert ihrer Molke. Würde man dieses Konzept auf die jährlich weltweit produzierten 2,5 Millionen Tonnen Pizzakäse anwenden, könnten aus der heute dafür verwendeten Milchmenge 100.000 zusätzliche Tonnen Käse hergestellt werden.“

Innerhalb und außerhalb des Nahrungsmittelsektors gibt es zahlreiche weitere potenzielle Anwendungen von enzymatisch erzeugter LBA, darunter:

- Andere Käsesorten neben Pizzakäse: Preiswerte Trockenmasse auf Milchbasis für die Verwendung in anderen Käsesorten
- Speiseeis: Potenzielle Verbesserung der Schmelzfähigkeit und Ersatz von Magermilchpulver
- Milch und andere Getränke: Die Salze der LBA wie Ca-LBA und K-LBA sind in wässrigen Lösungen hoch löslich und damit interessante Kandidaten für die mineralische Anreicherung von Milch, Softdrinks und Säften
- Fleischindustrie: Geringerer Wasserverlust bei Fleischprodukten während des Gefrier- bzw. Auftauprozesses und des Kochens
- Pharmazeutischer Gebrauch: LBA besitzt eine einzigartige Funktion auf der Zelloberfläche

[SØNDERGAARD, 2009]

3.1.3. Reduktion von Acrylamid

Vor einigen Jahren entdeckte man zum ersten Mal den kanzerogenen Stoff Acrylamid in einer Reihe von hitzebehandelten Lebensmitteln wie Pommes frites, Chips und Kaffee. Hochtemperaturprozesse sind in der industriellen Herstellung von Lebensmittel häufig (Backen, Frittieren, Grillen, etc.). Bei Temperaturen über 100°C entsteht aus Asparagin und niedermolekularen Kohlenhydraten, insbesondere Glucose, Acrylamid.

Das Enzym Asparaginase wandelt Asparagin in Asparaginsäure um. Bei einer Zugabe dieses Lebensmittelenzyms ist dann beim Erhitzen kaum mehr Asparagin vorhanden und dadurch wird der Acrylamidgehalt um 50 bis 90 Prozent reduziert. [PEDRESCHI et al.,2008]

In Tabelle 3-2 sind einige bereits auf dem Markt befindliche, technische Asparaginasepräparate angeführt.

Im November 2006 erhielt Novozymes die schriftliche Zustimmung der FDA in Bezug auf den allgemein als sicher erachteten Status (GRAS) des Asparaginase-Enzyms. Im Juni wurde Acrylaway von den dänischen Behörden zugelassen und ist dadurch das erste Asparaginase, das von einer nationalen EU-Behörde als sicher eingestuft wurde. Zudem wurde Acrylaway zum ersten international evaluierten Asparaginase-Produkt, als es im Juni auf einem Treffen des Gemeinsamen Ausschusses aus FAO/WHO-Experten eine positive Bewertung erhielt [ANONYM, 2007].

Die meisten Chipshersteller nutzen Acrylaway aber im Moment noch nicht. Sie müssten ihre Kartoffelscheiben dafür jedoch lediglich vor dem Frittieren in das Asparaginasebad tauchen.

Tab. 3-3: Beispiele für Asparaginase-Präparaten am derzeitigen europäischen Markt

Name	Firma	Organismus	Am Markt seit
<i>Acrylaway</i>	Novozymes	<i>Aspergillus oryzae</i>	2007
<i>PreventASe™</i>	DSM	GVO- <i>Aspergillus niger</i>	2007
<i>4-less Acryl</i>	c-Lecta	n.a.	2009

3.1.4. Laccase

Laccase ist ein Enzym zur Umwandlung von Phenolen in Chinone und Wasser. Das Enzym ist natürlicherweise in Obst und Gemüse, Pilzen, Gewürzen, Tee und Kaffee enthalten und ist dort beispielsweise für die Braunfärbung von geschälten Früchten verantwortlich.

Die Enzymherstellung kann zum Beispiel aus Reststoffen der Orangensaftherstellung [GIESE et al., 2008] erfolgen, oder aber auch aus Abfallstoffen der Papierindustrie [WINQUIST et al., 2008].

Laccase kann potentiell für folgende Zwecke verwendet werden:

- Korkenbehandlung von Weinflaschen zur Vermeidung des Korkgeschmacks [LÖSCHE, 2000]
- Apfelsaft: Entfernung von off-flavors [SCHROEDER et al., 2008]
- In Produkten zur Atemerfrischung, etwa mit Pfefferminz oder Kaugummi. Die bei der Oxidation entstehenden Chinone reagieren mit bestimmten Schwefelverbindungen, die in der Mundhöhle üble Gerüche verursachen. [ANONYM, 2009]
- In Bier zur Verhinderung der Bildung eines bestimmten Fremdaromas und zur Verbesserung der Lagerstabilität. [MATHIASSEN, 1995], [ROSSI, 1988]
- In Wein zur Entfernung von Phenolen aus dem Most von weißen Weintrauben während der Klärung des Weins. [MINUSSI et al., 1998]
- Zur Bräunung von Lebensmitteln wie Kaffee, Kakao und Tee. [transgen, 2009]
- In Teig und Backwaren zur Stärkung der Glutenstruktur. [SI et al., 1994], [MINUSSI et al., 2002]

3.2. Innovative Technologien

3.2.1. Enzymentwicklung

Das Thema Enzymherstellung wurde schon im Forschungsbericht „Lebensmittelenzyme in der EU - Herstellung, Anwendungen, Marktsituation und rechtliche Regelungen“ [BMFG, 007] ausführlich behandelt.

Die generellen Technologien zur Enzymproduktion sind:

- mikrobielle Produktion
- Isolierung
- Immobilisierung

- Gentechnisch:
 - Crosslinking
 - Proteindesign

Tabelle 3-4 zeigt einen winzigen Ausschnitt aus der aktuellen Forschung zur Methodenentwicklung von Lebensmittelenzymen.

Tab. 3-4: Beispiele für innovative Methoden zur Entwicklung von Lebensmittelenzymen

Titel	Journal	Inhalt
Use of a new catabolite repression resistant promoter isolated from <i>Bacillus subtilis</i> KCC103 for hyper-production of recombinant enzymes	Protein Expression and Purification, article in press, 2009	α -Amylase, Xylanase, Cellulase
High pressure enhancement of enzymes: A review	Enzyme and Microbial Technology 45 (2009) 331–347	Stabilisierung und Aktivierung von Enzymen
Enzyme synthesis of oligosaccharides using cashew apple juice as substrate	Bioresource Technology 100 (2009) 5574–5580	Herstellung von Dextranucrase
Recent patents on transglutaminase production and applications: A brief review	<i>Recent Patents on Biotechnology</i> 3 (3), pp. 166-174, 2009	Transglutaminaseproduktion
A novel method using immuno-affinity chromatography for isolating from soybean proteins	Food Chemistry 117: 371-374, 2009	Isolierung von β -Conglycinin
Enzymatic hydrogelation to immobilize an enzyme for high activity and stability	Soft Matter. 4 (3): 550-553, 2008	Neue Methode zur Immobilisierung eines Enzyms mittels enzymatischer Hydrogelation
Enzymes having alpha amylase activity and methods of use thereof	United States Patent. US 7 407 677 B2; 2008	Alpha-Amylasen und Methoden zur Entwicklung neuer Enzyme
Exploration of metagenomes for new enzymes useful in food biotechnology	Polish Journal of Food & Nutrition Sciences. 58 (1): 11-22, 2008	Genomanalyse
Plant cell calcium-rich environment enhances thermostability of recombinantly produced α -amylase from the hyperthermophilic bacterium <i>Thermotoga maritima</i>	Biotechnology and Bioengineering, Volume 104 Issue 5, p. 947-956, 2009	Hyperthermophile α -Amylase aus <i>Thermotoga maritima</i>

3.2.1.1. Innovatives Trennverfahren: Elektrofiltration

Die Elektrofiltration wird in der Enzymproduktion – vor allem bei der Biomasseabtrennung und Enzymkonzentrierung - eingesetzt.

Um die bei einer Elektrofiltration unvermeidbaren Nebeneffekte, wie das Entstehen von Elektrolysegas in den Griff zu bekommen, wurde eine zweiseitige Elektrofiltration mit gespülten Elektroden entwickelt, bei der sich gezeigt hat, dass bei einer Mikrofiltration von Xanthan über 90 % der Filtratmasse durch die Kathodenseite fließt. Das negativ geladene Xanthan wandert elektrophoretisch zur Anode, so dass die kathodenseitige Membran fast keinen hinderlichen Filterkuchen trägt. Durch die höhere erreichbare Endkonzentration können bei der Biomasseabtrennung deutlich geringere Produktverluste erreicht werden, und bei der Enzymaufkonzentrierung kann ein evtl. nötiger Verdampfungsschritt eingespart werden. Somit lässt sich durch die Elektrofiltration der Gesamtprozess vereinfachen und damit ökonomischer gestalten.

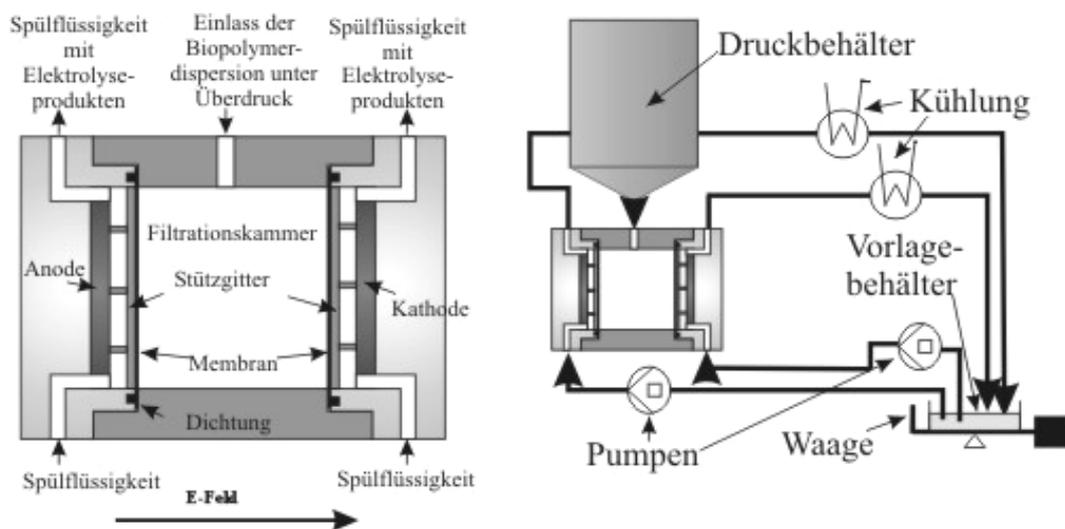


Abb. 3-2: Aufbau der zweiseitigen Elektrofiltrationskammer; Anlagenaufbau [KÄPPLER, 2006]

Die Filterkammer, in welche die zu filtrierende Dispersion unter Überdruck gepresst wird, ist auf beiden Seiten von einer Membran begrenzt (Abbildung 3-2). Je nach Anwendungsfall können hier Ultra- oder Mikrofiltrationsmembranen eingesetzt werden. Hinter den Membranen befindet sich eine Spülkammer, welche die Elektroden von der Membran trennt. Diese wird von einer puffernden Flüssigkeit durchspült, wodurch pH-Gradienten vermieden und Elektrolysegas entfernt werden und eine Temperierung des Systems einfach möglich wird. Die Spülflüssigkeiten von Anoden- und Kathodenseite werden in ein Filtratsammelsystem zusammengeführt. Filtratmasse, Spannung und Stromstärke werden online erfasst.

Für die Nutzung der Elektrofiltration ist die Frage nach eventuell auftretenden Denaturierungen durch das elektrische Feld wichtig. Hier konnte bei Versuchen, in denen ein direkter Kontakt zwischen Enzym und Elektrode vorhanden war, kein Verlust an aktivem Enzym festgestellt werden. Jedoch ist jede Messung mit gewissen Fehlern behaftet, was dazu führt, dass Veränderungen des Enzyms im Prozent- bzw. Promille-Bereich nicht definitiv auszuschließen sind.

Im Bereich hoher benötigter Endkonzentrationen ist die Elektrofiltration somit eine Option, bei ausreichendem Filtratflux noch Wertprodukt zu gewinnen [KÄPPLER, 2006].

3.2.2. Produktionsüberwachung

Henkel entwickelte 2006 in Kooperation mit der Universität Göttingen einen DNA-Chip zur Kontrolle der industriellen Fermentationsprozesse.

Beim DNA-Chip handelt es sich um ein Hochdurchsatzverfahren – dies bedeutet, dass die gleichzeitige Analyse einer großen Anzahl von Genen oder Genprodukten möglich ist. Der DNA-Chip besteht aus Glas oder Kunststoff. Er ist in mehrere kleine Felder unterteilt, auf denen je ein bestimmtes Gen fixiert ist und somit dessen Position auf dem Chip („DNA-Array“) genau festgelegt ist. Alle etwa 4.000 Gene eines Produktionsstamms können darauf positioniert werden. Um die biologischen Vorgänge in den Bakterien während der Fermentation zu untersuchen, entnehmen die Forscher in bestimmten Zeitabständen Proben und analysieren sie mithilfe der DNA-Chips. Spezifische Wechselwirkungen von Bestandteilen der Probe mit gebundenem Material auf dem Array werden über eine Farbreaktion sichtbar gemacht. Das Ergebnis ist eine Momentaufnahme vom Zustand der Bakterien. Anschließend werden die Daten mit Methoden der Bioinformatik statistisch ausgewertet, um eine zuverlässigere Aussage über das Ergebnis des Experiments zu erhalten. Allerdings dauert diese Analyse bis zu fünf Tage und ist daher für eine schnelle Analyse des Fermentationsprozesses ungeeignet [Henkel, 2009].

4. Sicherheitsaspekte bei der Verwendung von Enzymen

4.1. Safety-Guidelines und Kontrollen

Über die Handhabung und Sicherheit von Lebensmittelenzymen wurden schon vor längerer Zeit Guidelines herausgebracht:

- Determining the safety of enzymes used in food processing [Pariza, 1983]
- Guidelines for the Presentation of Data on Food Enzymes [SCF,1992]
- General Specifications for Enzyme Preparations Used in Food Processing [Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1990]
- Guidelines for the safety assessment of microbial enzymes used in food [BATTERSHILL, 1993]
- Evaluating the Safety of Microbial Enzyme Preparations Used in Food Processing: Update for a New Century [PARIZA, 2001]

Diese besagen, dass Lebensmittelenzyme von Natur aus sicher sind. Ihr Augenmerk legen sie dabei auf Nebenprodukte, die während der Fermentation entstehen können.

In „Safety Regulations of Food Enzymes“ [SPÖK, 2006] wird bemängelt, dass die meisten Lebensmittelenzyme in der EU weder auf einer Gemeinschaftsebene noch auf nationaler Ebene sicherheitsbewertet werden. Der Autor hofft, dass durch die neue Verordnung dieses Problem gelöst wird.

Im Jahr 2009 wurde - gemeinsam mit der Enzymverordnung - eine Leitlinie der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) veröffentlicht (Guidance on the Submission of a Dossier on Food Enzymes for Safety Evaluation by the Scientific Panel of Food Contact Material, Enzymes, Flavours and Processing Aids). Diese beschreibt die Information, die von den Betrieben vorgelegt werden sollte, damit eine Sicherheitsbewertung der Lebensmittelenzyme durchführbar ist. Die Informationen müssen physikalische und chemische Eigenschaften beinhalten sowie die Durchführung der toxikologischen Prüfungen. Aus diesen Daten versucht die EFSA eine Sicherheitseinstufung der Ausgangsstoffe, des Herstellungsprozesses und der ernährungsbedingten Exposition vorzunehmen.

Ebenfalls 2009 wurde ein Guide (Guide to the safe handling of microbial enzyme preparations) für den sicheren Umgang mit Enzympräparaten von der AMFEP, der Association of Manufacturers and Formulators of Enzyme Products, veröffentlicht. Er beinhaltet mögliche Risiken, deren Vermeidung sowie die Maßnahmen im Falle von Unfällen mit Enzymen in der Industrie.

4.2. Schwerpunkt Gesundheit

Auslöser einer allergischen Überreaktion des Immunsystems kann jede Art von Protein - also auch ein Enzym - sein. Häufig wird befürchtet, dass mit einem vermehrten Einsatz von Enzymen Allergien zunehmen könnten. Inzwischen stehen Verfahren zur Verfügung, mit denen das allergene Potential eines Enzyms vor einer Vermarktung abgeschätzt werden kann. Dazu wird beispielsweise die Molekülstruktur des betreffenden Enzyms mit der von bekannten Allergenen verglichen.

Enzym-Allergien sind weitaus häufiger, wenn diese als Stäube über die Lunge aufgenommen werden. Allergien, bei denen der Kontakt über das Verdauungssystem erfolgt, sind offenbar seltener. In der Studie von BINDSLEV-JENSEN et al. (2006) wurde bewiesen, dass eine orale Aufnahme kommerzieller Lebensmittelenzyme in einer normalen täglichen Dosis keine Auswirkungen auf alle Studienteilnehmer hatte, während einige Probanden einen positiven Skin Prick Test sowie einen positiven Histamin-release aufwiesen.

Bäcker entwickeln häufig Allergien gegen bestimmte Enzyme, die in den verwendeten Backmischungen enthalten sind und die sie als Stäube einatmen [BAUR, 1999].

In der Anfangszeit der industriellen Nutzung von (Waschmittel-) Enzymen litten viele Arbeitskräfte in den Produktionsstätten unter Allergien und Hautreizungen. Verantwortlich dafür waren die Enzymstäube [ANONYM, 2009]. Dies kann heutzutage durch eine Verkapselung der Enzyme vermindert, jedoch nicht gänzlich verhindert werden [VANHANEN, 2000].

Die Form, in der das jeweilige Enzym in einem Lebensmittel vorhanden ist, hat einen großen Einfluss auf die gesundheitliche Sicherheit. In einigen Fällen ist das verwendete Enzym im verzehrfertigen Lebensmittel noch aktiv. Vielfach ist das Enzym jedoch inaktiv, da es durch die Verarbeitung und Zubereitung zum Beispiel durch hohe Temperaturen beim Backvorgang inaktiviert wird. Immobilisierte Enzyme sind fest an einen Träger gebunden. Sie verändern zwar die Lebensmittelzutaten und wirken von außen ein, gehen jedoch nicht in diese über.

Die im Einzelfall unterschiedliche Verarbeitung und Zubereitung der jeweiligen Lebensmittel muss bei der Sicherheitsbewertung von Enzymen berücksichtigt werden [ANONYM, 2009].

In der folgenden Tabelle 4-1 [SPÖK, 2006] werden Enzyme und die von diesen verursachten beobachtete Allergien aufgelistet. In der Lebensmittelindustrie von Bedeutung sind hier Amylasen, Cellulasen und Hemicellulasen. SANDER et al. (2006) testeten die Allergenität von α -Amylase aus *Aspergillus oryzae* in Brot und kamen zu dem Entschluss, dass diese als Allergen nicht ausgeschlossen werden kann. Über die „Gefährlichkeit“ von Papain streitet sich noch die Wissenschaft. Einerseits wird es als teratogen, abortiv betitelt [SCHILCHER et al., 2007] andererseits wird es als völlig harmlos eingestuft [SCHMIDT, 1995]. Eine Sicherheitsevaluierung des Enzyms Phosphodiesterase aus *Penicillium citrinum* zur Herstellung von Geschmacksverstärkern aus Hefen wurde von KONDO et al. (2001) durchgeführt, welche bestätigte, dass dieses Enzympräparat in der Produktion für Arbeiter und Konsumenten sicher ist.

Tab. 4-1: Berichtete Auswirkungen von Enzymen in der Biotechindustrie (CA: Kontaktallergie, CU: Nesselsucht, n.r.: ohne Angabe, RA: Atemwegserkrankungen) [SPÖK, 2006]

Industriesektor/ Enzym	Berichtete Effekte		Industriesektor/ Enzym	Berichtete Effekte	
	Haut	Atemwege		Haut	Atemwege
<i>Stärkeindustrie und Backwaren</i>			<i>Proteinindustrie</i>		
α -Amylase	CA, CU	RA	Papain	CA	RA
Amyloglucosidase	n.r.	RA	Pancreatic proteina- se	n.r.	RA
Proteases	CA	RA	<i>Futtermittelindustrie</i>		
<i>Milchwirtschaft</i>			Cellulasen	CA, CU	RA

Industriesektor/ Enzym	Berichtete Effekte		Industriesektor/ Enzym	Berichtete Effekte	
	Haut	Atemwege		Haut	Atemwege
Proteases	CA	RA	Hemicellulasen	CA, CU	RA
Lipases	n.r.	RA	Proteases	CA	RA
Papain	CU	RA	Amylases	CA, CU	RA
Trypsin	CU	RA	Phytase	CU	RA
Chymotrypsin	n.r.	RA	<i>Pharmazeutika</i>		
<i>Lebensmittelindustrie</i>			Chymotrypsin	n.r.	RA
Amylases	CA, CU	RA	Trypsin	CU	RA
Cellulasen	CA, CU	RA			
Hemicellulasen	CA, CU	RA			

4.3. Gentechnik und Enzyme

In der Lebensmittelindustrie werden weltweit ca. vierzig bis fünfzig Prozent aller verwendeten Enzyme mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen hergestellt.

Im Bereich Stärkeverzuckerung werden mehr als die Hälfte der eingesetzten Enzyme mit Hilfe von GVO hergestellt. Am europäischen Markt wird nur hier ein großer Bereich an GVO-hergestellten Enzymen verwendet im Gegensatz zum amerikanischen Markt (Tabelle 4-2), wo im Bereich Stärke, Käse und Backwaren diese Enzyme den Markt dominieren. In Europa ist das Thema GVO sehr umstritten und wird eher wenig angenommen. Dabei lassen die vielen Vorteile die Enzyme, die mithilfe von GVOs hergestellt wurden, sehr attraktiv erscheinen (Tabelle 4-3).

90 Prozent der österreichischen Konsumenten lehnen prinzipiell Gentechnik ab [Quelle: Greenpeace]. Die österreichische Industrie reagiert darauf und verkauft daher keine kennzeichnungspflichtigen Gentech-Lebensmittel. Mithilfe von gv-Mikroorganismen hergestellte Enzyme müssen nicht speziell gekennzeichnet werden. Enzyme aus GVO (z.B. aus genetisch veränderten Pflanzen) sind gemäß Verordnung 1829/2003 entsprechend zu kennzeichnen, sofern sie als Zutaten gelten.

Tab. 4-2: Geschätzte Anteile der Anwendung von Enzymen aus gentechnisch veränderten Mikroorganismen in der Lebensmittelverarbeitung [MENRAD et al., 2003]

Lebensmittelsegment	EU	US
Stärke	65%	65%
Käse	25%	90%
Backwaren	10-20%	70-80%
Fruchtsäfte	<10%	<10%
Wein, Bier	<10%	<10%

Laut Aussage der Fa. Novozymes ist davon auszugehen, dass alle Enzyme, die in der Lebensmittelherstellung eingesetzt werden, in wenigen Jahren mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen hergestellt werden. Gründe hierfür sind die höhere Reinheit und die höhere Ausbeute der gewonnenen Enzyme, die Kostensenkung in der Produktion und die Ressourcenschonung [ANONYM, 2009].

Tab. 4-3: Vorteile gentechnisch hergestellter Enzyme

Verfügbarkeit von Enzymen	Einige Enzyme, die natürlicherweise nur in Pflanzen, Tieren oder seltenen Mikroorganismen produziert werden, können nur mit gentechnischen Verfahren wirtschaftlich lohnend hergestellt werden.
Effizienzverbesserung	Ein Enzym kann derart verändert werden, dass es effektiver arbeitet und höhere Stoffwechsellleistungen erbringt bzw. kostengünstigere Rohstoffe umsetzt.
Reduktion des hygienischen Risikos	Ein Enzym kann viel reiner aus einem Mikroorganismus statt aus seinem ursprünglichen Wirtsorganismus gewonnen werden, so ist zum Beispiel gentechnisch hergestelltes Chymosin zu 98% rein und das aus Kälbermägen gewonnene nur zu 75%.
Erhöhung der Prozesssicherheit	Ein Enzym kann nicht in dem ursprünglichen Mikroorganismus hergestellt werden, wenn dieser nicht für den Einsatz im Lebensmittelbereich geeignet ist.
Ökonomischere Produktion	Die Prozesszeit kann verkürzt bzw. die Ressourcen während des Herstellungsprozesses eingespart werden.

Umweltschonendere Produktion	Ressourcen können eingespart und der Abfall reduziert werden.
-------------------------------------	---

4.3.1. Wann und wie wird Gentechnologie bei der Enzymherstellung eingesetzt?

Der Einsatz von Gentechnik bei der Enzymherstellung kann durch mehrere Verfahren und aus vielen Gründen erfolgen. Drei Beispiele sind folgend aufgelistet:

Fall 1: Das passende Enzym wurde zwar gefunden, kann jedoch nur mittels gentechnischer Verfahren in größeren Mengen hergestellt werden.

Verfahren 1: In diesem Fall könnte der Mikroorganismus so verändert werden, dass er mehrere Kopien des Gens enthält, welches das Enzym produziert, wodurch die Produktionsrate erhöht wird (Homologer Gentransfer(arteigener Gentransfer)).

Beispiel 1: Xylanase, ein Enzym, das das Aufgehen des Brotteigs beim Backen verbessert, wird auf diese Weise hergestellt.

Fall 2: Das passende Enzym wurde zwar gefunden, der Organismus ist aber für die Produktion des Enzyms in großen Mengen ungeeignet. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn der Mikroorganismus im Fermenter nicht gut wächst, sich beim Einsatz von Lebensmitteln nicht als sicher erweist oder wenn das Enzym nur in Pflanzen oder Tieren vorkommt.

Verfahren2: In diesem Fall wird das Gen, das das Enzym produziert, in einen anderen Wirtsorganismus eingeführt, dessen Sicherheit und Produktivität erwiesen sind (Heterologer Gentransfer (artfremder Gentransfer)).

Beispiel 2: Chymosin für die Fällung von Milcheiweiß bei der Käseherstellung kann in einem Mikroorganismus hergestellt werden, so dass auf die herkömmliche Quelle - den Magen von Milchkälbern - nicht länger zurückgegriffen werden muss.

Fall 3: Ein Enzym erfüllt die meisten, jedoch nicht alle erwünschten Funktionen. Beispielsweise könnte das Enzym in einer heißen, kalten oder stark sauren Umgebung schlecht funktionieren.

Verfahren 3: Hier bedarf es hochspezifischer und gezielter Veränderungen im Gen, welches das Enzym produziert. Genmodifikation („protein engineering“).

Beispiel 3: Ein Enzym, das Stärke in einen Süßstoff mit hohem Fruchtzuckergehalt umwandelt, der in der Natur in Honig und Früchten vorkommt, wurde auf diese Weise hergestellt.

[AMFEP, Dezember 1995]

4.4. Weiße Biotechnologie

Der Ausdruck „Weiße Biotechnologie“ gewinnt immer mehr an Bedeutung. Bei der weißen (industriellen) Biotechnologie werden chemische Prozesse durch den Einsatz von Mikroorganismen, Enzymen oder anderen Produktionssystemen optimiert oder ersetzt. Die Produkte werden großtechnisch in geschlossenen Systemen hergestellt.

In der weißen Biotechnologie werden Organismen oder einzelne Biomoleküle als Grundlagen für die industrielle Produktion verwendet (Abbildung 4-1), was sie von der roten Biotechnologie (medizinisch-pharmazeutische Biotechnologie) und der grünen Biotechnologie (landwirtschaftlich-pflanzliche Biotechnologie) abgrenzt.

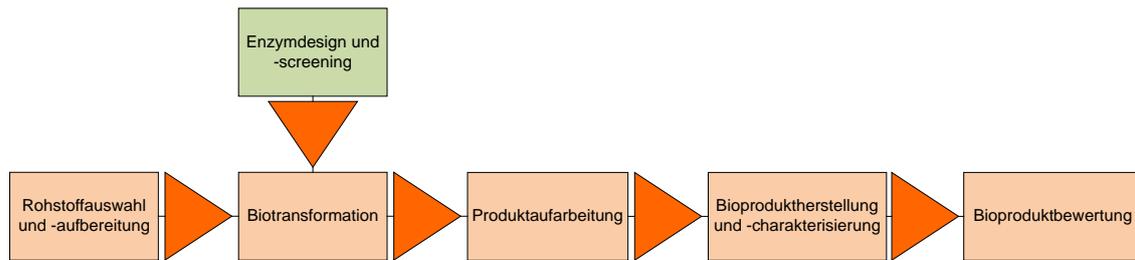


Abb. 4-1: Prozesskette der weißen/industriellen Biotechnologie [FISCHER et al., 2004]

Laut einer Studie von McKinsey&Company wird die weiße Biotechnologie verschiedene Bereiche der chemischen Industrie signifikant verändern. Zurzeit machen biologische Prozesse gerade einmal 5% der gesamten Produktionsprozesse aus. Bis 2010 sollen es 10 bis 20% sein. Heute beläuft sich der Markt von chemischen Produkten, die mit Hilfe von biotechnologischen Prozessen hergestellt werden, auf 50 Milliarden Dollar. Bis Ende dieses Jahrzehnts soll sich dieser Markt mehr als verdreifachen und auf 160 Milliarden Dollar steigen [MÜNDLE, 2006].

4.5. Food grade expression

Eine aktuell diskutierte Technologie ist die food-grade expression. „Food-grade“ beschreibt den Status „für den Menschen zum Verzehr geeignet“. Bakterien, meist Milchsäurebakterien, sind dann food-grade, wenn

- sie keine resistenten Antibiotika-Marker besitzen.
Jedoch hat man in letzter Zeit herausgefunden, dass jahrzehntelang verwendete Starterkulturen in der Milchindustrie Resistenzgene besitzen. Man könnte sich deshalb fragen, ob dann das Joghurt, das wir essen, nicht mehr food-grade ist?!
- keine heterologen Gene eingebracht werden, weder in Form von Plasmiden noch Integrationen ins Chromosom.
- keine gerichtete Modifikation mit Hilfe von modernen gentechnischen Methoden auf genomischer Ebene vorgenommen wurde.

Durch zufällige chemische Modifikationen darf das Genom verändert werden. Man muss aber auch Jahre screenen, damit man hier verbesserte Stämme findet. Dadurch kann man aber nur die Expressionsleistungen von bereits vorhandenen Genen verbessern, jedoch nie ein neues Gen einbringen.

Die Firma MoBiTec GmbH bietet in Kollaboration mit der niederländischen Firma NIZO zum Thema Food grade expression das patentierte Genexpressionssystem NICE® für *Lactococcus lactis* an. Das effektive und einfach handhabbare NICE® System - abgeleitet von Nisin Controlled gene Expression system - verwendet mit *Lactococcus lactis* einen Wirtsstamm, welcher in der modernen Biotechnologie in zunehmendem Maße für die Produktion rekombinanter Proteine im Bereich Nahrung, Pharmazie und Biokatalyse verwendet wird. Mit entsprechendem Wirtsstamm ist es perfekt geeignet für die so genannte Food Grade Protein Expression, da Endotoxine und auch Inclusion Bodies vermieden werden [Pressemitteilung, Mobitec].

4.6. Reinheit

Grundsätzlich haben Enzyme, die biotechnisch gewonnen werden, einen höheren Reinheitsgrad als solche, die aus tierischen oder pflanzlichen Geweben extrahiert wurden.

Der Nachteil der gereinigten Enzyme sind die hohen Kosten (Abbildung 4-2). Deshalb werden in der Industrie Mischtypen mit der gerade nötigen und nicht der optimalsten Reinheit verwendet.

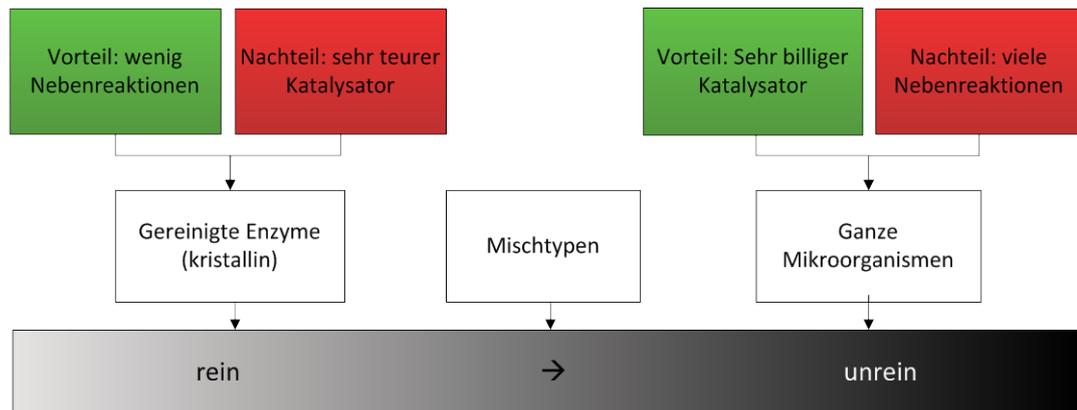


Abb. 4-2: Reinheit der Enzyme (Quelle: www.orgc.tugraz.at/opp1/katalyse_sw.pdf)

4.7. Kennzeichnung

Erstmals wird durch die neue EU-Enzymverordnung eine einheitliche Regelung der Kennzeichnung festgelegt. In Zukunft müssen Enzyme als Zutaten von Lebensmitteln angeführt werden, wenn sie dort eine technologische Wirkung besitzen (z.B.: Lysozym als Konservierungsmittel). Sie werden dann den Zusatzstoffen gleichgestellt. Die meisten Enzyme gelten jedoch als technische Hilfsstoffe, die nicht unter die Deklarationspflicht fallen. Nach alter Regelung mussten nur die zwei Enzyme Lysozym und Invertase im Zutatenverzeichnis angegeben werden.

Die Verordnung unterscheidet zwischen den Vorschriften der Kennzeichnung für Enzyme und Enzymzubereitungen, die zur Abgabe an Weiterverarbeiter und denen, die für den Endverbraucher bestimmt sind.

Enzyme für Weiterverkauf

- Hinweis „nicht für den Verkauf im Einzelhandel“
- Alle Angaben gut sichtbar, unverwischbar und leicht verständlich

Enzyme für Endverbraucher

- Bezeichnung des Lebensmittelenzyms laut Gemeinschaftsliste
- Hinweis „für Lebensmittel“ oder „für Lebensmittel, begrenzte Verwendung“ und alternativ der Verwendungszweck
- Angabe zur Kennzeichnung der Partie
- Gebrauchsanweisung (falls erforderlich)
- Ggf. Hinweise zur Lagerung

- Höchstwerte (falls erforderlich)
- Name oder Firma und Anschrift des Herstellers, Verpackers oder Verkäufers
- Nettofüllmenge
- Mindest- bzw. Verbrauchsdatum
- Angaben zur Aktivität

5. Auswirkungen des FIAP

Dieses Kapitel soll einen Überblick aus den Berichten und Stellungnahmen von Enzymherstellern und -anwendern, Experten und einschlägigen Organisationen zusammengetragene Reaktionen, Meinungen und Befürchtungen über die Auswirkungen der neuen Enzymverordnung bieten.

5.1. Die Regelungen

5.1.1. Umsetzung und Überwachung der VO

Für die Wirtschaft ist die Problematik noch viel zu weit entfernt. Sie muss frühestens erst 2013 richtig aktiv werden. Zu diesem Zeitpunkt dürfen dann nur noch Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden, die mit Enzymen hergestellt worden sind, die von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) positiv auf ihre Sicherheit bewertet und in der Gemeinschaftsliste aufgenommen sind. Ihre wissenschaftlichen Stellungnahmen sind Grundlage für die Entscheidung der EU-Kommission nach einer Beratung mit den Mitgliedsstaaten und dem EU-Parlament.

Die Regulation betrifft gegenwärtig hauptsächlich Enzymproduzenten und –vertreiber, erst ab 2013 auch die Lebensmittelhersteller [persönliche Mitteilung, JANY, Okt. 2009].

Die Gemeinschaftsliste der Enzyme muss folgende Punkte umfassen:

- Bezeichnung des Lebensmittelenzyms
- seine Spezifikationen insbesondere Herkunft, Reinheit und die mögliche Herstellung mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen
- die Lebensmittel, denen das Enzym zugesetzt werden darf
- die Bedingungen, unter den es verwendet werden darf
- Verkaufsbeschränkungen
- spezifische Anforderungen in Bezug auf die Kennzeichnung von Lebensmitteln

5.1.2. Übergangszeit

Die Verordnung ist am 20. Januar 2009 in Kraft getreten. Um alle erforderlichen Unterlagen und Informationen für die Risikobewertung der Lebensmittelenzyme vorzulegen, haben die Enzymproduzenten zwei Jahre Zeit.

In Augenschein der EFSA werden nicht nur jene Enzyme genommen, die neu eingeführt werden sollen, sondern auch solche, die sich bereits am Markt befinden. Nach Schätzung der AMFEP (Verband der Enzymhersteller) wird die erste Gemeinschaftsliste 2013 veröffentlicht. Bis dahin gelten die alten nationalen Vorschriften.

Die Vorschriften zur Kennzeichnung von Lebensmittelenzymen müssen spätestens Jänner 2010 angewendet werden. Fertigerzeugnisse, die bis zu diesem Zeitpunkt bereits in Verkehr gebracht oder gekennzeichnet wurden, dürfen bis zum Ablauf ihres Mindesthaltbarkeitsdatums verkauft werden.

5.2. Folgen für Enzymproduzenten

5.2.1. Allgemeines

Grundsätzlich sehen große Enzymproduzenten dem Verordnungsprozedere gelassen entgegen. Sie sehen eine Vereinheitlichung des Marktes und eine gewisse Durchsichtigkeit. Die Verreiber von Enzymen und -präparaten müssen ihre Produkte fast bis zur Rezeptur der Enzymmischungen umfassend kennzeichnen, wenn diese für Weiterverarbeiter gedacht sind.

5.2.2. Unklarheiten und Interpretationsspielraum

Manche Firmen könnten um ihre Wettbewerbsposition fürchten, da sie bei der Antragstellung zur Aufnahme in die Gemeinschaftsliste vertrauliche Daten weitergeben müssen. Grundsätzlich werden als nicht vertraulich eingestuft:

- Name und Anschrift des Antragstellers
- Bezeichnung, Beschreibung und Verwendungsbedingungen des Stoffes
- Sicherheitsrelevante Informationen über Stoffe
- Analysemethoden

Die Entscheidung des Vertraulichkeitscharakters der angegebenen Informationen obliegt der Kommission. Ist der Antragsteller mit der Entscheidung der Kommission nicht einverstanden, kann er den Antrag zurückziehen [WECK, 2009].

5.2.3. Kostenaufwand

Die großen Enzymhersteller in Europa nehmen die neue Verordnung mit dem Zulassungsverfahren durchaus positiv auf. Sie erhoffen sich dadurch eine Marktverkleinerung, da kleine Betriebe und asiatischen Unternehmen aus Kostengründen für die Sicherheitsbewertung aus dem Markt gedrängt werden könnten.

5.3. Folgen für Enzymanwender

Zusätzliche Kosten bringt die Enzymverordnung den Lebensmittelproduzenten keine. Wie schon erwähnt, müssen nur jene Enzyme gekennzeichnet werden, die im Endprodukt noch aktiv sind (d.h. als Zusatzstoff agieren). Deshalb wird auch die Zutatenliste eines Lebensmittelproduktes nicht auffallend geändert werden.

5.4. Folgen für Konsumenten

Die Kennzeichnung ändert sich für den Verbraucher nicht. Er wird letztlich keine gravierenden Änderungen auf der Zutatenliste in Bezug auf Enzyme feststellen.

6. Literatur Enzyme

Aehle, W. (2007): *Enzymes in Industry – Production and Applications*, Wiley-VCH, Leiden, Holland

AMFEP (2004): Amfep fact sheet on transglutaminase, AMFEP/04/19

AMFEP (2009): Guide to the safe handling of microbial enzyme preparations

Battershill (1993): Guidelines for the safety assessment of microbial enzymes used in food, *Food Additives & Contaminants: Part A, Volume 10, Issue 5 September 1993*, pages 479 – 488

Baur, X. (1999): Baker's asthma: causes and prevention, *Int Arch Occup Environ Health* 72: p.292-296, SpringerVerlag

Bindslev-Jensen (2006): Investigation on possible allergenicity of 19 different commercial enzymes used in food industry, *Food and Chemical Toxicology* 44, p.1909-1915

Braun, M.; Teichert, O. und Zweck, A. (2008): Übersichtsstudie: Biokatalyse in der industriellen Produktion, VDI Technologiezentrum, Düsseldorf

De Vos, W.M. (1999): Safe and sustainable systems for food-grade fermentations by genetically modified lactic acid bacteria, *International Dairy Journal* 9, 3-10

Eberhard, P.; Schlüchter S., Guggisberg, D. und Hadorn, R.(2009): Transglutaminase als Phosphatersatz in Brühwürsten, *Agroscope: Ernährungswissenschaft*, 15.April 2009, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Bern

Fischer, R. und Hirth T. (2004): Vom Biokatalysator zum Produkt –industrielle Biotechnologie in der Fraunhofer-Gesellschaft, *Fraunhofer Jahresbericht 2004*

Flechter, A. (2007): Novozymes continues food enzyme market growth <http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/Novozymes-continues-food-enzyme-market-growth>, 30.01.2007

Giese, E.C., Dekker, R.f.H.; Barbosa, A.M. (2008): Orange bagasse as substrate for the production of pectinase and laccase by *Botryosphaeria rhodina* MAMB-05 in submerged and solid state fermentation, *BioResources*, Volume 3, Issue 2, p.335-345

Guidance on the Submission of a Dossier on Food Enzymes for Safety Evaluation by the Scientific Panel of Food Contact Material, *Enzymes, Flavourings and Processing Aids*

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (1990): *General Specifications for Enzyme Preparations Used in Food Processing*, New York, United Nations

Käppler, T., Hofmann, R. und Posten C. (2006): Elektrofiltration – Einsatzgebiet Enzymproduktion, *Chemie Ingenieur Technik* 2006, 78, No. 3

Kiesewetter, I. (2009): Pressemitteilung c-Lecta vom 20.7.2009, Neues Enzym zur Reduktion von Acrylamid

Kondo, M.; Nishimura, S.; Tanaka, N.; Flood, M. (2001): Safety evaluation of Phosphodiesterase produced from *Penicillium citrinum*: Summary of toxicological data, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 33, p.2-11

Latgé, J. (1999): *Aspergillus fumigatus* and Aspergillosis, *Clinical Microbiology Reviews*, April 1999, p. 310-350, Vol. 12, No. 2 0893-8512/99

Lösche, Klaus (2000): *Enzyme in der Lebensmitteltechnologie*, Behr's Verlag, Hamburg, ISBN 3-86022640-1

- Mathiasen, Thomas (1995) Laccase and Beer Storage Patent WO95/21240 (A2)
- Mathur, A., Schlapkohl, W. and Cera, E. (1993): Thrombin-Fibrinogen Interaction: pH Dependence and Effects of the Slow-Fast Transition *Biochemistry* 1993, 32, 7568-7573
- Mendrad, K. et al. (2003): *Gentechnik in der Landwirtschaft, Pflanzenzucht und Lebensmittelproduktion*, Physica Verlag, 2003
- Minussi, R. C., Pastore, G. M. & Duran, N. (1998): Phenol removal and stabilization of red wine in the presence of laccase from *Trametes versicolor*. In Brazilian Meeting on the Chemistry of Food and Beverages, Sao Carlos- Brazil, Abstr. 10
- Morello, E., Bermúdez-Humarán, L.G., Llull, D., Solé, V., Miraglio, N., Langella, P., Poquet, I. (2008): *Lactococcus lactis*, an efficient cell factory for recombinant protein production and secretion, *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* 14(1-3) p.48-58
- MOTOKI et al., 1998, Transglutaminase and its use for food processing, *Trends in Food Science & Technology* 9, 204-210
- Mündle, T. (2006): *Weißer Biotechnologie*, Dialog Gentechnik, www.dialog-gentechnik.at/index.php?id=10015124, 02.08.2009
- Anonym (2007): chemiereport, www.chemiereport.de, 31. August 2007
- N.N. (2009):<http://www.freedoniagroup.com/World-Enzymes.html>
- Henkel (2009): Genaktivität als Kontrollfunktion, www.henkel.com,
- Maxilact (2009): Maxilact, Presseausendung
http://www.dsm.com/le/en_US/maxilact/html/home.htm
- Anonym (2009): www.transgen.de, 10.06.09, 23.8.09, 24.09.09
- Pariza and Johnson (2001): Evaluating the Safety of Microbial Enzyme Preparations Used in Food Processing: Update for a New Century, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 33,173-186
- Pariza, M.W. und Foster E.M. (1983): Determining the safety of enzymes used in food processing, *FoodProtection* 46: p.453-468.
- Pedreschi, F.; Kaack, K. und Granby, K. (2008):The effect of asparaginase on acrylamid formation in French fries, *Food Chemistry* 109, 2008, 386-392
- Rosana Minussi, C.; Gláucia M. Pastore and Nelson Durány (2002): Potential applications of laccase in the food industry , *Trends in Food Science & Technology* 13, p.205–216
- Rossi, M., Giovanelli, G., Cantarelli, C., und Brenna, O. (1988): Effects of laccase and other enzymes on barley wort phenolics as a possible treatment to prevent haze in beer. *Bulletin de Liaison-Groupe Polyphenols*, 14, 85–88
- S, Joan (1994): Use of Laccases for Baking, Patent US6296883 (A1)
- SANDER et al. (2000): Is fungal alpha-amylase in bread an allergen?, *Clinical and Experimental Allergy*, Volume 30, p. 560-565
- Schilcher, H.; Kammerer, S.; Wegener, T. (2007): *Leitfaden Phytotherapie*, Urban&Fischer, 3. Auflage, München, ISBN 978-3-437-55342-4
- Schmidt, H. (1995): Effect of Papain on different phases of prenatal ontogenesis in rats, *Reproductive Toxicology*, Vol 9, No. 1, pp. 49-55

Schroeder, M.; Pöllinger-Zierler, B.; Aichernig, N.; Siegmund, B.; Guebitz, G.M. (2008): Enzymatic removal of off-flavors from apple juice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Volume 56, Issue 7, p. 2485-2489

Scientific Committee on Food (1992): Guidelines for the Presentation of Data on Food Enzymes, *Food, Science and Techniques: Reports of the Scientific Committee for Food* pp. 13–22

Søndergaard, U. (2009): Pressemitteilung Chr. Hansen, 27.02.09, Lactoyield, http://www.chr-hansen.de/presse/news_single/article/meisterleistung-der-daenischen-biotech-allianz-im-enzymbereich.html

SPÖK, A. (2006): Safety Regulations of Food Enzymes, *Food Technol. Biotechnol.* 44 (2) p.197-209

Thakore, Yatin (2008): Report ID: BIO030E, www.bbcresearch.com, Published: January 2008, 15.10.2009

Vanhanen, M., Tuomi, T.; Tiikkainen, U.; Tupasela, O.; Voutilainen, R.; Nordman, H. (2000): Risk of enzyme allergy in the detergent industry, *Occupational and Environmental Medicine* 2000;57 p.121-125

Verordnung (EG) Nr.1332/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelenzyme und zur Änderung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates, der Verordnung (EG) 1493/1999 des Rates, der Richtlinie 2000/13/EG, der Richtlinie 2001/112/EG des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr.258/97

Weber, H.(2009): Enzymkatalyse, www.orgc.tugraz.at/opp1/katalyse_sw.pdf, 11.August 2009

Weck, M.; Grote, H. und Matthes, K. (2009): Zusatzstoffe und Enzyme – Fragen und Antworten, Behr's Verlag, Hamburg, Deutschland

Winqvist, E.; Moilanen, U.; Mettälä, A.; Leisola, M.; Hatakka, A. (2008): Production of lignin modifying enzymes on industrial waste material by solid-state cultivation of fungi, *Biochemical Engineering Journal*, Volume 42, Issue 2, p.128-132

Abbildungsverzeichnis

EINLEITUNG

Abb. 1-1: Anzahl der zugelassenen Emulgatoren in Österreich seit 1979	2
Abb. 1-2: Marktvolumen an Zusatzstoffen	3
Abb. 3-1: Product Launch Analytics Download 02 Jul 2009. Selection criteria :[Date: in the last 5 years; Type of data analyzed: SKUs; Categories: Beverages - Alcoholic OR Beverages - Non-Alcoholic OR Food;Claims/Tags: Low Calories OR No Additives OR No Artificial Color OR No Artificial Flavor OR No Artificial Ingredients OR No Artificial Sweeteners;].....	6
Abb. 3-2: Einteilung der Ballaststoffe.....	9
Abb. 6-1: Herstellung von „ <i>minimally processed frits and vegetables</i> “	27

ZUSATZSTOFFE

Abb. 1-1: Strukturierung süßender Stoffe/Süßungsmittel.....	34
Abb. 1-2: Entwicklung der Weltzuckererzeugung sowie der Rohr- und Rübenzuckererzeugung [ANONYM (j), 2009]	36
Abb. 1-3: Europäisches Produktionsvolumen von süß schmeckenden Stoffen (2002) ausgedrückt in Zuckeräquivalenten (Quelle: Rabo Bank, Zuckerindustrie).....	37
Abb. 1-4: In der EU konsumierte Mengen von Zucker und Süßstoffen, umgerechnet in EURO (2002) (Quelle: Rabo Bank, Zuckerindustrie)	37
Abb. 2-1: Möglicher Entscheidungsbaum zur Unterscheidung zwischen Lebensmittelfarben und Lebensmitteln mit färbenden Eigenschaften.....	51
Abb. 11-1: Hauptsächlich verwendete Emulgatoren	74
Abb. 14-1: Effector Targets in Taste Cell Sensing [BRYANT, 2006]	85
Abb. 16-1: Welt-Hydrokolloid-Markt in Prozent im Lebensmittel- und Non-Food-Sektor (2005)	90

AROMEN

Abb. 2-1: Cyclodextrin.....	125
-----------------------------	-----

ENZYME

Abb. 2-1: Anteile des Weltmarkt der Enzyme [Braun, 2008].....	161
Abb. 2-2: Weltmarkt für Enzyme in den nächsten Jahren in Millionen US-Dollar [Braun, 2008]	161
Abb. 2-3: Enzym-Weltmarkt in Millionen\$ [Thakore,2008]	162
Abb. 3-1: Anwendungen von Transglutaminase (a), Schweinefleischstücke werden zu einem Steak verklebt, (b) Jakobsmuscheln werden zu einem neuen Produkt verbunden [MOTOKI et al., 1998].....	166
Abb. 3-2: Aufbau der zweiseitigen Elektrofiltrationskammer; Anlagenaufbau [KÄPPLER, 2006].....	171
Abb. 4-1: Prozesskette der weißen/industriellen Biotechnologie [FISCHER et al., 2004]....	178
Abb. 4-2: Reinheit der Enzyme (Quelle: www.orgc.tugraz.at/opp1/katalyse_sw.pdf)	179

Tabellenverzeichnis

EINLEITUNG

Tab. 1-1: Weltmarkt der Zusatzstoffe	3
Tab. 1-2: Europäischer Trend für den Zusatzstoffmarkt [Tausend metrische Tonnen].....	4
Tab. 3-1: Anzahl der Anzeigen im Zusammenhang mit Zusatzstoffen	7
Tab. 3-2: Kommerziell erzeugte präbiotische Oligosaccharide [MAISCHBERGER, 2008]	10
Tab. 4-1: Vergleich der Zusatzstoffdefinitionen von EU, USA und weltweit.....	12
Tab. 7-1: Auswertung der anonymen FRAGEBOGEN zum Thema „Food Improvement Agents Package“ (Die Zahlen zu den einzelnen Fragen geben jeweils die Summe der angekreuzten Antworten an.)	28
Tab. 1-1: Süßschmeckende Proteine und geschmackverändernde Stoffe.....	38
Tab. 1-2: Literaturbeispiele für Neuerungen am Süßstoffsektor	40
Tab. 2-1: Liste der zugelassenen Lebensmittelfarbstoffe laut der Richtlinie 95/2/EG (Miscellaneous Richtlinie).....	46
Tab. 2-2: Überblick über die in den letzten drei Jahren aus wissenschaftlicher Literatur und Patentschriften hervorgehenden neuen Färbemittel	48
Tab. 2-3: Derzeitige Einsatzbereiche der diversen Azofarbstoffe	53
Tab. 3-1: Enzymatische Abwehrstrategien gegen Mikroorganismen	55
Tab. 3-2: Beispiele von natürlichen und chemischen Konservierungsmitteln bzw. Konservierungsmittelgemischen.....	56
Tab. 4-1: Im Codex Alimentarius der FAO/WHO angeführte Antioxidantien	59
Tab. 4-2: Neue bzw. neuartige Antioxidationsmittel bzw. –kombinationen	61
Tab. 5-1: Zugelassene Trägerstoffe und Trägerlösungsmittel in der EU (exklusive: Stoffe, die primär als Säuerungsmittel oder Säureregulatoren verwendet werden) [Richtlinie 95/2/EG (Miscellaneous-Richtlinie)]	63
Tab. 5-2: Neue bzw. neuartige Trägerstoffe in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	65
Tab. 11-1: Im Codex Alimentarius der FAO/WHO angeführte Emulgatoren	72
Tab. 11-2: Einsatzbereiche von Emulgatoren in den USA	73
Tab. 11-3: Wert- und produktmäßige Verteilung von Emulgatoren auf die einzelnen Einsatzbereiche in den USA.....	74
Tab. 11-4: Neue bzw. neuartige Emulgatoren und Emulgatorsysteme	75
Tab. 14-1: Weltjahresproduktion einiger biotechnologisch hergestellter Lebensmittelzusatzstoffe [ANTRANIKIAN und HEIDEN, 2006]	80

14-2: Neue bzw. neuartige Geschmacks- bzw. Aroma-Verstärker	81
Tab. 14-3: Präparate zur Reduktion von Speisesalz [erstellt nach Pszola: Savoring the possibilities. Food Techn. 4 (2007) 55-66].....	86
Tab. 15-1: Neue bzw. neuartige Schaummittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase	88
Tab. 16-1: Österreichische Außenhandelsstatistik 2008 in Bezug auf Hydrokolloide (Statistik Austria).....	90
Tab. 16-2: Neue, bzw. in der EU noch nicht zugelassene Hydrokolloide	92
Tab. 18-1: Neue bzw. neuartige Feuchthaltemittel in der Entwicklungs-, Einsatz- oder Zulassungsphase.....	94
Tab. 19-1: Neue bzw. neuartige, modifizierte Stärken	95
Tab. 1-1: Übersicht über den jährlichen Prokopfverzehr an aromatisierten Lebensmitteln nach Kategorien (DVAI)	110
Tab. 2-1: Biotechnologisch hergestellte Aromastoffe labeled als natürlich aus BERGER, 2009	121
Tab. 2-2: Beispiele für biotechnologisch gewonnene Aromen	123
Tab.2-1: Kommerzielle Enzyme in der EU und deren Anwendungen (Stand Juni 2009) [AMFEP, 2009] (x@: noch keine festgelegte EC-Nummer)	149
Tab. 3-1: Beispiele für aktuelle Themen in der Forschung an Lebensmittelenzyme	163
Tab. 3-2: Beispiele für am europäischen Markt erhältliche Lebensmittelenzyme im Bereich Laktoseabbau	166
Tab. 3-3: Beispiele für Asparaginase-Präparaten am derzeitigen europäischen Markt	169
Tab. 3-4: Beispiele für innovative Methoden zur Entwicklung von Lebensmittelenzymen	170
Tab. 4-1: Berichtete Auswirkungen von Enzymen in der Biotechindustrie (CA: Kontaktallergie, CU: Nesselsucht, n.r.: ohne Angabe, RA: Atemwegserkrankungen) [SPÖK, 2006]	174
Tab. 4-2: Geschätzte Anteile der Anwendung von Enzymen aus gentechnisch veränderten Mikroorganismen in der Lebensmittelverarbeitung [MENRAD et al., 2003].....	176
Tab. 4-3: Vorteile gentechnisch hergestellter Enzyme	176

Danksagung

Großer Dank gilt folgenden Personen für Ihre Unterstützung:

DI Julia Schmidt

DI Katharina Hanz

Ute Innerkofler

Prof. Dr. DI Dietmar Haltrich

Dr. Franz Ulberth

Dr. DI Gabor Keszthelyi

Dr. Sigrid Amann

Mag. Katharina Koßdorff

Prof. Dr. Klaus-Dieter Jany

Dr. Bernhard Jank

Wir danken ebenfalls den österreichischen Firmen, welche an unserer Befragung teilgenommen haben.

ANHANG

Tab. 1-1: Klassennamen der Zusatzstoffe [Quelle: Bundesministerium Deutschland]

Klassennamen			
A	konventionelle Fertigprodukte	SR	Säureregulator
B	Antioxidans	SM	Schaummittel
C	Backtriebmittel	SV	Schaumverhüter
D	Komplexbildner	SS	Schmelzsatz
E	Emulgator	St	Stabilisator
F	Farbstoff	Su	Süßungsmittel
Fe	Festigungsmittel	TG	Treibgas, Schutzgas
FS	Farbstabilisator	Tr	Trägerstoff, Füllstoff, Trennmittel
G	Gelierzmittel	V	Verdickungsmittel
GV	Geschmacksverstärker	W	Feuchthaltemittel
K	Konservierungsmittel	Ü	Überzugsmittel
M	Mehlbehandlungsmittel	Vit	Vitaminwirksam
S	Säure, Säuerungsmittel	Min	Mineralstoff

Tab. 1-2: Liste der Zusatzstoffe in der EU (Quelle: Bundesministerium Deutschland)

E-Nr.	Verkehrsbezeichnung	Wirkungen, Klassen	Erläuterungen
E 100	Kurkumin	F	Naturfarbstoff, orangegelb
E 101	Riboflavin Riboflavin-5'-Phosphat	F, Vit	Vitamin B ₂ , kommt in der Milch vor, gelb
E 102	Tartrazin	F	synthetischer Azofarbstoff, gelb
E 104	Chinolingelb	F	synthetischer Farbstoff, grüngelb
E 110	Gelborange S	F	synthetischer Azofarbstoff
E 120	Echtes Karmin	F	Naturfarbstoff, rot
E 122	Azorubin	F	synthetischer Azofarbstoff, rot
E 123	Amaranth	F	synthetischer Azofarbstoff, rot
E 124	Cochenillerot A	F	synthetischer Azofarbstoff, rot
E 127	Erythrosin	F	synthetischer Farbstoff, rot
E 129	Allurarot AC	F	synthetischer Farbstoff, rot
E 131	Patentblau V	F	synthetischer Triphenylmethanfarbstoff, hellblau
E 132	Indigotin I	F	natürlich, doch leicht veränderter Farbstoff, dunkelblau
E 133	Brillantblau FCF	F	synthetischer Farbstoff, hellblau
E 140	Chlorophylle, Chlorophylline	F	Naturfarbstoff, Blattgrün
E 141	kupferhaltige Komplexe der Chlorophylle kupferhaltige Komplexe der Chlorophylline	F	Kupferchlorophylle, Kupferverbindung des Blattgrüns, stabiler als E 140
E 142	Grün S	F	synthetischer Triphenylmethanfarbstoff
E 150a E 150b E 150c E 150d	Einfaches Zuckerkulör Sulfitlaugen-Zuckerkulör Ammoniak-Zuckerkulör Ammonsulfit-Zuckerkulör	F	gebrannter Zucker, Karamel, braun
E 151	Brillantschwarz BN	F	synthetischer Azofarbstoff
E 153	Pflanzkohle	F	Holzkohle, schwarz
E 154	Braun FK	F	synthetischer Farbstoff für englische Räucherfische
E 155	Braun HT	F	synthetischer Farbstoff für Süßwaren
E 160a	Carotine gemischte Carotine Beta-Carotin	F, Vit	Pro-Vitamin A, orangegelb natürlich naturidentisch hergestellt
E 160b	Annatto, Bixin, Norbixin	F	Naturfarbstoff aus Pflanzensamen, gelb bis orange
E 160c	Paprikaextrakt Capsanthin, Capsorubin	F	Naturfarbstoff aus Paprika, orangerot
E 160d	Lycopin	F	Naturfarbstoff aus Tomatenschalen, rot

E 160e	Beta-apo-8'-Carotinal (C 30)	F	naturidentisch hergestellt, orangerot
E 160f	Beta-apo-8'-Carotinsäure-ethylester (C 30)	F, Vit	Ester vom E 160 e, orangerot bis gelb, vitaminwirksam
E 161b	Lutein	F	Blütenfarbstoff, gelb
E 161g	Canthaxanthin	F	naturidentisch hergestellt, orangerot
E 162	Beetenrot	F	aus Roten Beten gewonnen, rotviolett
E 163	Anthocyane	F	aus Rotwein-Trestern, rot, blau, braun
E 170	Calciumcarbonat	F, Min, Tr, SR	Mineralstoff, Kreide, Kalk, weiß
E 171	Titandioxid	F	weißes Farbpigment
E 172	Eisenoxide und -hydroxide	F	gelbe, rote und schwarze Farbpigmente
E 173	Aluminium	F	Metall-Pigmente
E 174	Silber	F	Metall-Pigmente
E 175	Gold	F	Metall-Pigmente
E 180	Litholrubin BK	F	rotes Farbpigment, nur für Käserinde
E 200	Sorbinsäure	K	kommt in Vogelbeeren vor
E 202 E 203	Kaliumsorbit Calciumsorbit	K	Salze der Sorbinsäure E 200
E 210	Benzoesäure	K	kommt in Preiselbeeren vor
E 211 E 212 E 213	Natriumbenzoat Kaliumbenzoat Calciumbenzoat	K	Salze der Benzoesäure E 210
E 214 E 215 E 218 E 219	Ethyl-p-hydroxybenzoat Natriumethyl-p-hydroxybenzoat Methyl-p-hydroxybenzoat Natriumethyl-p-hydroxybenzoat	K	Para-Hydroxybenzoesäure-Ester, PHB-ester
E 220	Schwefeldioxid	K, A, FS	schwefelige Säure
E 221 E 222 E 223 E 224 E 226 E 227 E 228	Natriumsulfit Natriumhydrogensulfit Natriummetabisulfit Kaliummetabisulfit Calciumsulfit Calciumbisulfit Kaliumbisulfit	K, A, FS	Salze der schwefeligen Säure E 220
E 230	Biphenyl	K	nur zur Oberflächenbehandlung v. Zitrusfrüchten
E 231 E 232	Orthophenylphenol Natriumorthophenylphenol	K	nur zur Oberflächenbehandlung von Zitrusfrüchten
E 234	Nisin	K	natürlich vorkommendes Antibiotikum
E 235	Natamycin	K	Antibiotikum gegen Schimmel bei Käse
E 239	Hexamethylentetramin	K	gegen Spätblähung von italienischem Hartkäse
E 242	Dimethyldicarbonat	K	zur Verhinderung von Gärhefen bei Getränkeabfüllung

E 249	Kaliumnitrit	K, FS	für Nitritpökelsalzherstellung
E 250	Natriumnitrit	K, FS	für Nitritpökelsalzherstellung
E 251 E 252	Natriumnitrat Kaliumnitrat	K, FS	Salpeter zum Pökeln
E 260	Essigsäure	S, K	ältestes Konservierungsmittel neben Rauch und Salz
E 261 E 262 E 263	Kaliumacetat Natriumacetat Natriumdiacetat Calciumacetat	SR, K SR, K, FE	Salze der Essigsäure E 260
E 270	Milchsäure	S, K, FS	kommt in saurer Milch und Sauerkraut vor, wird mikrobiologisch hergestellt
E 280 E 281 E 282 E 283	Propionsäure Natriumpropionat Calciumpropionat Kaliumpropionat	K	nur zur Konservierung von Brot und anderen Backwaren
E 284 E 285	Borsäure Natriumtetraborat (Borax)	K	nur zur Konservierung von echtem Kaviar
E 290	Kohlendioxid	S, K, TG, B	Kohlensäure, gasförmig, Treibgas
E 296	Äpfelsäure	S, FS	natürlich vorkommende Fruchtsäure, synthetisch hergestellt
E 297	Fumarsäure	S	natürlich vorkommende Fruchtsäure, synthetisch hergestellt
E 300 E 301 E 302	(L-) Ascorbinsäure Natriumascorbat Calciumascorbat	A, FS, S, M, Vit	Vitamin C, Salze der Ascorbinsäure
E 304	Ascorbylpalmitat Ascorbylstearat	A, FS, E, Vit	Fettsäureester der Ascorbinsäure, löslich und wirksam in Fetten
E 306 E 307 E 308 E 309	Stark-tocopherolhaltige Extrakte Alpha-Tocopherol Gamma-Tocopherol Delta-Tocopherol	A, FS, Vit	Vitamin E, natürliche oder naturidentische Antioxidantien
E 310 E 311 E 312	Propylgallat Octylgallat Dodecylgallat	A	Verbindungen der Gallussäure, synthetische Antioxidantien
E 315 E 316	Isoascorbinsäure Natriumisoascorbat	A, FS, C	Isomere der Ascorbinsäure, nur geringe Vitaminwirkung
E 319	tert.-Butylhydrochinon (TBHQ)	A	Antioxidans für verschiedene tierische Fette
E 320 E 321	Butylhydroxyanisol (BHA) Butylhydroxytoluol (BHT)	A	besonders stark wirkende Antioxidantien

E 322	Lecithine	E, A, M, St	natürlich, aus rohen Speisefetten isoliert
E 325 E 326 E 327	Natriumlactat Kaliumlactat Calciumlactat	SR, SS, Fe	Salze der Milchsäure E 270
E 330	Citronensäure	S, C, FS	Fruchtsäure, wird mikrobiologisch gewonnen
E 331 E 332 E 333	Mononatriumcitrat Dinatriumcitrat Trinatriumcitrat Monokaliumcitrat Trikaliumcitrat Monocalciumcitrat Dicalciumcitrat Tricalciumcitrat	SR, SS, FS, C	Salze der Citronensäure E 330
E 334	(L+)-Weinsäure	S, FS, C	Fruchtsäure, aus Weinrückständen gewonnen
E 335 E 336 E 337	Mononatriumtartrat Dinatriumtartrat Monokaliumtartrat Dikaliumtartrat Kaliumnatriumtartrat	SR, B, St	Salze der (L+)-Weinsäure E 334
E 338	Phosphorsäure	S, SR	Orthophosphorsäure, Monophosphorsäure
E 339 E 340 E 341	Mononatriumphosphat Dinatriumphosphat Trinatriumphosphat Monokaliumphosphat Dikaliumphosphat Trikaliumphosphat Monocalciumphosphat Dicalciumphosphat Tricalciumphosphat	S, SR, C, SS, A, M, FS, Tr, Fe	Phosphate, Salze der Orthophosphorsäure E 338
E 343	Magnesiumphosphate	SR, Tr	verhindern u.a. das Verkleben und Anbacken
E 350 E 351 E 352	Natriummalat Natriumhydrogenmalat Kaliummalate Calciummalat Calciumhydrogenmalat	SR	Salze der Äpfelsäure E 296
E 353	Metaweinsäure	St	Polymerisierte Weinsäure E 334
E 354	Calciumtartrat	Fe	Salz der Weinsäure E 334
E 355 E 356 E 357	Adipinsäure Natriumadipat Kaliumadipat	S, SR, GV	Säureregulatoren, Kochsalzersatz
E 363	Bernsteinsäure	S	Fruchtsäure, synthetisch hergestellt, Kochsalzersatz
E 380	Triammoniumcitrat	SR, FS	Salze der Citronensäure E 330
E 385	Calciumdinatriumethylendiamintetraacetat, EDTA	A, C, FS	Komplexbildner, verhindert Verfärbungen bei Gemüsekonserven, Fischen und Garnelen

E 400	Alginsäure	V, G, Ü	Verdickungs- und Geliermittel, aus Algenarten gewonnen
E 401 E 402 E 403 E 404	Natriumalginat Kaliumalginat Ammoniumalginat Calciumalginat	V, G, Ü	Verbindungen der Alginsäure E 400
E 405	Propylenglycolalginat	V, E	Ester der Alginsäure E 400
E 406	Agar-Agar	G	aus Algenarten gewonnen
E 407	Carrageen	G, V	aus Algenarten gewonnen
E 407a	Verarbeitete Eucheuma-Algen	G, V	aus Algenarten gewonnen
E 410	Johannisbrotkernmehl	G, V	aus Samen der Tropenfrucht Johannisbrot
E 412	Guarkemehl	V	aus Samen tropischer Früchte
E 413	Traganth	G, V	aus Harzen tropischer Sträucher
E 414	Gummi arabicum	V, St, Tr	aus Harzen tropischer Sträucher
E 415	Xanthan	G, V	mikrobiologisch aus Zuckern fermentiert
E 416	Karaya	G, V	aus den Harzen tropischer Bäume
E 417	Tarakenmehl	G, V	aus den Samen tropischer Bäume
E 418	Gellan	G, V, St	mikrobiologisch aus Zuckern fermentiert
E 420	Sorbit, Sorbitsirup	Sü, W	Zuckeralkohol
E 421	Mannit	Sü, Tr	Zuckeralkohol
E 422	Glycerin	W, Tr	Polyalkohol, Propantriol
E 425	Konjak-Gummi, Konjak-glucomannan	G	aus einer Rübenart gewonnen
E 426	Sojabohnen-Polyose	E, St, T ₁ , V	wasserlösliches Polysaccharid, das als Soja-extrakt der Allergiker-Kennzeichnungs-Verordnung unterliegt
E 432 E 433 E 434 E 435 E 436	Polyoxyethylen-sorbitan-monolaurat Polyoxyethylen-sorbitan-monooleat Polyoxyethylen-sorbitan-monopalmitat Polyoxyethylen-sorbitan-monostearat Polyoxyethylen-sorbitan-tristearat	E, C	synthetisch hergestellte Ether von Fettsäuren mit Sorbit und Polyoxyethylen
E 440	Pektin, Amidiertes Pektin	G, St	Gelierstoff aus Äpfeln oder Zitruschalen
E 442	Ammoniumsalze der Phosphatidsäuren	E, St	Emulgator YN für Schokolade
E 444	Saccharoseacetatisobutyrat	St	SAIB, Zuckerester

E 445	Glycerinester aus Wurzelharz	St	Kolophonester
E 450	Dinatriumdiphosphat Trinatriumdiphosphat Tetranatriumdisphosphat Dikaliumdiphosphat Tetrakaliumdiphosphat Dicalciumdiphosphat Calciumdihydrogendiphosphat	A, B, C, E, FS, Fe, M, SR, SS, St, Tr, Min	Salze der Di-, Tri- und Polyphosphorsäuren
E 451	Pentanatriumtriphosphat Pentakaliumtriphosphat		
E 452	Natriumpolyphosphat Kaliumpolyphosphat Natriumcalciumpolyphosphat Calciumpolyphosphat		
E 459	β -Cyclodextrin	Tr	ringförmiges Dextrin
E 460	Mikrokristalline Cellulose Cellulosepulver	Tr, V	aus Holz gewonnen
E 461	Methylcellulose	V, Tr, Ü, SM	MC, Celluloseether
E 462	Ethylcellulose	V, Tr, Ü, SM	vor allem in Nahrungsergänzungsmitteln und eingebetteten Aromen
E 463	Hydroxypropylcellulose	V, Tr, Ü, SM	HPC, Celluloseether
E 464	Hydroxypropylmethylcellulose	V, Tr, Ü, SM	HPMC, Celluloseether
E 465	Ethylmethylcellulose	V, Tr, Ü, SM	EMC, Celluloseether
E 466	Carboxymethylcellulose, Natriumcarboxymethylcellulose	V, Tr, Ü, SM	CMC, Celluloseether
E 468	Vernetzte Natriumcarboxymethylcellulose	V, Tr, St	unlöslicher Quellstoff
E 469	enzymatisch hydrolysierte Carboxymethylcellulose	Tr, St	löslicher Füllstoff
E 470a	Natrium-, Kalium- und Calcium-Salze von Speisefettsäuren	E, Tr, SM	aus Speisefetten
E 470b	Magnesiumsalz von Speisefettsäuren		
E 471	Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren, MDG	E, M, SM	aus Speisefetten
E 472a	Essigsäureester von MDG	E, M, SM	Verbindung von E 471
E 472b	Milchsäureester von MDG	E, M, SM	Verbindung von E 471
E 472c	Zitronensäureester von MDG	E, M, SM	Verbindung von E 471
E 472d	Weinsäureester von MDG	E, M, SM	Verbindung von E 471
E 472e	Mono- und Diacetylweinsäure- ester von MDG	E, M, SM	Verbindung von E 471
E 472f	Gemischte Wein- und Essig- säureester von MDG	E, M, SM	Verbindung von E 471

E 473	Zuckerester von Speisefettsäuren	E	Zuckerester
E 474	Zuckerglyceride		
E 475	Polyglycerinester von Speisefettsäuren	E	Backemulgator
E 476	Polyglycerin-Polyricinoleat	E, St	Schokoladenemulgator WOL
E 477	Propylenglycolester von Speisefettsäuren	E	Backemulgator, beeinflusst die Fettstrukturen
E 479b	Thermooxidiertes Sojaöl, mit MDG verestert	E, Tr	Backemulgator TOSOM
E 481	Natriumstearoyl-2-lactylat	E	Backemulgator NSL
E 482	Calciumstearoyl-2-lactylat	E	Backemulgator CSL
E 483	Stearyltartrat	E	Backemulgator
E 491	Sorbitanmonostearat		
E 492	Sorbitantristearat		
E 493	Sorbitanmonolaurat		
E 494	Sorbitanmonooleat		
E 495	Sorbitanmonopalmitat	E	Sorbitane, Ester des Sorbit (E 420) mit Speisefettsäuren (E470)
E 500	Natriumcarbonat Natriumhydrogencarbonat Natriumsesquicarbonat	SR, B, Tr	Soda Natriumbicarbonat, Bestandteil von Backpulver
E 501	Kaliumcarbonat Kaliumhydrogencarbonat	SR, B, Tr	Pottasche
E 503	Ammoniumcarbonat Ammoniumhydrogencarbonat	SR, B, Tr	Salze der Kohlensäure E 290 und der Carbaminsäure Hirschhornsalz
E 504	Magnesiumcarbonat Magnesiumhydroxidcarbonat, Magnesiumhydrogencarbonat	SR, B, Tr	Magnesiumsalze von E 290
E 507	Salzsäure	S	zum Aufschließen und Abbauen von Eiweiß, Stärke
E 508	Kaliumchlorid		
E 509	Calciumchlorid		
E 511	Magnesiumchlorid	GV, Fe	Salze der Salzsäure E 507
E 512	Zinn-II-chlorid	FS	zur Farbstabilisierung von Spargelkonserven
E 513	Schwefelsäure	S	zum Aufschluß von Eiweiß
E 514	Natriumsulfat Natriumhydrogensulfat	SR, Tr, Fe	Glaubersalz

E 515	Kaliumsulfat Kaliumhydrogensulfat	SR, Tr, Fe	Salze der Schwefelsäure E 513
E 516	Calciumsulfat	SR, Tr, Fe	Salze der Schwefelsäure E 513, Gips
E 520	Aluminiumsulfat	Fe	Salze der Schwefelsäure E 513
E 521 E 522	Aluminium-Natriumsulfat Aluminium-Kaliumsulfat	Fe	Salze der Schwefelsäure E 513, Alaune
E 523	Aluminium-Ammoniumsulfat	Fe	Alaun, Salze der Schwefelsäure E 513
E 524	Natriumhydroxid	SR	Natronlauge
E 525	Kaliumhydroxid	SR	Kalilauge
E 526	Calciumhydroxid	SR	gelöschter Kalk, Kalkmilch
E 527	Ammoniumhydroxid	SR	Ammoniak, Salmiakgeist
E 528	Magnesiumhydroxid	SR	
E 529	Calciumoxid	SR	gebrannter Kalk
E 530	Magnesiumoxid	SR	Magnesia
E 535 E 536 E 538	Natriumferrocyanid Kaliumferrocyanid Calciumferrocyanid	St	verbessern die Rieselfähigkeit des Speisesalzes, Klärmittel für Wein
E 541	Saures Natriumaluminiumphosphat	B	SALP, Salz der Orthophosphorsäure E 338
E 551 E 552 E 553a E 553b E 554 E 555 E 556	Siliciumdioxid Calciumsilicat Magnesiumsilicat Magnesiumtrisilicat Talkum Natriumaluminiumsilicat Kaliumaluminiumsilicat Calciumaluminiumsilicat	Tr	als feinste Pulver verhindern Kieselsäure und Silikate das Verklumpen von Pulvern und das Aneinanderkleben von Süßwaren
E 559	Aluminiumsilicat (Kaolin)	Tr	quellfähige Silikate zur Klärung von Getränken
E 570	Fettsäuren	E, Ü, Tr	aus Fetten gewonnen
E 574 E 575 E 576 E 577 E 578	Gluconsäure Glucono-delta-lacton Natriumgluconat Kaliumgluconat Calciumgluconat	SR, St	milde Säuerungsmittel, Komplexbildner
E 579 E 585	Eisen-II-gluconat Eisen-II-lactat	FS	zum Schwärzen von Oliven
E 586	4-Hexylresorcin	FS	für frische, gefrorene und tiefgefrorene Krebstiere, verhindert die Braunfärbung
E 620 E 621	Glutaminsäure Natriumglutamat	GV	Glutamat, Würzmittel zur Geschmacksverstärkung

E 622 E 623 E 624 E 625	Monokaliumglutamat Calciumdiglutamat Monoammoniumglutamat Magnesiumdiglutamat	GV	Glutamat, Würzmittel zur Geschmacksverstärkung
E 626 E 627 E 628 E 629	Guanylsäure Dinatriumguanylat Dikaliumguanylat Calciumguanylat	GV	Guanylate ,in Würzmitteln, stärker wirksam als E 620 bis E 625
E 630 E 631 E 632 E 633	Inosinsäure Dinatriuminosinat Dikaliuminosinat Calciuminosinat	GV	Inosinate, in Würzmitteln, stärker wirksam als E 620 bis E 625
E 634 E 635	Calcium-5'-ribonucleotid Dinatrium-5' –ribonucleotid	GV	in Würzmitteln, stärker wirksam als E 620 bis E 625
E 640	Glycin und dessen Natriumsalz	GV	in Würzmitteln
E 650	Zinkacetat	GV	nur für Kaugummi
E 900	Dimethylpolysiloxan	SV	DMPS; Schaumverhüter
E 901 E 902 E 903 E 904	Bienenwachs, weiß und gelb Candelillawachs Carnaubawachs Schellack	Tr, Ü	Überzugsmittel für Süßwaren, mit Schokolade überzogene Backwaren, Nüsse, Knabberzeugnisse, frische Zitrusfrüchte, Melonen, Äpfel, Birnen, Kaumasse für Kaugummi
E 905	Mikrokristalline Wachse	Ü, Tr	Mikrowachse, Paraffine
E 907	Hydriertes Poly-1-decan	Ü	Überzugsmittel für Zuckerwaren u. Trockenfrüchte
E 912	Montansäureester	Ü	Überzugsmittel für Früchte
E 914	Polyethylenwachsoxidate	Ü	Überzugsmittel für Früchte
E 920	L-Cystein, Cysteinhydrochlorid	M, Gv	nat. Aminosäure, stärkt den Weizenkleber
E 927b	Carbamid	St	für zuckerfreien Kaugummi
E 938 E 939 E 941 E 942 E 943a E 943b E 944 E 948 E 949	Argon Helium Stickstoff Distickstoffmonoxid Butan Isobutan Propan Sauerstoff Wasserstoff	TG	Gase, auch als Schutzgase
E 950	Acesulfam-K	Sü, GV	Süßstoff
E 951	Aspartam	Sü, GV	Süßstoff, besteht aus 2 Aminosäuren; nicht ganz koch- und backfest
E 952	Cyclohexansulfamidsäure, Natriumcyclamat ,Calciumcyclamat	Sü	Süßstoffe
E 953	Isomalt	Sü, Tr	Zuckeralkohol, Zuckeraustauschstoff
E 954	Saccharin	Sü	Süßstoffe

E 954	Saccharin-Natrium Saccharin-Calcium Saccharin-Kalium	Sü	Süßstoffe
E 955	Sucralose	Sü	künstlicher Süßstoff
E 957	Thaumatococcus	Sü, GV	natürlicher Süßstoff
E 959	Neohesperidin DC	Sü	natürlicher Süßstoff
E 962	Aspartam-Acesulfamsalz	Sü	Süßstoff, Verbindung von E 950 mit E 951
E 965	Maltit Maltitsirup	Sü, Tr	Zuckeralkohol, Zuckeraustauschstoff
E 966	Lactit	Sü, Tr	Zuckeralkohol, Zuckeraustauschstoff
E 967	Xylit	Sü, Tr	Zuckeralkohol, Zuckeraustauschstoff
E 968*	Erythrit	Sü, GV, Tr	Zuckeralkohol, Zuckeraustauschstoff
E 999	Quillajaextrakt	SM	für Getränke
E 1103	Invertase	W	Feuchthaltemittel vor allem bei Süßwaren
E 1105	Lysozym	K	Enzym aus Eiereiweiß
E 1200	Polydextrose	Tr	unverdauliches Polymerisat aus Sorbit und
E 1201 E 1202	Polyvinylpyrrolidon Polyvinylpolypyrrolidon	St, Tr, Ü	Klärmittel, Tablettierhilfe
E 1204	Pullulan	Ü	im Überzug von Nahrungsergänzungsmitteln in Form von Kapseln oder Komprimaten
E 1404 E 1410 E 1412 E 1413 E 1414 E 1420 E 1422 E 1440 E 1442 E 1450 E 1451	Oxydierte Stärke Monostärkephosphat Distärkephosphat Phosphatiertes Distärkephosphat Acetyliertes Distärkephosphat Acetylierte Stärke Acetyliertes Distärkeadipat Hydroxypropylstärke Hydroxypropyldistärkephosphat Stärkenatriumoctenylsuccinat Acetylierte oxydierte Stärke	V, St, Tr	chemisch modifizierte Stärken
E 1452*	Stärkealuminiumoctenylsuccinat	Tr	in eingekapselten Vitaminzubereitungen in Nahrungsergänzungsmitteln
E 1505	Triethylcitrat	Tr	Ester der Citronensäure E 330
E 1517	Glycerindiacetat (Diacetin)	Tr	Trägerlösung in Aromen
E 1518	Glycerintriacetat (Triacetin)	Tr	Ester des Glycerins E 422 mit Essigsäure E 260
E 1519	Benzylalkohol	Tr	in Aromen für Liköre und Süßwaren
E 1520	1,2-Propandiol, Propylenglycol	Tr, W	Trägerlösungsmittel für Enzyme und Zusatzstoffe

Verkehrsbezeichnung	mögl. Bezeichnung	Erläuterung
Aluminiumoxid		Füllstoff für Kaugummi
Wachsester	Kaumasse	Ester der Speisefettsäuren
Gutta	Kaumasse	Gereinigte Pflanzenexsudate (Gummen) vorwiegend von Chiclearten
Kautschuk	Kaumasse	Gereinigte Pflanzenexsudate, vorwiegend von Hevea brasiliensis
Kolophonium	Kaumasse	Der bei der Terpentinöldestillation zurückbleibende Teil des Kiefernharzes
Kolophonester	Kaumasse	Ester des Kolophoniums
Mastix	Kaumasse	Harz von Pistacia lentiscus L. (Sapindaceae)
Paraffinöl Hartparaffin, natürlich	Kaumasse	Gemische gereinigter Kohlenwasserstoffe, die aus Erdöl, Braunkohle oder Schieferteröl gewonnen werden
Hartparaffin, synthetisch	Kaumasse	synthetischer Kohlenwasserstoff
Mikrokristalline Wachse	Kaumasse	Mikrowachse, Gemisch gereinigter Kohlenwasserstoffe aus Erdöl
Wollwachs	Kaumasse	Lanolin, eine bei der Aufbereitung von Schafwolle gewonnene, gereinigte salbenartige Masse
Polyisobutylen	Kaumasse	synthetischer Kohlenwasserstoff
Butadien-Styrol-Copolymerisate	Kaumasse	synthetischer Kohlenwasserstoff
Isobutylen-Isopren-Copolymerisate	Kaumasse	synthetischer Kohlenwasserstoff
Polyethylen	Kaumasse	synthetischer Kohlenwasserstoff
Polyvinylester der unverzweigten Fettsäuren C ₂ bis C ₁₈	Kaumasse	synthetischer Kohlenwasserstoff
Aktivkohle		zum Entfernen von unerwünschten Farbstoffen
Wasserstoffperoxid		Bleichmittel
Monoammoniumorthophosphat Diammoniumorthophosphat		Hefenährstoff in Wein und Obstwein
Calciumphytat Calcium-Magnesiumphytat		Klärmittel für Getränke
Tannin		Klärmittel für Getränke
Kaliumpermanganat		Bleichmittel für Stärke
Schwefel		Konservierungsmittel in Wein
Natriumhypochlorit		Bleichmittel, Desinfektionsmittel für Trinkwasser
Benzylalkohol, Ethyllactat		Trägerstoffe für Aromen
Cystin, Cystinhydrochlorid	M	natürliche Aminosäure, verändert wie E 920 die Klebereigenschaften

1. SYMPOSIUM

am 22.01.2010 an der Universität für Bodenkultur,
Institut für Lebensmitteltechnologie

Programm:

10:00 Begrüßung

Mag^a Petra Lehner, Fachreferentin im Büro des Bundesministers für Gesundheit

10:15 Die neuen Verordnungen über Lebensmittelzusatzstoffe, -aromen
und -enzyme

Drⁱⁿ. Sigrid Amann, BMG

10:45 Technologische Auswirkungen im Bereich Zusatzstoffe

Univ. Prof. Dr. Emmerich Berghofer, DLWT-BOKU, Lebensmitteltechnologie

11:30 Kaffee und Kuchen

12:00 Technologische Auswirkungen im Bereich Aromen

Dr. Franz Ulberth, Leiter der Abt. Lebensmittelsicherheit und -qualität am Institut für Referenzmaterialien der EU-Kommission in Geel, Belgien

12:30 Technologische Auswirkungen im Bereich Enzyme

Univ. Prof. Dr. Haltrich, DLWT-BOKU, Lebensmittelbiotechnologie

13:00 Round Table / Diskussion mit

Drⁱⁿ. Sigrid Amann (Bundesministerium für Gesundheit)

Mag^a. Katharina Koßdorff (Fachverband der Nahrungs- und Genussmittelindustrie)

Dr. Emmerich Berghofer (BOKU/Institut für Lebensmitteltechnologie)

DI Heinz Schöffl (Arbeiterkammer)

14:00 Ende der Veranstaltung

Präsentation Dr. Sigrid Amann



Die neuen EU-Verordnungen über Lebensmittelzusatzstoffe, Enzyme, Aromen

Dr. Sigrid Amann



Inhalte

- ❖ Die wichtigsten Neuerungen im Überblick

- ❖ Implementierung

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Legislativpaket *zu Aromen, Enzymen und Zusatzstoffen*

- **Verordnung über ein einheitliches Zulassungsverfahren für Lebensmittelzusatzstoffe, -enzyme und -aromen**
VO (EG) Nr. 1331/2008 vom 16. Dezember 2008
- **Verordnung über Lebensmittelenzyme**
VO (EG) Nr. 1332/2008 vom 16. Dezember 2008
- **Verordnung über Lebensmittelzusatzstoffe**
VO (EG) Nr. 1333/2008 vom 16. Dezember 2008
- **Verordnung über Aromen und bestimmte Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften**
VO (EG) Nr. 1334/2008 vom 16. Dezember 2008

Enzymverordnung

„Lebensmittelenzym“ - Art. 3 Abs. 2 a)



ist ein *Erzeugnis*, das *aus Pflanzen, Tieren* oder *Mikroorganismen* oder daraus hergestellten Erzeugnissen gewonnen wird; dazu gehört auch ein Erzeugnis, das durch ein Fermentationsverfahren mit Mikroorganismen gewonnen wird, und das

- a) ein *Enzym* oder *mehrere Enzyme* enthält, die die Fähigkeit besitzen, eine spezifische biochemische Reaktion zu katalysieren; und
- b) *einem Lebensmittel zugesetzt* wird, um auf jeder Stufe der Herstellung, Verarbeitung, Zubereitung, Behandlung, Verpackung, Beförderung oder Lagerung von Lebensmitteln einen *technologischen Zweck* zu erfüllen.

Verarbeitungshilfsstoffe eingeschlossen!

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10



Enzymverordnung

Ausnahmen vom Geltungsbereich - Art. 2

- *Lebensmittelenzyme*, soweit sie *zur Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen, und Verarbeitungshilfsstoffen* verwendet werden
- *Mikroorganismenkulturen*, die *in der herkömmlichen Erzeugung* von Lebensmitteln eingesetzt werden und die im Übrigen Enzyme produzieren können, wobei die Mikroorganismenkulturen aber nicht spezifisch zu ihrer Herstellung verwendet werden

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Enzymverordnung

Kennzeichnung von Lebensmittelenzymen (nicht für den Endverbraucher bestimmt) - Art. 11

- Bezeichnung jedes Enzyms (in der Handelsbezeichnung) IUBMB Bezeichnung
- „für Lebensmittel“ oder „für Lebensmittel, begrenzte Verwendung“
- [besondere Anweisungen für die Lagerung u./o. Verwendung]
- Partie
- [Gebrauchsanweisung]
- Name o. Fa. und die Anschrift Hersteller/Verpacker/Verkäufer
- Höchstmengen jedes Bestandteils der einer mengenmäßigen Begrenzung unterliegt u./o. Angabe, die es dem Verwender ermöglicht, die jeweiligen Bestimmungen einzuhalten
- Nettofüllmenge
- Aktivität(en)
- MHD/Verbrauchsdatum
- [Stoffe des Anhang III a der RL 2000/13/EG]
- (Liste aller Zutaten)

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

Enzymverordnung

Kennzeichnung von Lebensmittelenzymen, die für den Endverbraucher bestimmt sind - Art. 12

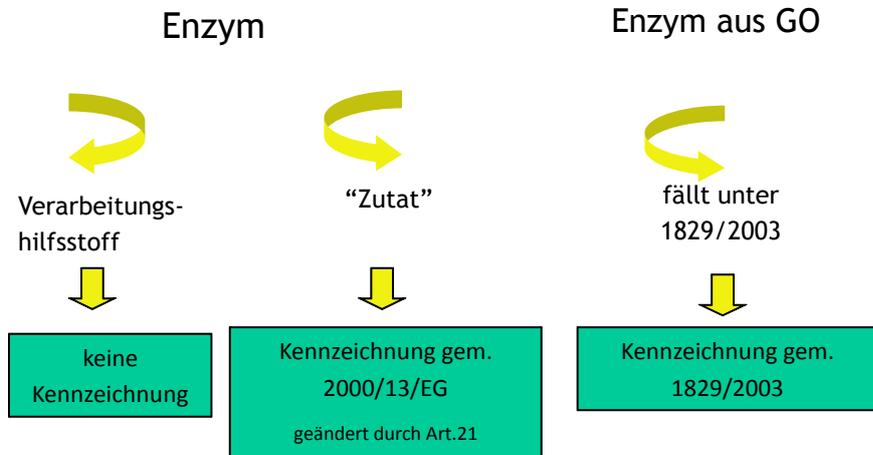
- LMKV 1993
- Bezeichnung jedes Enzyms (in der Handelsbezeichnung) ;IUBMB Nomenklatur
- „für Lebensmittel“ oder „für Lebensmittel, begrenzte Verwendung“

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

Enzymverordnung

Kennzeichnung von Enzymen in LM

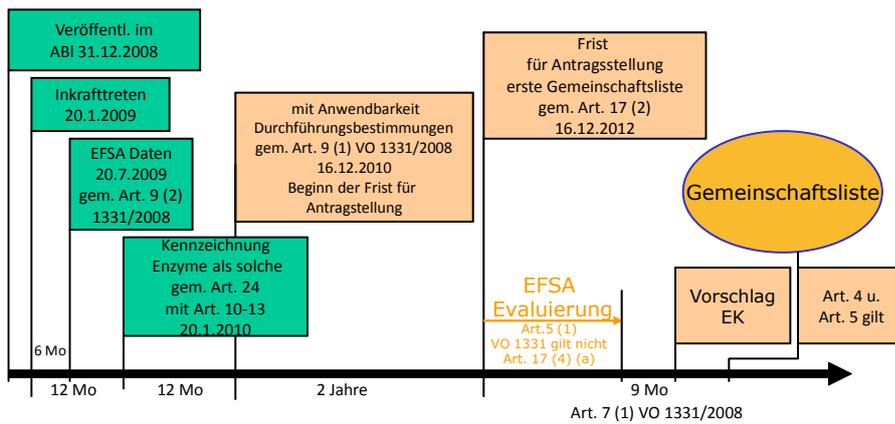


Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10



Enzymverordnung



Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10




EU-Zusatzstoffverordnung

- **Eine** Verordnung ersetzt Rahmen- u. Global-RL
- **Komitologie** ersetzt Mitentscheidung bei technischen Anpassungen
- Zulassung gem. VO 1829/2003
- **Regelung der Anwendung von Zusatzstoffe in Zusatzstoffen und Enzymen**
- **Reevaluierung bereits zugelassener Zusatzstoffe**
- **Informationsverpflichtung**
- **Monitoring des Intakes**

Dr. Ingrid Jansen
EFSA-Technologische Auswirkungen
22.1.10



EU-Zusatzstoffverordnung

Anhänge

- I: Funktionsklassen (Definitionen)
- II: Gemeinschaftsliste der für die Verwendung in Lebensmitteln zugelassenen Zusatzstoffe
- III: Gemeinschaftsliste der für die Verwendung in Lebensmittelzusatzstoffen, -enzymen und Aromen zugelassenen Zusatzstoffe; Trägerstoffe in Nährstoffen
- IV: Liste traditioneller Erzeugnisse einzelner MS (Verbot der Verwendung bestimmter Zusatzstoffkategorien)
- V: Lebensmittelfarbstoffe (Art.24) für die bei der Kennzeichnung von Lebensmitteln zusätzliche Angaben angeführt werden müssen

Dr. Ingrid Jansen
EFSA-Technologische Auswirkungen
23.1.10

EU-Zusatzstoffverordnung

Änderung Produktionsprozess/Ausgangsstoff- Art. 12

*Produktionsverfahren oder der verwendete
Ausgangsstoff oder die Partikelgröße erheblich
verändert*

= anderer Zusatzstoff

DE 519 01 26 001

PLAD-Technische Auswirkungen
22.1.10

EU-Zusatzstoffverordnung

Kennzeichnung von Lebensmittelzusatzstoffen

die nicht für den Endverbraucher bestimmt - Art. 22

- Bezeichnung des/der Zusatzstoffe(s) und/o der E-Nummer(n)
- „für Lebensmittel“ oder „für Lebensmittel, begrenzte Verwendung“
- [besondere Anweisungen für die Lagerung und Verwendung]
- Partie/Los
- [Gebrauchsanweisung]
- Name od. Fa. und die Anschrift des Herstellers/Verpackers /Verkäufers
- [Höchstmenge oder eine Angabe, die es dem Verwender ermöglicht, die für einzelne Stoffe oder anderen Zutaten geltenden Mengenbegrenzungen einzuhalten]
- Nettomenge
- MHD/Verbrauchsdatum
- [Stoffe des Anhang III a der RL 2000/13/EG]
- [Zutaten in absteigender Reihenfolge Gew. %]

DE 519 01 26 001

PLAD-Technische Auswirkungen
22.1.10

EU-Zusatzstoffverordnung

Kennzeichnung von Lebensmittelzusatzstoffen,
die für den Endverbraucher bestimmt sind - Art. 23

- LMKV 1993
- Bezeichnung jedes
Lebensmittelzusatzstoffes/E-Nummer
- „für Lebensmittel“ oder „für Lebensmittel,
begrenzte Verwendung“

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Zusatzstoffverordnung

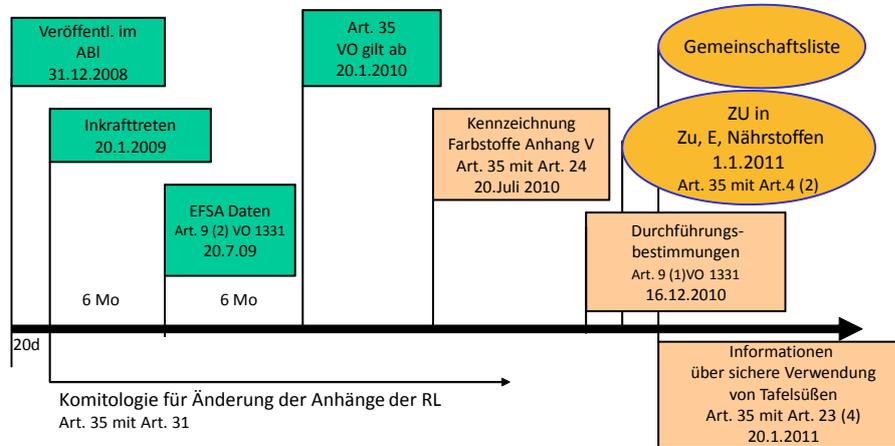
Kennzeichnung von Tafelsüßen - Art. 23

*Informationen, die die sichere
Verwendung der Tafelsüßen durch
den Verbraucher ermöglichen*

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Zusatzstoffverordnung



Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung



- Geltungsbereich-Klarstellung
- Definitionen
- Zulassungspflichtige und nicht zulassungspflichtige Aromen (Bewertung und Zulassung von Aromen aus „non-food“ und sonstigen Aromen)
- Grenzwertfestlegung für „active principles“ in Lebensmitteln, die maßgeblich zur Aufnahme beitragen
- Kennzeichnungsanforderungen an die Auslobung „natürlich“
- Informationspflicht der Lebensmittelunternehmer
- Monitoring des Intakes und der Verwendung; Berichte an EK

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung

Begriffsbestimmungen - Art. 3 Abs. 2 a)

Aroma

Erzeugnis,
das als solches nicht zum Verzehr bestimmt ist und Lebensmitteln zugesetzt
wird, um ihnen einen **besonderen Geruch oder Geschmack** zu verleihen oder
diese zu verändern

das aus folgenden Kategorien hergestellt wurde oder besteht: *Aromastoffe,*
Aromaextrakte, thermisch gewonnene Reaktionsaromen, Raucharomen,
Aromavorstufen, sonstige Aromen oder deren Mischungen

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung

Begriffsbestimmungen Art. 3 Abs. 2 i)

Lebensmittelzutat mit Aromaeigenschaften

Lebensmittelzutat, die kein Aroma ist und die Lebensmitteln in erster Linie zum
Zweck der Aromatisierung oder Veränderung des Aromas zugesetzt werden
kann und die wesentlich zum Vorhandensein bestimmter natürlich
vorkommender, jedoch unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln beiträgt

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung

Aromastoff

RL 88/388/EWG	Art. 3 (2)
natürlicher Aromastoff	natürlicher Aromastoff
naturidenter (synthetischer) Aromastoff	} Aromastoff
Aromastoff	

EU-Aromenverordnung

zulassungspflichtige Aromen - Art. 9

- Aromastoffe
- Aromaextrakte aus „non-food“
- Reaktionsaromen, die durch Erhitzen von Zutaten entstehen, die ganz od. teilweise aus „non-food“ bzw. Anhang V nicht entsprechen
- Aromavorstufen aus „non-food“
- Sonstige Aromen
- Ausgangsstoffe = „non-food“

EU-Aromenverordnung

Kennzeichnung von Aromen (**nicht** für den Endverbraucher bestimmt)

- Art. 15

- „Aroma“ od. genauere Bezeichnung od. Beschreibung des Aromas
- „für Lebensmittel“ /“für Lebensmittel begrenzte Verwendung“
- [Anweisung für Lagerung/Verwendung]
- Partie/Los
- In abst. Reihenfolge der Gewichtsanteile eine Liste:
 - enthaltener Aromakategorien
 - aller anderen im Erzeugnis enthaltenen Stoffe od. Materialien
- Name o. Fa. und Anschrift Hersteller/Verpacker/Verkäufer
- Angabe der Höchstmenge jedes Bestandteils, der mengenmässiger Beschränkung unterliegt od. geeignete Angaben
- Nettofüllmenge
- MHD
- [Aromen/Stoffe des Anhang III a der RL 2000/13/EG]

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung

Kennzeichnungsanforderung

an den Begriff „**natürlich**“ - Art. 16

- „natürliche(r) Aromastoff(e)“
- „natürliches **Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)-Aroma**“ (mind. 95% aus AS)
- „natürliches **Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)-Aroma** mit anderen natürlichen Aromen“ (AS-Aroma leicht erkennbar, aber <95%)
- „natürliches Aroma“

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung

Kennzeichnung von Aromen in der Zutatenliste

Art. 29 => Änderung RL 2000/13/EG

Bezeichnung in der Zutatenliste:

- „Aroma“ od. genauere Bezeichnung bzw. Beschreibung
- „Raucharoma“ od. „Raucharoma aus „Lebensmittel / Lebensmittelkategorie / Ausgangsstoff(e)“
- „natürlich“ im Sinne von Art. 16

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Aromenverordnung

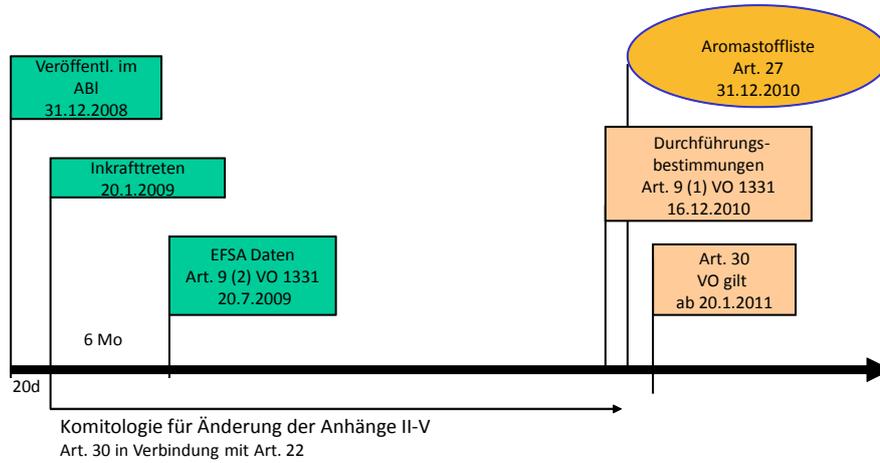
Anhänge

- I. Gemeinschaftsliste der zugelassenen Aromen und Ausgangsmaterialien für Aromen
- II. Liste herkömmlicher Lebensmittelzubereitungsverfahren
- III. Vorhanden sein bestimmter Stoffe
Teil B
Höchstwerte bestimmter Stoffe, die von Natur aus in Aromen und Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften vorkommen, in bestimmten zusammengesetzten Lebensmitteln
- IV. Liste der Ausgangsstoffe, deren Verwendung Einschränkungen unterliegt
- V. Herstellungsbedingungen für thermisch gewonnene Reaktionsaromen und Höchstmengen bestimmter Stoffe in diesen

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

Aromenverordnung

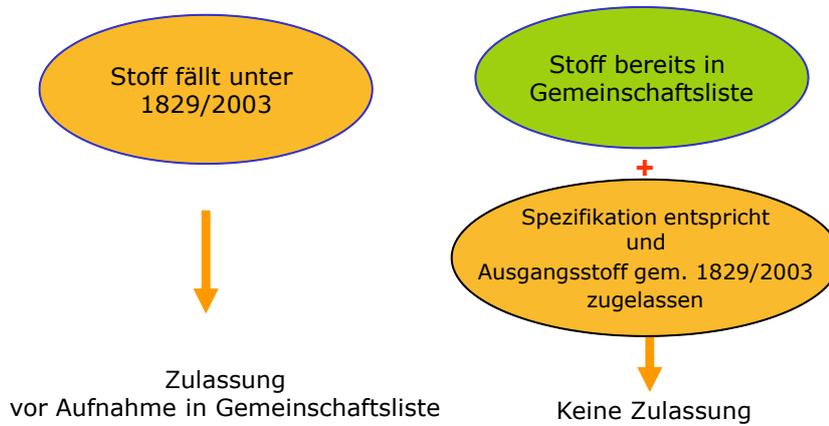


Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Legislativpaket (FIAP)

Zulassung gem. VO EG Nr. 1829/2003



Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Legislativpaket (FIAP)

Informationsverpflichtungen Hersteller/Verwender

- Neue wissenschaftliche oder technische Informationen, die die Sicherheit beeinflussen können
- Produktionsmethoden oder Ausgangsstoffe, die sich erheblich unterscheiden

Nach Aufforderung durch EK

- Enzyme und Zusatzstoffe - aktuelle Verwendung
- Aromastoffe – Menge der Lebensmitteln zugesetzt wurde

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

EU-Legislativpaket (FIAP)

Überwachung und Berichterstattung durch die Mitgliedsstaaten

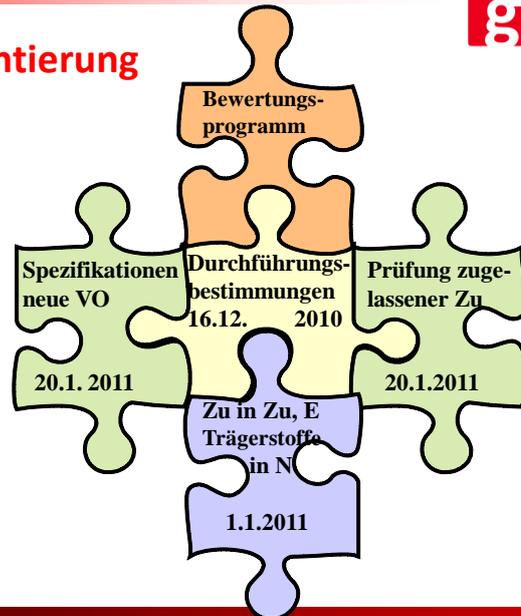
Überwachung

- des Verbrauch und der Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen
- des Verzehr und der Verwendung der Aromen der Gemeinschaftsliste
- des Verzehr der „active principles“

Dr. Sigrid Amann

FIAP-Technologische Auswirkungen
22.1.10

Implementierung



EU-Legislativpaket (FIAP)

Food categorisation system

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1 Dairy | 10 Eggs and Egg Products |
| 2 Fats and Oils | 11 Sugar and Table Top Sweeteners |
| 4 Fruit and Vegetables | 12 Salt, Spices, Seasonings, Sauces etc. |
| 5 Confectionary | 13 PARNUTS |
| 6 Cereals and Cereal Products | 14 Beverages |
| 7 Bakery Wares | 15 Snacks |
| 8 Meat and Meat Products | 16 Desserts |
| 9 Fish and Fish Products | 17 Food Supplements |

Microsoft Excel - cat 9 fish and fishery products

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster ?

A35

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	9	Fish and fishery products							
	9,1	Fresh fish including mollusks, crustaceans							
9.1.1		Fresh fish							
9.1.2		Fresh molluscs, crustaceans, and echinoderms							
	9,2	Processed fish and fishery products							
9.2.1		Cooked Frozen fish, fish fillets, and fish products, including mollusks, crustaceans, and echinoderms							
9.2.2		Cooked and/or fried fish and fish products, including mollusks, crustaceans, and echinoderms							
9.2.3		Smoked, dried, fermented, and/or salted fish and fish products, including mollusks, crustaceans, and echinoderms							
9.2.4		Semi-preserved fish and fish products							
9.2.5		Canned and bottled fish, mollusks, crustaceans, and echinoderms							
9.2.6		Surimi							
	9,3	Fish roe							
9.3.1		Raw fish roe							
9.3.2		Processed fish roe							

Microsoft Excel - cat 9 fish and fishery products

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster ?

B32

A	B	C	D
9.1.1	Fresh fish		
E 300	Ascorbic acid	QS	
E 301	Sodium ascorbate	QS	
E 302	Calcium ascorbate	QS	
E 330	Citric acid	QS	
E 331	Sodium citrates	QS	
E 332	Potassium citrates	QS	
E 333	Calcium citrates	QS	
E 315	Erythorbic acid	15000	only
E 316	Sodium erythorbate	1500	only
E 338 - 452	Phosphoric acid - phosphates - di - tri- and polyphosphates	5000	only in frozen ε
Group IV	Polyols	QS	only in froz not

Präsentation Prof. Dr. Emmerich Berghofer



Technologische Auswirkungen des Food Improvement Agents Package im Bereich Zusatzstoffe

E. Berghofer, Katharina Hanz, Julia Schmidt und Ute Innerkofler
Institut für Lebensmitteltechnologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie
Universität für Bodenkultur Wien

2



Allgemeine technologische Gesichtspunkte der VO (EG) Nr. 1333/2008 vom
16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe

ZUSATZSTOFF ?

Artikel 3 Begriffsbestimmungen

- (2) Für die Zwecke dieser Verordnung gelten ferner folgende Begriffsbestimmungen:
- a) „Lebensmittelzusatzstoff“: ein Stoff mit oder ohne Nährwert, der in der Regel weder selbst als Lebensmittel verzehrt noch als charakteristische Lebensmittelzutat verwendet wird und einem Lebensmittel aus technologischen Gründen bei der Herstellung, Verarbeitung, Zubereitung, Behandlung, Verpackung, Beförderung oder Lagerung zugesetzt wird, wodurch er selbst oder seine Nebenprodukte mittelbar oder unmittelbar zu einem Bestandteil des Lebensmittels werden oder werden können;

3



Nicht als Lebensmittelzusatzstoffe gelten:

- i) Monosaccharide, Disaccharide und Oligosaccharide
- ii) Lebensmittel, getrocknet oder in konzentrierter Form, einschließlich Aromen, die bei der Herstellung von zusammengesetzten Lebensmitteln wegen ihrer **aromatisierenden, geschmacklichen oder ernährungsphysiologischen Eigenschaften** beigegeben werden und eine färbende Nebenwirkung haben;
- iii) Stoffe, die zum **Umhüllen oder Überziehen** verwendet werden, aber nicht Teil der Lebensmittel sind und nicht mit diesen Lebensmitteln verzehrt werden sollen;
- iv) **Erzeugnisse, die Pektin enthalten** und aus getrockneten Rückständen ausgepresster Äpfel oder aus getrockneten Schalen von Zitrusfrüchten („flüssiges Pektin“);
- v) **Kaubasen** zur Herstellung von Kaugummi;
- vi) Weiß- oder Gelbdextrin, geröstete oder dextrinierte Stärke, **durch Säure- oder Alkalibehandlung modifizierte Stärke, gebleichte Stärke, physikalisch modifizierte Stärke und mit amyolytischen Enzymen behandelte Stärke**;

19. „Modifizierte Stärken“ sind durch ein- oder mehrmalige chemische Behandlung aus essbaren Stärken gewonnene Stoffe. Diese essbaren Stärken können einer physikalischen oder enzymatischen Behandlung unterzogen und durch Säure- oder Alkalibehandlung dünnkochend gemacht oder gebleicht worden sein.

4



„Funktionsklasse“:

Eine der in Anhang I der VO (EG) Nr. 1333/2008 vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe aufgeführten, nach der technologischen Funktion in Lebensmitteln geordneten Gruppen von Zusatzstoffen;

- Die Funktionsklassen der EU weichen von den Funktionsklassen des *Codex Alimentarius* der FAO/WHO ab.
- Die Definition der Funktionsklassen ist aus wissenschaftlich/technologischer Sicht nicht logisch und nicht immer nachvollziehbar.
- Es konnte keine **offizielle, vollständige Zuordnung** der einzelnen zugelassenen Zusatzstoffe zu einer oder mehreren Funktionsklassen gefunden werden.

5



ANHANG I

Funktionsklassen
 von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
 und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen

1. „Süßungsmittel“	15. „Schaummittel“
2. „Farbstoffe“	16. „Geliermittel“
3. „Konservierungsstoffe“	17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“
4. „Antioxidationsmittel“	18. „Feuchthaltemittel“
5. „Trägerstoffe“	19. „Modifizierte Stärken“
6. „Säuerungsmittel“	20. „Packgase“
7. „Säureregulatoren“	21. „Treibgase“
8. „Trennmittel“	22. „Backtriebmittel“
9. „Schaumverhüter“	23. „Komplexbildner“
10. „Füllstoffe“	24. „Stabilisatoren“
11. „Emulgatoren“	25. „Verdickungsmittel“
12. „Schmelzsalze“	26. „Mehlbehandlungsmittel“
13. „Festigungsmittel“	
14. „Geschmacksverstärker“	

23 Funktionsklassen laut Codex Alimentarius (FAO/WHO)
32 Funktionsklassen laut FDA Code of Federal Regulations (US)

6



Trends in der Lebensmittelversorgung

- GESELLSCHAFTLICHE ENTWICKLUNGEN
 - ↳
 - ERNÄHRUNGSTRENDS
 - ↳
 - PRODUKTTRENDS
 - ↳
 - ↗
 - TECHNOLOGIETRENDS

7



WARUM ZUSATZSTOFFE ?

Zusatzstoffe, Enzyme und Aromen werden in der heutigen Form der Lebensmittelversorgung vor allem benötigt, um die immer länger werdende zeitliche und räumliche Distanz zwischen der Herstellung von Convenience-Lebensmittel (*convenience food, processed food*) und deren Verzehr durch die Konsumenten zu überbrücken.

Handel und Konsumenten verlangen nämlich immer längere Haltbarkeitsfristen. Eine kostengünstige Aufrechterhaltung des hygienischen Zustandes und der sensorischen Eigenschaften erfordert den Einsatz der diversen Hilfsmittel.

Je länger die Haltbarkeitsfristen und je billiger die Lebensmittel sein sollen, umso mehr Zusatzstoffe sind erforderlich.

Werden sie benötigt ?

8



Nutzung neuer Technologien für die Herstellung von Zusatzstoffen

Neue Biotechnologie

- **Nutzung von pflanzlichen und tierischen Zellkulturen**
- **Gentechnisch veränderte Mikroorganismen (GVMO) zur Erzeugung von**
 - **Primärprodukten (Proteine, Enzyme) (indirekte Nutzung)**
 - **Sekundären Metaboliten (indirekte Nutzung)**
 - **Fermentierten Lebensmitteln (direkte Nutzung)**
- **Erzeugung transgener Pflanzen**
 - Verbesserung der Resistenz gegen Herbizide, Schädlinge, Krankheitserreger und Stressfaktoren
 - Ertrags- und Qualitätssteigerung
 - **Veränderung der Eigenschaften**
- **Erzeugung transgener Tiere**
 - Erhöhung der Produktions-, Synthese- und Reproduktionsleistung
 - Verbesserung der Resistenz gegenüber Krankheiten

9



Nutzung neuer Technologien für die Herstellung von Zusatzstoffen

- **Nutzung von pflanzlichen Zellkulturen**
(z.B.: Aromastoffe, Süßstoffe)
- **Gentechnische Herstellung von Zusatzstoffen:**
z.B.: Süßstoffe (Süße Proteine), Stärken

Kennzeichnung

Wenn Zusatzstoffe aus einem gentechnisch veränderten Organismus gewonnen werden, dann kennzeichnungspflichtig (z.B. Lecithin aus genmodifizierten Sojabohnen)

Wenn Zusatzstoffe mit Hilfe von gentechnisch veränderten MO hergestellt werden, muss dieses Verfahren nicht auf dem Etikett deklariert werden.

Wenn Enzyme mit Hilfe von gentechnisch veränderten MO hergestellt werden, gegenwärtig nicht kennzeichnungspflichtig (?)

10

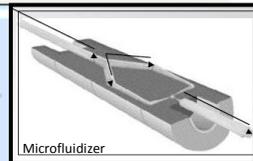


Nanotech-Strategien

Top-down-Strategie

Durch Zerkleinerung werden Strukturen unter 100 nm erreicht (z.B. Kolloidvermahlung oder Mikroemulsion). Es entstehen Nanopartikel, Nanofasern, Nanopulver, Nanoemulsionen usw.

Partikel dieser Größe haben eine enorm vergrößerte Oberfläche und weisen deshalb ganz andere Eigenschaften auf (z.B. größere Reaktionsfreudigkeit, verbesserte Textur und sensorische Eigenschaften, bessere Bioverfügbarkeit).



Zusatzstoffe in Nanoform:

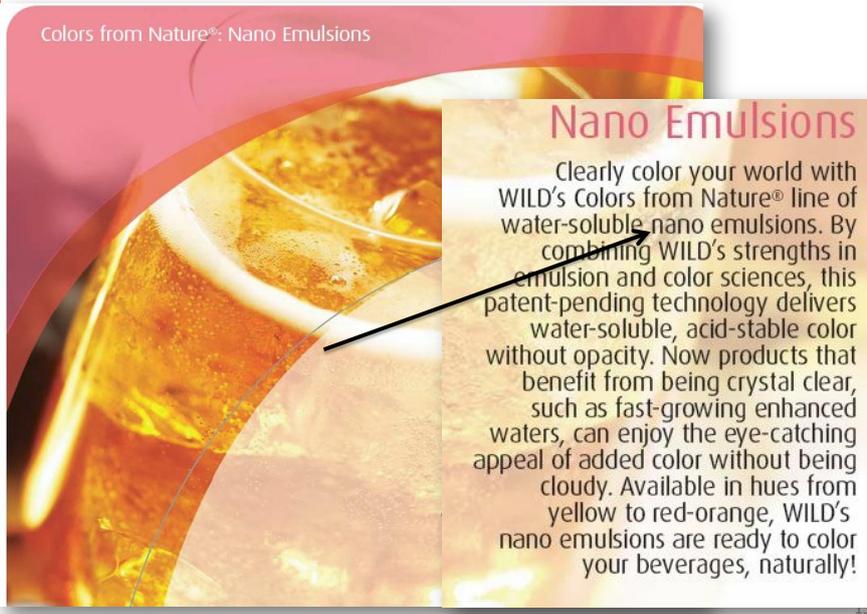
- Farbpigmente [z.B. Titanoxid (E 171)]
- Nanoemulsionen



Nanotech-Strategien



Colors from Nature®: Nano Emulsions



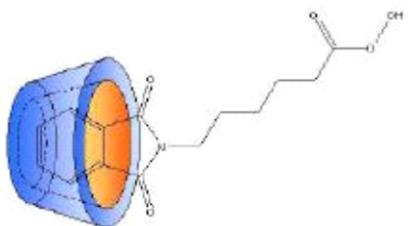
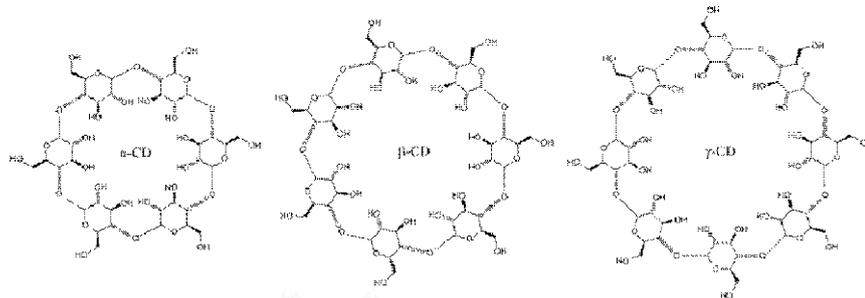
Nano Emulsions

Clearly color your world with WILD's Colors from Nature® line of water-soluble nano emulsions. By combining WILD's strengths in emulsion and color sciences, this patent-pending technology delivers water-soluble, acid-stable color without opacity. Now products that benefit from being crystal clear, such as fast-growing enhanced waters, can enjoy the eye-catching appeal of added color without being cloudy. Available in hues from yellow to red-orange, WILD's nano emulsions are ready to color your beverages, naturally!



CYCLODEXTRINE

β -Cyclodextrin - Lebensmittelzusatzstoff E 459



Ringverbindung aus 6 Glucosemolekülen, sind als nanometerkleine Molekülfallen anzusehen (**Nanotüten**).

Sie können in ihrem hydrophoben Innenraum lipophile Substanzen, wie fettlösliche Vitamine, Aromastoffe oder **Cholesterin** einschließen.



Generelle Trends bei Zusatzstoffen und Aromen

- **Viel(e) ⇔ wenig(e)**
- **Entstehung von Grauzonen
zwischen Zusatzstoffen und Zutaten
(Trennen ⇔ Mischen)**

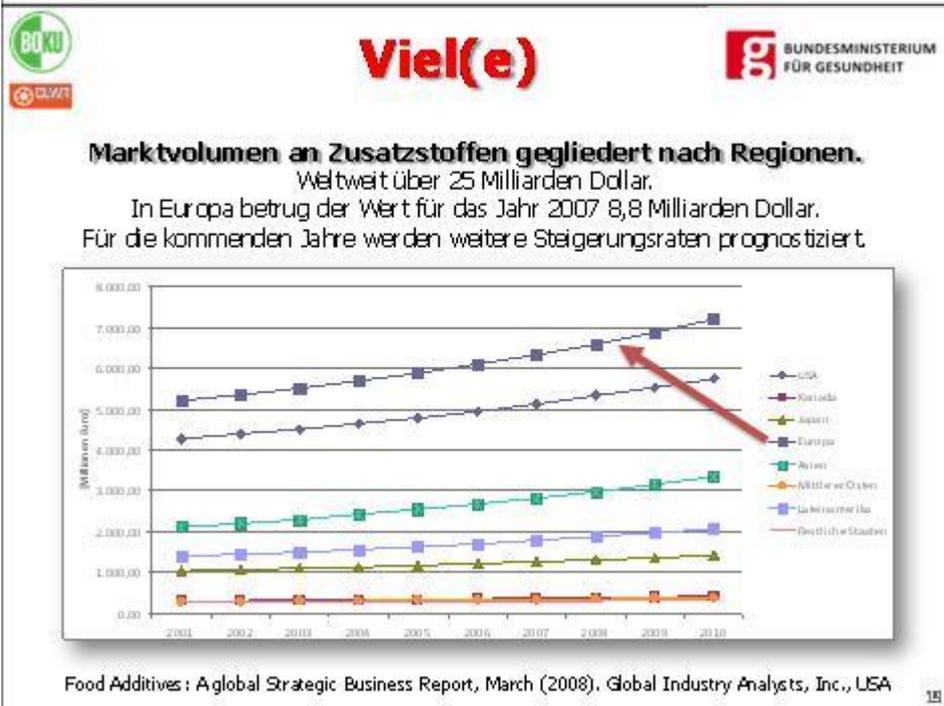
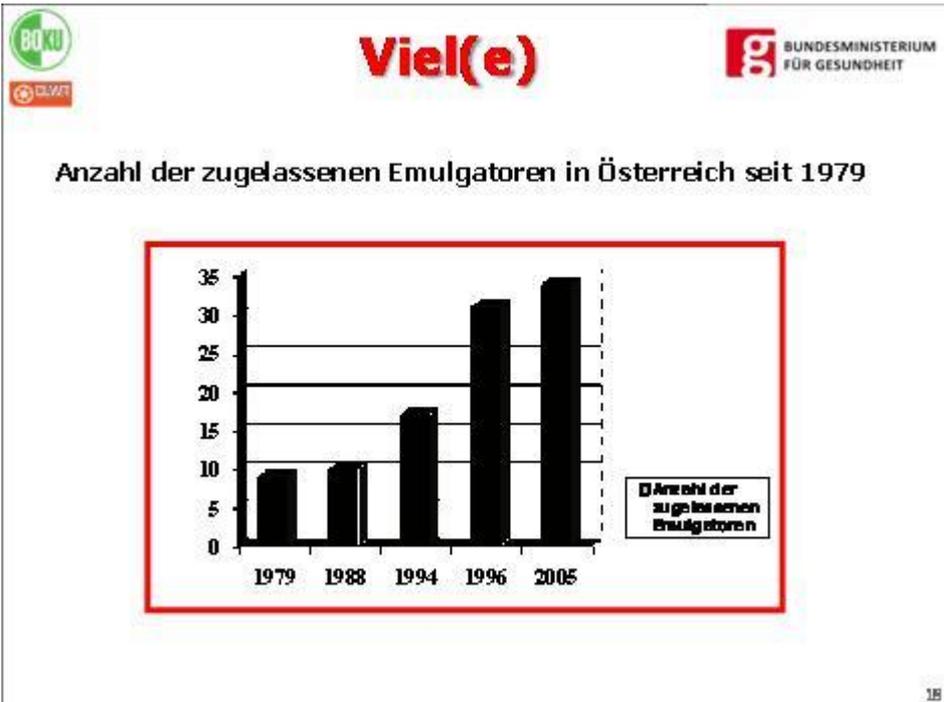
16



Viel(e)

- Immer mehr zugelassene Zusatzstoffe
- Immer mehr Lebensmittel, in denen Zusatzstoffe verwendet werden.
- Immer mehr Zusatzstoffe in einzelnen Lebensmitteln

17





Viel(e)



Europäischer Trend für den Zusatzstoffmarkt

Produktgruppe/Segment	2011	2012	2013	2014	2015	Durchschnittlicher Anstieg (%)
Stärkungsmittel	333,20	338,22	345,20	351,25	357,05	1,43
Chloride/Fat Reducers	847,17	885,09	1.044,47	1.185,34	1.147,74	4,26
Fat Substitutes	362,46	383,80	405,84	428,81	452,72	4,88
Salzstoffe	584,71	611,28	638,53	666,44	695,08	3,77
Hydrokollide	855,80	881,07	1.006,33	1.081,68	1.057,11	2,12
Vitamine & Mineralien	454,48	471,02	487,72	504,55	521,52	2,85
Farbstoffe	268,71	281,53	294,73	308,34	322,34	3,88
natürlich	181,43	200,86	210,78	220,80	231,34	4,17
künstlich	77,28	80,67	83,96	87,54	91,00	3,55
Aromen	2.400,80	2.511,60	2.625,17	2.741,08	2.858,21	3,82
Flavouring Aids	1.536,07	1.625,83	1.688,38	1.783,47	1.871,28	4,36
Preservatives	238,20	248,43	258,84	269,72	280,77	3,57
Antioxidantien	142,08	148,23	156,65	164,30	172,38	4,25
Antimicrobials	86,17	88,20	90,28	92,42	94,58	2,58
Processing Aids	383,60	405,81	428,86	452,76	477,53	4,80
Total	7.517,73	7.848,71	8.188,79	8.528,10	8.884,58	3,68

Food Additives: A global Strategic Business Report, March (2008) . Global Industry Analysts, Inc . LEA 20



Viel(e)






Art. No: 2508
Muffin banana 68g

Ingredients: Sugar, vegetable oils and fats, wheat strength, whole egg, water, modified strength acetyliertes Distärkephosphat wheat flour, sweet whey powder, glucose syrup, lean dried milk, iodized salt, banana aroma, aroma, emulsifier Natriumstearoyl-2-lactylat, thickening means xanthan.

Can contain traces of peanuts, lupines and sesame.

Consume within 24 hours.

Charge: 2508303

21



Viel(e)



Freizügiger Umgang mit Zusatzstoffen in der „Molekularen Gastronomie“!

Consommé Tagliatelle *El Bulli – 1999 – Rezept 567*

500 g klare Consommé
7,5 g Agar
Salz



Rote Bete Bouillon – Juan Amador *Tre Torri, Tapas - Das Kochbuch, S.68ff*

400 ml Rote-Bete Saft
100 ml Himbeeressig
Meersalz
Weißer Pfeffer
Zucker nach Geschmack
3 g Alginat
15 g/L CaCl_2



Sphärisierter Honigmelonen- Kaviar -El Bulli – 2003 – S.256ff

1 Honigmelone
8 g/L Alginat
6,5 g/L CaCl_2



22



Wenig(e)



- **Clean labeling**
- **Clear labeling**
- **Keine DPZS (= deklarationspflichtige Zusatzstoffe)**

Aufbau der 2. Marketingfalle durch die Lebensmittelindustrie !

1. Heile Welt der LM-Herstellung in der Werbung
2. Ach, wie böse sind die Zusatzstoffe, und wir sind die guten!

23



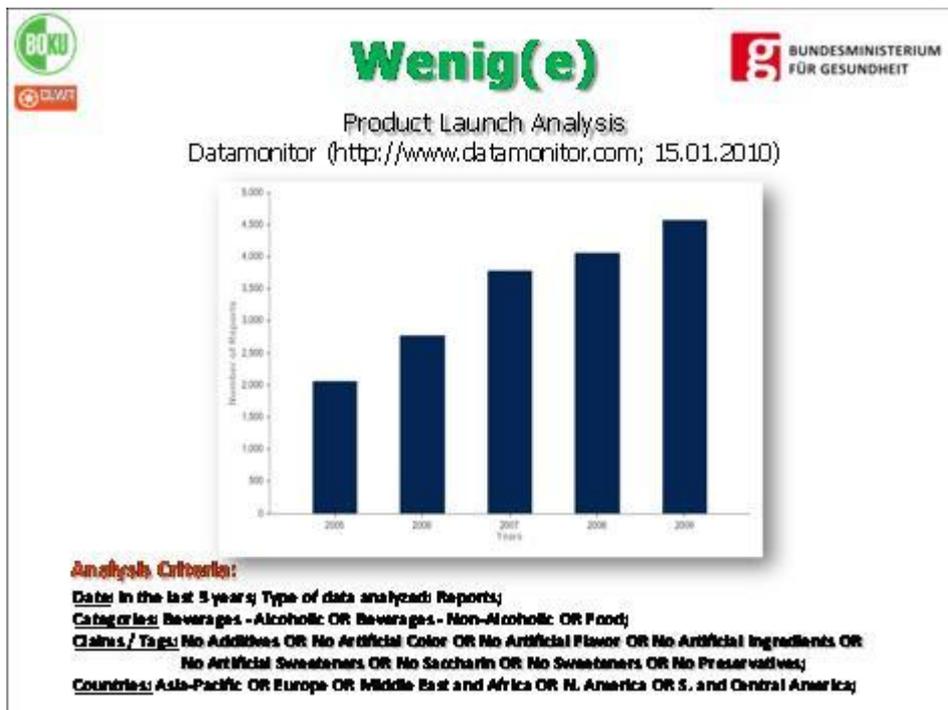
Wenig(e)



Wie ist dieses Ziel erreichbar?

- a) Tatsächliche Vermeidung von Zusatzstoffen:
z.B. Bei BIO-Lebensmittel muss es gehen: Nur etwa ein Zehntel der bei anderen LM zugelassenen Zusatzstoffe dürfen eingesetzt werden [VO 834/2007].
- Wenn sich dieser Trend auch bei konventionellen Lebensmitteln weiter fortsetzt, könnte es zu zwei Klassen an Lebensmitteln kommen.
Pointiert formuliert: Billige, zusatzstoffreiche Lebensmittel für die Masse und teurere, exklusive Lebensmittel für die Klasse.
- b) Ersatz durch deklarationsfreie, natürliche (?) Stoffe mit zusatzstoffähnlicher Wirkung
- c) Technische Maßnahmen zur Bildung von Zusatzstoffen *in situ* oder zur Auslösung von ähnlichen Effekten, wie Zusatzstoffe
- d) Missbräuchliche Verwendung zugelassener und nicht zugelassener Zusatzstoffe bzw. Nichtdeklaration eingesetzter Zusatzstoffe.

24





Wenig(e)



Nestlé Confectionery's KIT KAT 2 FINGER chocolate biscuit bars are to be re-launched this August with a new recipe that means they are **free from artificial flavours, colours and preservatives.**

This move, which will be communicated on pack with a banner saying 'No artificial colours, flavours and preservatives', is part of Nestlé Confectionery's overall strategy of improving its products and ensuring they can be enjoyed as part of balanced, healthy lifestyles.

Hayley Smith, Nutritionist for Nestlé UK comments; "Our consumers are really interested in the ingredients our products contain and parents in particular are looking for us to remove artificial colours and flavours where possible. Making a change to KIT KAT, one of our biggest brands and a family favourite, is a really positive step forward."

26



Wenig(e)

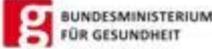


The Art of Swiss Ice Cream

Every Mövenpick flavour is natural, **with no artificial additives or colours** - a subtle and delicate work of culinary inspiration that is sure to delight the most discerning gourmets.

27





Trends bei Zusatzstoffen und Aromen

- Viel(e) ↔ wenig(e)
- **Entstehung von Grauzonen
zwischen Zusatzstoffen und Zutaten
(Trennen ↔ Mischen)**

28





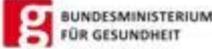
Entstehung von Grauzonen

Immer mehr lassen sich in der Lebensmitteltechnologie folgende Tendenzen beobachten:

- a) „Zerlegung“ (Fraktionierung) von Rohstoffen und Nutzung der Fraktionen zur Komposition neuer Lebensmittel.
- b) Gewinnung spezifischer Stoffe aus Lebensmittelrohstoffen oder Nebenprodukten und deren Einsatz als Ingredienz bzw. Zutat in Lebensmitteln mit spezifischer Wirkung (funktionell-technologische oder funktionell-ernährungsphysiologische Wirkung) (z.B. Ballaststoffpräparate bzw. -isolate; Proteinkonzentrate bzw. -isolate).
- c) Herausnahme von Inhaltsstoffen aus Lebensmitteln und deren Ersatz durch andere Stoffe, Zutaten und/oder Zusatzstoffe (z.B. bei kalorienreduzierten Lebensmitteln).

29





Entstehung von Grauzonen

Die Fragen, die sich hier ergeben sind folgende:

- Wie werden solche Fraktionen, Isolate, Extrakte etc. rechtlich und ernährungsphysiologisch bewertet?
- Gelten sie wirklich als Lebensmittel? Sind es „Novel Food“? Gelten zumindest einige als Zusatzstoffe?
- Welche Aspekte sind zu berücksichtigen, wenn zwar natürlich in Lebensmittelrohstoffen vorkommende Substanzen isoliert und dann in weit höheren Konzentrationen eingesetzt werden, als ihrer natürlichen Konzentration entspricht?
- Haben solche Fraktionen, Isolate, Extrakte etc. eventuell Nebeneffekte, um deklarationspflichtige Zusatzstoffe zu ersetzen?
(⇒ *Functional Ingredients*)

30





Entstehung von Grauzonen

Definition Süßungsmittel

ANHANG I
Funktionsklassen

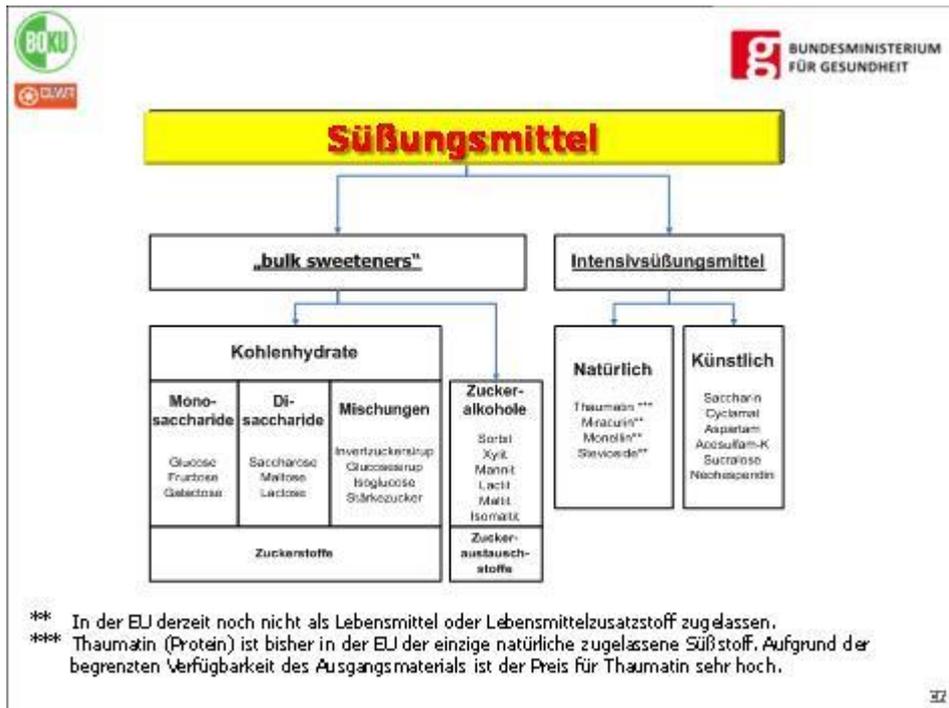
1. „Süßungsmittel“ sind Stoffe, die zum Süßen von Lebensmitteln und in Tafelsüßen verwendet werden.

Artikel 3
Begriffsbestimmungen

Folgende Stoffe gelten nicht als Lebensmittelzusatzstoffe:

- i) Monosaccharide, Disaccharide und Oligosaccharide und wegen ihrer süßenden Eigenschaften verwendete Lebensmittel, die diese Stoffe enthalten;

31



Entstehung von Grauzonen

Bereits kommerziell erzeugte präbiotische Oligosaccharide [MAISCHBERGER, 2008]

Oligosaccharid-Typ	Molekulare Struktur	Bindungs-Typ	Hersteller	Markenname
Fruktooligosaccharide (FOS)	(Fru)-Glu	β -1,2	Mitsui Soda Kabushiki (Japan) Bergin-Milch (Frankreich) Oralt (Italien)	Miligo ActiMight Oralt Oligofructose
Galaktooligosaccharide (GOS)	(Gal)-Glu	β -1,4; β -1,2	Yakult Honsha (Japan) Mitsui Sugar (Japan) Friesland Foods Domo (Niederlande)	Oligonova Cup-Oligo Miral GOS
Isomaltoligosaccharide	(Glu) _n	α -1,6	Shohe Sangyo (Japan)	Isomalt-900
Laktulose	Gal-Fru	β -1,4	Fresenius Kabi (Österreich) Morinaga Milk Industry (Japan) Solray (Deutschland)	Laculac MLS/P/C Bifural
Soy-Oligosaccharide	(Gal) _n -Glu-Fru	α -1,6	Calpis Food Industry (Japan)	Soya-oligo
Laktosucrose	Gal-Glu-Fru	β -1,4	Ensuiko Sugar Refining (Japan)	Myuko-Oligo
Xylooligosaccharide	(Xyl) _n	β -1,4	Suntory Ltd. (Japan)	Xylo-oligo
Galactooligosaccharide	(Glu) _n	β -1,6	Niho Shokuhin Kaku (Japan)	Ganico

NOVEL FOOD?

80 10
D.M.F.

BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT

ANHANG I

Funktionsklassen

- von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
- und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen

1. „Süßungsmittel“	15. „Schaummittel“
2. „Farbstoffe“	16. „Gellmittel“
3. „Konservierungsstoffe“	17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“
4. „Antioxidationsmittel“	18. „Feuchthaltemittel“
5. „Trägerstoffe“	19. „Modifizierte Stärken“
6. „Säuerungsmittel“	20. „Packgase“
7. „Säureregulatoren“	21. „Treibgase“
8. „Trennmittel“	22. „Backtriebmittel“
9. „Schaumverhüter“	23. „Komplexbildner“
10. „Füllstoffe“	24. „Stabilisatoren“
11. „Emulgatoren“	25. „Verdickungsmittel“
12. „Schmelzsalze“	26. „Mehlbehandlungsmittel“
13. „Festigungsmittel“	
14. „Geschmacksverstärker“	

34

80 10
D.M.F.

BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT

Süßstoffe – Ersatz für Zucker?

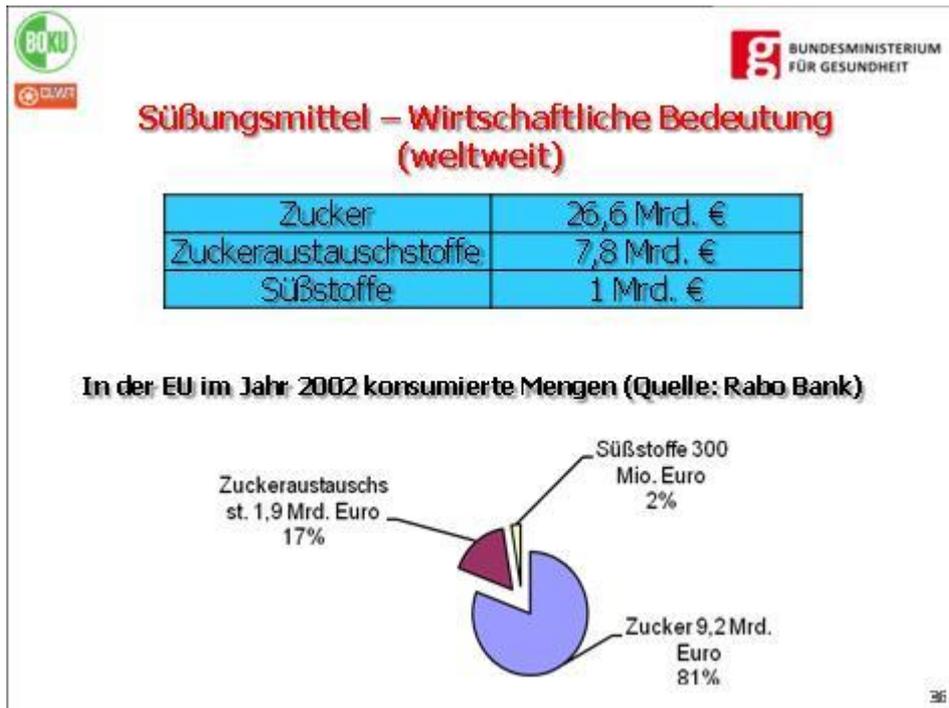
Die weltweite Produktion von Zucker und Süßstoffen betrug im Jahr 2002/2003 165,7 Mill. Tonnen Zuckeräquivalente (ZÄ). Davon entfielen:

83 % auf Zucker (Saccharose)	142,6 Mio. Tonnen ZÄ
10 % auf Zuckeraustauschstoffe	17,6 Mio. Tonnen ZÄ
7 % auf Intensiv Süßstoffe	11,6 Mio. Tonnen ZÄ

Die weltweite Zuckerproduktion hätte also um ca. 17 % zurückgehen müssen, wenn Intensiv Süßungsmittel und Zuckeralkohole wirklich Saccharose in Lebensmitteln ersetzt hätten.

Entwicklung der Weltzuckererzeugung sowie der Rohr- und Rübenzuckererzeugung

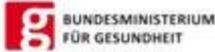
25



Mögliche neue Süßungsmittel

Journal/Patent	Inhalt
WO 2009/063921 A1	Vermischung von Rebaudiosid A mit Mogrosid V (Haupt-Süßungskomponente aus <i>Siraitia grosvenori</i>)
Modern Food Science & Technology, 25, (2): 172-175 (2009)	Neues Dipeptid als Süßungsmittel, N-[3-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl)propyl]-aspartyl-L-phenylalanine-1-methylester (NC-Asp)
WO 2009/045393 A1	Monatin (1-amino-1,3-dicarboxy-3-hydroxy-but-4-yl)
Journal of Food Science, 74, (1): 16-23 (2009)	Mit Hilfe von Milchsäurebakterien hergestelltes Süßungsmittel, welches Mannitol, Sorbitol, Tagatose und Trehalose enthält
US 2009/0130272 A1	Verwendung eines Gases, oder einer gashaltigen Mischung, welche Distickstoffoxid enthält als Süßungsmittel
US 7 368 142 B2 (2008)	Natürliches Süßungsmittel, hergestellt aus Fructose, Luo Han Guo und Inulin
DE 10 2007 026 713 A1 (2008)	Verwendung von 5-Kesto-D-Fructose als natürliches Süßungsmittel
Food & Beverage International, 7, (3): 28-29 (2008)	Verwendung von Stevia and Luo Han Guo als Süßungsmittel
JP 2008/00288 A (2008)	Süßungsmittel aus Süßholz (Glycyrrhiza)
WO 2007/007310 A1	Süßungsmittel welches Nanopartikel und ein Kohlenhydrat enthält



ANHANG I

Funktionsklassen

- von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
- und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen

1. „Süßungsmittel“	15. „Schaummittel“
2. „Farbstoffe“	16. „Gellmittel“
3. „Konservierungsstoffe“	17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“
4. „Antioxidationsmittel“	18. „Feuchthaltemittel“
5. „Trägerstoffe“	19. „Modifizierte Stärken“
6. „Säuerungsmittel“	20. „Packgase“
7. „Säureregulatoren“	21. „Treibgase“
8. „Trennmittel“	22. „Backtriebmittel“
9. „Schaumverhüter“	23. „Komplexbildner“
10. „Füllstoffe“	24. „Stabilisatoren“
11. „Emulgatoren“	25. „Verdickungsmittel“
12. „Schmelzsalze“	26. „Mehlbehandlungsmittel“
13. „Festigungsmittel“	
14. „Geschmacksverstärker“	

38

Farbstoffe



Azofarbstoffe

Bei Verwendung der im Anhang V aufgelisteten Farbstoffe - Gelborange S (E 110), Chinolingelb (E 104), Azorubin (E 122), Allurarot AC (E 129), Tartrazin (E 102) und Cochenillerot A (E 124) – ist folgende zusätzliche Angabe erforderlich:

„Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen“

Der Warnhinweis basiert auf einer 2007 durch McCANN et al. an der Universität Southamptons (UK) durchgeführten Studie („Southampton-Studie“), nach welcher sich zwei Mischungen einiger Azofarbstoffe (E102, E110, E122, E124 bzw. E104, E110, E122, E129) mit Natriumbenzoat als Promotoren für Hyperaktivität und Verhaltensauffälligkeiten erwiesen.

39

Farbstoffe

Azofarbstoffe

Kritik der „Southampton-Studie“ aus wissenschaftlicher Sicht:

- Es wurden nur diese beiden Gemische (vier Azofarbstoffe mit Natriumbenzoat) untersucht, jedoch der Nachweis der Wirkung der Einzelsubstanzen nicht erbracht. Es wäre demnach möglich, dass nur „ein oder zwei dieser Substanzen eine Auswirkung haben, dass Natriumbenzoat alleine wirkt oder dass es die Mischung macht“.
- Die restlichen Azofarbstoffe wurden nicht berücksichtigt haben, obgleich diese chemisch sehr ähnlich sind.
- Das mit der Überprüfung der Southampton-Studie beauftragte AFC-Gremium der EFSA zeigte auf,
 - dass die Auswirkungen sehr geringfügig waren,
 - die beobachteten Wirkungen der beiden Gemische, sowie zwischen den beiden getesteten Altersgruppen nicht übereinstimmen
 - und Informationen über die klinische Bedeutung der beobachteten Verhaltensänderungen fehlen.

40

Farbstoffe

VERORDNUNG (EG) Nr. 1331/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 16. Dezember 2008
über ein einheitliches Zulassungsverfahren für Lebensmittelzusatzstoffe, -enzyme und -aromen

Artikel 6

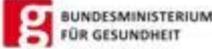
Allgemeine Bedingungen für die Aufnahme von Lebensmittelzusatzstoffen in die Gemeinschaftsliste und für die Verwendung der Lebensmittelzusatzstoffe

(1) Ein Lebensmittelzusatzstoff darf nur in die Gemeinschaftslisten in den Anhängen II und III aufgenommen werden, wenn die folgenden Voraussetzungen und gegebenenfalls andere berücksichtigungswerte legitime Faktoren — einschließlich umweltrelevanter Faktoren — erfüllt sind:

- a) der Lebensmittelzusatzstoff ist bei der vorgeschlagenen Dosis für die Verbraucher gesundheitlich unbedenklich, soweit die verfügbaren wissenschaftlichen Daten ein Urteil hierüber erlauben,

Was nun?
Azofarbstoffe gesundheitlich bedenklich oder nicht?

41

Farbstoffe

Auswirkungen der Southampton-Studie

Die Einführung des Warnhinweises könnte sich als von großer ökonomischer Bedeutung erweisen, zumal insbesondere Süßwaren häufig, eben aufgrund deren knalliger, langanhaltender Färbung, Azofarbstoffe erhalten.

Viele, vor allem die großen Farbstoff-Lieferanten und -Verwender reagieren mit intensiven Forschungsaktivitäten zum Ersatz der Azofarbstoffe, bzw. haben diese bereits ersetzt. (z.B.: Mars und Haribo erklärten bereits 2007, bis Ende 2007 Azofarbstoffe in ihren Produkten zu ersetzen.)

Dieser Trend wird verstärkt durch den allgemein am Zusatzstoffsektor zu beobachtenden Trend nach „clear labeling“.

42




Farbstoffe

Clean-Labeling und „Natürlichkeit“

Deklarationspflichtige,
synthetische (Azo-)
Farbstoffe

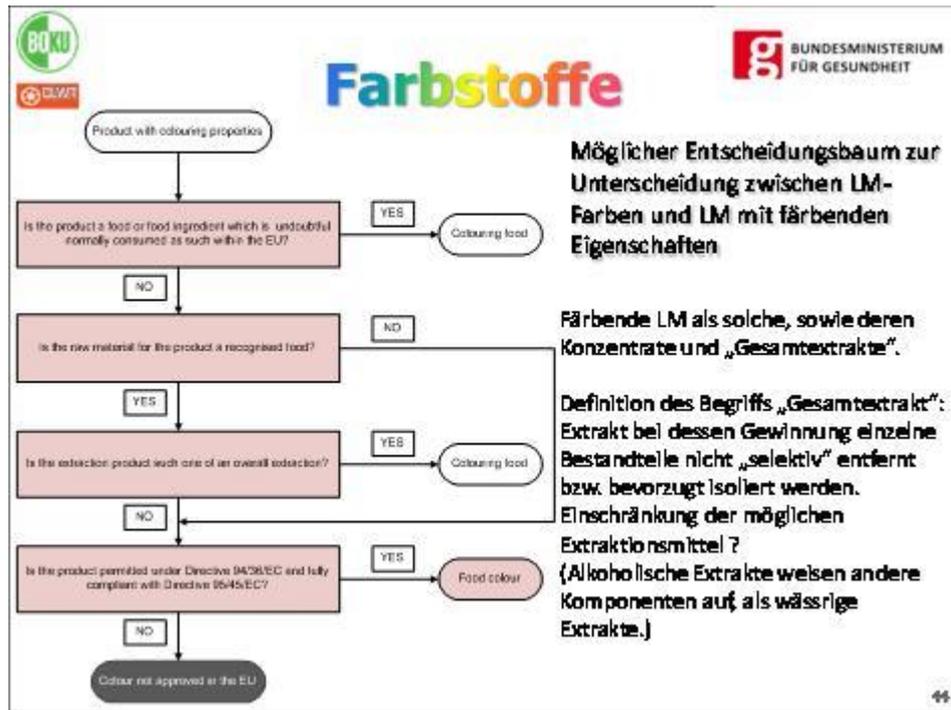
↔

Nicht deklarationspflichtige
„Lebensmitteln mit färbenden
Eigenschaften“

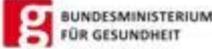
Deklarationspflichtige,
natürliche Farbstoffe

Lebensmittel mit färbenden Eigenschaften???????

43



- ANHANG I**
Funktionsklassen
- von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
 - und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen
- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. „Stüßungsmittel“ | 15. „Schaummittel“ |
| 2. „Farbstoffe“ | 16. „Gellermittel“ |
| 3. „Konservierungsstoffe“ | 17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“ |
| 4. „Antioxidationsmittel“ | 18. „Feuchthaltemittel“ |
| 5. „Trägerstoffe“ | 19. „Modifizierte Stärken“ |
| 6. „Säuerungsmittel“ | 20. „Packgase“ |
| 7. „Säureregulatoren“ | 21. „Treibgase“ |
| 8. „Trennmittel“ | 22. „Backtriebmittel“ |
| 9. „Schaumverhüter“ | 23. „Komplexbildner“ |
| 10. „Füllstoffe“ | 24. „Stabilisatoren“ |
| 11. „Emulgatoren“ | 25. „Verdickungsmittel“ |
| 12. „Schmelzsalze“ | 26. „Mehlbehandlungsmittel“ |
| 13. „Festigungsmittel“ | |
| 14. „Geschmacksverstärker“ | |

Konservierungsstoffe

- Chemische Konservierungsmittel haben ein sehr schlechtes Image bei den Konsumenten!
- Deshalb wurden in letzter Zeit kaum neue chemische Konservierungsmittel zugelassen.
- Besonders intensive Suche nach „natürlichen“ Ersatzmitteln.

Strategien und Mittel zum Ersatz der chemischen KM:

- Einsatz „natürliche“ Konservierungsmittel, wie z.B.:
 - Hopfenharze
 - Myristinsäure aus Palmkernöl
 - Teeinhaltsstoffe
- Enzymatische Konservierung
- Verwendung von Bakteriophagen als „KM“ (?)
(-> Oberflächendesinfektion)

46

ANHANG I

Funktionsklassen

- von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
- und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen

1. „Stützungsmittel“	15. „Schaummittel“
2. „Farbstoffe“	16. „Gellermittel“
3. „Konservierungsstoffe“	17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“
4. „Antioxidationsmittel“	18. „Feuchthaltemittel“
5. „Trägerstoffe“	19. „Modifizierte Stärken“
6. „Säuerungsmittel“	20. „Packgase“
7. „Säureregulatoren“	21. „Treibgase“
8. „Trennmittel“	22. „Backtriebmittel“
9. „Schaumverhüter“	23. „Komplexbildner“
10. „Füllstoffe“	24. „Stabilisatoren“
11. „Emulgatoren“	25. „Verdickungsmittel“
12. „Schmelzsalze“	26. „Mehlbehandlungsmittel“
13. „Festigungsmittel“	
14. „Geschmacksverstärker“	

47



80+11



BUNDESMINISTERIUM
FÜR GESUNDHEIT



Emulgatoren – Wirtschaftliche Bedeutung

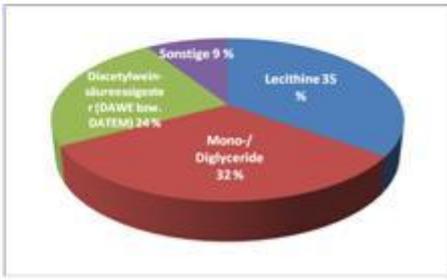
Die wirtschaftliche Bedeutung von Emulgatoren vor allem im Backwarenbereich ist beachtlich!

Mind. 90 % aller Kleingebäcke in Deutschland enthalten Emulgatoren. In Österreich dürften die Verhältnisse vergleichbar sein. Der derzeitige Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland liegt bei ca. 15 kg Kleingebäck/Jahr. Die Mitgliedsfirmen des Verbandes der Dt. Backmittel- und Backgrundstoffhersteller e.V. geben allein für Lecithine den derzeitigen Verbrauch in Backwaren auf ca. 3000 t/Jahr an, was einem Wert von ca. 3- 5 Mill. € entspricht.

Wo werden Emulgatoren hauptsächlich verwendet:

Produktgruppe	Anteil der eingesetzten Emulgatoren in den USA [%]
Brot und Gebäck	49
Kuchen	11
Kekse und Cracker	7
Süßwaren und Glasuren	3
Margarine, Backfette/ Butter und Soßen	14
Konditorwaren	6
Desserts und Gamierung	3
Milchprodukte	3

Welche Emulgatoren werden hauptsächlich verwendet:





80+11



BUNDESMINISTERIUM
FÜR GESUNDHEIT



Trends bei Emulgatoren

- Immer mehr maßgeschneiderte neue Emulgatoren
- Tendenz deklarationspflichtige Emulgatoren durch deklarationsfreie Substanzen mit ähnlicher Wirkung zu ersetzen.

Strategien:

- Nutzung von teilweise deklarationsfreien, oberflächenaktiven Polymeren, wie Stärke, anderen Hydrokolloiden und Proteinen, einzeln oder in Kombination (Synergieeffekte).
- *In situ*-Bildung von Emulgatoren in Lebensmitteln durch enzymatische Vorgänge (Hydrolyse von enthaltenen Lipiden und Lipiden durch z.B. Lipasen)

Trotz der derzeit großen Bedeutung von Emulgatoren im Backwarenbereich ist in Zukunft zu erwarten, dass sie durch Enzyme mehr und mehr verdrängt werden.





ANHANG I
Funktionsklassen

- von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
- und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen

1. „Süßungsmittel“	15. „Schaummittel“
2. „Farbstoffe“	16. „Gellmittel“
3. „Konservierungsstoffe“	17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“
4. „Antioxidationsmittel“	18. „Feuchthaltemittel“
5. „Trägerstoffe“	19. „Modifizierte Stärken“
6. „Säuerungsmittel“	20. „Packgase“
7. „Säureregulatoren“	21. „Treibgase“
8. „Trennmittel“	22. „Backtriebmittel“
9. „Schaumverhüter“	23. „Komplexbildner“
10. „Füllstoffe“	24. „Stabilisatoren“
11. „Emulgatoren“	25. „Verdickungsmittel“
12. „Schmelzsalze“	26. „Mehlbehandlungsmittel“
13. „Festigungsmittel“	
14. „Geschmacksverstärker“	

50





Geschmacksverstärker

Definition laut VERORDNUNG (EG) Nr. 1333/2008, Anhang 1:
„Geschmacksverstärker“ sind Stoffe, die den Geschmack und/oder Geruch eines Lebensmittels verstärken.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Bezeichnung Geschmacksverstärker eine Fehlbezeichnung!
Es handelt sich vielmehr um eine Gruppe von Geschmacksstoffen, die zu einer eigenen Grundgeschmacksrichtung gehören, nämlich dem „Umami“-Geschmack.

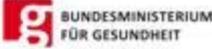
Sehr wohl gibt es aus wissenschaftlicher Sicht aber die Bezeichnungen:

- Geschmacksmodulierer
- Geschmackswandler
- Geschmacksblocker

Die in diese Gruppe fallenden Substanzen werden auch im FIAP nur unzureichend bzw. gar nicht geregelt, obwohl sie vermehrt genutzt werden!

51





Geschmacksverstärker

Wirtschaftliche Bedeutung

Produkt	Weltjahresproduktion [t]
Säuren:	
Zitronensäure	1.000.000
Essigsäure	190.000
Glucuronsäure	100.000
Aminosäuren:	
L-Glutamat	1.500.000
L-Lysin	700.000
L-Threonin	30.000
L-Phenylalanin	10.000
L-Tryptophan	1.200
L-Cystein	500
Biopolymere:	
Xanthan	40.000

Weltjahresproduktion einiger biotechnologisch hergestellter Lebensmittelzusatzstoffe

52





Geschmacksmodulierer, -wandler, -blocker

Geschmacksmodulierer:
Im *International Numbering System for Food Additives (INS)* [Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFA)] ist bereits eine Zusatzstoffuntergruppe bei den *flavour enhancers* mit der Bezeichnung *flavour modifier* enthalten, welche gegenwärtig nur die beiden Stoffe Glycin (INS 640), L-Leucin (INS 641) umfasst.

L-Leucin ist in den USA als Zusatzstoff (Aminosäure) zugelassen gilt aber in der EU definitiv nicht als Zusatzstoff.
Glycin hingegen wird auch in der EU als Zusatzstoff (E640) geführt und fällt in die Funktionsklasse der Geschmacksverstärker.

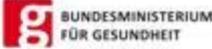
Geschmackswandler: Natürlich vorkommenden Proteine (z.B. Miraculin und Curculin). Sie verwandeln einen sauren in einen süßen Geschmack.

Geschmacksblocker: Gymnemasäure aus *Gymnema sylvestris* (Schlingstrauch aus Westafrika und Australien), die den Bitter- und vor allem Süßgeschmack unterdrückt.

Echte Geschmacksverstärker: z.B. Verstärkung des Salzgeschmacks

53





Möglichkeiten zur Beeinflussung der Geschmacksauslösung und -empfindung

Synthese von Molekülen, die an bestimmte geschmacksauslösende Rezeptorproteine binden, sie beeinflussen oder blockieren:

Um komplizierte und aufwändige sensorische Screening-Versuche zu vermeiden, entwickelte die Firma Senomyx, USA sogenannte Hochleistungs-Geschmackstestautomaten, indem eine Vielzahl von Geschmackszellen so auf Mikrotiterplatten angeordnet werden, dass jede nur eine Art an Geschmacksrezeptoren enthält. Damit lassen sich sehr schnell tausende Substanzen überprüfen, ob, wie und mit welchen Geschmacksrezeptoren sie reagieren.

Folgende erfolgreiche Einsatzbeispiele führt die Fa. Senomyx bereits an:

- Stoff S2383: Verstärker des Süßgeschmacks des synthetischen Süßstoffes Sucralose unter gleichzeitiger Reduktion von bitteren Beigeschmack (Coke Zero?)
- Stoff S6973: Verstärker des Süßgeschmackes von Saccharose.
- Stoff S5105: Bitterblockers, um den Geschmack von Sojaprotein zu verbessern.

Kooperation zwischen Synomyx und der Fa. Nestle: Verstärker für den Umami-geschmack, wodurch der Zusatz von Glutamat verringert werden kann. Laut Angabe der Fa. Senomyx setzt Nestle diesen Verstärker schon in einigen Produkten ein.

54





Möglichkeiten zur Beeinflussung der Geschmacksauslösung und -empfindung

Eingriff in die Reizauslösungskaskade für den Geschmack

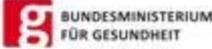
Die Methode der Fa. Redpoint, USA greift nicht bei den Geschmacksrezeptoren sondern tiefer in der komplizierten Reizauslösungskaskade für den Geschmack ein.

Nach dem Andocken der Erkennungsmoleküle an den Rezeptorproteinkomplex zerfällt dieser Komplex, wodurch Enzyme aktiviert werden, die wiederum Botenstoffe bilden. Letztere sorgen für die Schließung oder Öffnung von Ionenkanälen in der Zellwand, was dann die weitere Reizauslösung in der Zelle bewirkt.

Die Fa. Redpoint sucht nun nach Substanzen, welche spezifisch diese Ionenkanalaktivität inhibieren oder verstärken. Damit wird dann ein bestimmter Geschmackseindruck blockiert oder verstärkt.

Bereits im Jahr 2004 erhielt die Fa. Redpoint den GRAS-Status für eine Substanz, die als Bitterblocker wirkt, nämlich das Adenosinmonophosphat (AMP). Dieser Blocker besitzt auch einen umamiartigen Eigengeschmack, was seinen Einsatzbereich einschränkt.

55

ANHANG I

Funktionsklassen

- von Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmitteln
- und Lebensmittelzusatzstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen und -enzymen

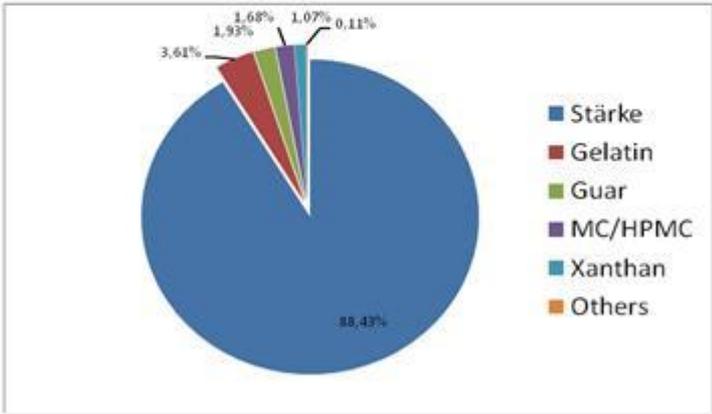
<ol style="list-style-type: none"> 1. „Süßungsmittel“ 2. „Farbstoffe“ 3. „Konservierungsstoffe“ 4. „Antioxidationsmittel“ 5. „Trägerstoffe“ 6. „Säuerungsmittel“ 7. „Säureregulatoren“ 8. „Trennmittel“ 9. „Schaumverhüter“ 10. „Füllstoffe“ 11. „Emulgatoren“ 12. „Schmelzsätze“ 13. „Festigungsmittel“ 14. „Geschmacksverstärker“ 	<ol style="list-style-type: none"> 15. „Schaummittel“ 16. „Geliemittel“ 17. „Überzugmittel (einschließlich Gleitmittel)“ 18. „Feuchthaltemittel“ 19. „Modifizierte Stärken“ 20. „Packgase“ 21. „Treibgase“ 22. „Backtriebmittel“ 23. „Komplexbildner“ 24. „Stabilisatoren“ 25. „Verdickungsmittel“ 26. „Mehlbehandlungsmittel“
---	--

Hydrokolloide

56

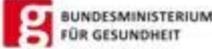
  

Welt-Hydrokolloid-Markt in Prozent im Lebensmittel- und Non-Food-Sektor (2005)



Hydrokolloid	Anteil (%)
Stärke	88,43%
Gelatin	3,61%
Guar	1,93%
MC/HPMC	1,68%
Xanthan	1,07%
Others	0,11%

57



Trends bei Hydrokolloiden

- **Neue pflanzliche Hydrokolloide**
- **Neue mikrobielle Polysaccharide**
- **Ersatz deklarationspflichtiger chemisch modifizierter Stärken**
 - durch natürliche Stärken mit speziellen Eigenschaften
 - oder durch physikalisch/thermisch modifizierte Stärken
- **Erreichung von speziellen Eigenschaften nativer Stärken durch Gentechnik**

58



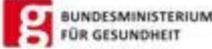
Technologische Auswirkungen des Food Improvement Agents Package im Bereich Aromen

E. Berghofer und Julia Schmidt
Institut für Lebensmitteltechnologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur Wien

60




AROMEN



d) **„Aromaextrakt“**: Erzeugnis, das kein Aromastoff ist und gewonnen wird aus

- i) Lebensmitteln, und zwar durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren, bei denen sie als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren für den menschlichen Verzehr aufbereitet werden,
- und/oder
- ii) Stoffen pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ursprungs, die keine Lebensmittel sind, und zwar durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren, wobei die Stoffe als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren aufbereitet werden;

(d) *„Flavouring preparation“ shall mean a product, other than a flavouring substance, obtained from:*

Extrakt oder nicht Extrakt, das ist die Frage?

(2) Der Begriff „natürlich“ darf zur Bezeichnung eines Aromas nur verwendet werden, wenn der Aromabestandteil ausschließlich Aromaextrakte und/oder natürliche Aromastoffe enthält.

61



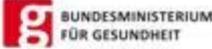

AROMEN



- **Definitionen und Interpretationsspielraum**
 - Was ist eigentlich ein Lebensmittel im Sinne der VO? (Rosenholz und Erdbeerblätter sind LM, weil traditionell zum Extrahieren verwendet. Welche Rohstoffe wurden noch traditionell verwendet? - „Omakochbuchauskramerei“),
 - „Natürlich“-Labeling (Interpretationsspielraum)
- **Übergangszeit und -regelungen**
 - Anhang I – Liste der zugelassenen Aromen („Basis der VO nicht da“),
 - „zu weit weg“/„ungelegte Eier“,
 - Stichtag (praktikabel?) (Sind parallele Etikettierungen erforderlich?)
- **Active Principles**
 - Gewürze in der LM-Industrie „Active Principles“ zu berücksichtigen!
 - Active Principles für Haushaltsgewürze egal („In eigener Küche vergiften erlaubt?“)




AROMEN



- **Zulassungspflicht**
 - Kosten für Produzenten sehr hoch, Konsument will Mehrkosten nicht mittragen, „Große Hersteller dadurch bevorzugt!“
- **Raucharomen**
 - scheinen zu verschwinden
- **Verschiedene Rezepturen**
 - Manche, vor allem Markenartikelherstellende Firmen stellen um (v.a. natürlich), manche nicht („beim Discounter guckt keiner auf Etiketten“), manche nur für Produkte innerhalb der EU
- **Verminderung Produktvielfalt**
 - **Monopolbildung und Vergrößerung der Markenartikel/Discountartikelschere?**



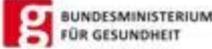

AROMEN



- **Informationspflicht**

(1) Der Hersteller oder Verwender eines Aromastoffs oder deren Vertreter unterrichtet die Kommission auf deren Aufforderung über die Mengen des Aromastoffs, der Lebensmitteln in der Gemeinschaft in einem Zwölfmonatszeitraum zugesetzt wird.

 - wer hat welche Info? (Hersteller oder Verwender? Zwischenhändler? Wissenschaftliche Daten?),
 - Ermessen? (welche neuen Daten relevant?)
 - Export? (im Nicht-EU-Raum Kennzeichnungspflicht unterbrochen),
 - bisheriger Infofluss? (manche Daten neu erheben)
- **„naturident“ ist Geschichte**
 - Bisläng naturidente Aromen nun „künstlich“ → weiterhin mit der „Natur“ zu werben kostet,
 - denn die „natürlichen“ Ausgangsmaterialien sind teuer und begrenzt, bes. die Mengen der bes. gefragten exotischen Aromen wie Erdbeere und Vanille sind begrenzt → Bedarf „natürlich“ nicht deckbar.
 - Auch unter best. Voraussetzungen als „natürlich“ labelbare alternative Rohstoffe wie Reststoffe der LMI bzw. Papierindustrie, Holz, etc. haben Imageproblem

Technologische Auswirkungen des Food Improvement Agents Package im Bereich Enzyme

E. Berghofer und Katharina Hanz
Institut für Lebensmitteltechnologie
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Universität für Bodenkultur Wien

66




Enzyme

Kennzeichnung:
Auszug aus der VO 1332/2008:
 „Diese Verordnung sollte nur für Enzyme gelten, die einem Lebensmittel zur Erfüllung einer technologischen Funktion bei der **Herstellung, Verarbeitung, Zubereitung, Behandlung, Verpackung, Beförderung oder Lagerung** zugesetzt werden, auch als Verarbeitungshilfsstoffe (nachstehend „Lebensmittelenzyme“ genannt).“

„Wie bisher müssen nur die Enzyme gekennzeichnet werden, **die noch im Endprodukt aktiv sind (Zusatzstoff)**. Für Vertrieber von Enzympräparaten an Weiterverarbeiter ist jedoch eine umfassende neue Kennzeichnung fast bis zur Rezeptur der Enzymmischung notwendig.“ *[Prof. Dr. Klaus-Dieter Jany (EFSA)]*

Den Lebensmittelverarbeitern kommen wahrscheinlich aus der Verordnung keine zusätzlichen Kosten zu.
Die Kennzeichnung ändert für Konsumenten nicht viel! Er wird letztlich kaum Änderungen auf den Zutatenlisten feststellen.

67

80 10
D.M.V.T.

g BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT

Enzyme

Beispiel der Verwendung von Transglutaminase bei Fleischprodukten:

Kennzeichnungspflichtig oder nicht?

EE

80 10
D.M.V.T.

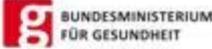
g BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT

Enzyme

Positive Aufnahme der neuen Enzym-VO bei den Großen Enzymherstellern in Europa:

Grund:
Sie erhoffen sich dadurch eine Marktverkleinerung, weil kleine Betriebe und Asiatischen Unternehmen aus Kostengründen für die Sicherheitsbewertung aus dem Markt gedrängt werden können.

Zeitplan:
Die neue Enzymverordnung betrifft gegenwärtig hauptsächlich Enzymproduzenten und -vertrieber.
Erst ab 2013 die Lebensmittelproduzenten, weil erst dann die Gemeinschaftsliste kommt.



Round-Table Diskussion

Einleitung

70



Was wollen die Konsumenten?

71



72

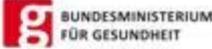
Welche Auswirkungen hat das FIAP auf R&D und den industriellen Einsatz von Zusatzstoffen?

Um Anhaltspunkte zu erhalten, wie die Lebensmittelindustrie auf das FIAP reagieren wird, wurde versucht, mit Herstellern von Aromen, Enzymen und Zusatzstoffen, sowie Lebensmittelproduzenten Kontakt aufzunehmen, und zwar durch:

- Persönliche Gespräche und Kontakte
- Telefonkontakte
- Mailkontakt/Kontaktformular
- Fragebögen (Aussendung über den Fachverband)

73





Geringe Resonanz

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Resonanz sehr gering war. Während einige Firmen dezidiert angaben, dazu keine Stellungnahme abgeben zu wollen, erhielten wir von anderen ohne Angaben von Gründen keine Antwort. Es ist anzunehmen, dass das Thema FIAP für die Produzenten noch viel zu weit entfernt ist.

Auf die gestellte Frage: „Kennen Sie FIAP? Welche Auswirkungen könnten diese neuen Verordnungen auf Ihren Betrieb haben?“ antworteten nur 30,2%. Der an 270 Betriebe ausgesandte Fragebogen wurde nur von 16 Firmen retourniert.

Ergebnisse daher leider nicht sehr repräsentativ.

Es sind jedoch einige Trends ersichtlich, die sich auch in den persönlichen Gesprächen und Mailantworten widerspiegeln.

74

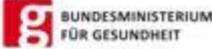




Geteilte Meinungen über die Sinnhaftigkeit der neuen VOs

- Derzeit reagieren die Kunden mit überzogenen Forderungen, z.B. Umbau von traditionellen Produkten auf natürliche Aromen innerhalb kürzester Zeit (v.a. Vanillin in Schokolade)
- Endkonsument profitiert nicht wirklich, weil das Ernährungsverhalten am meisten Einfluss auf die Gesundheit hat und nicht die Zusatzstoffe
- Es wird eher unübersichtlicher, z.B. mehrere Abstufungen von "natürlich". Der Konsument könnte dadurch eher verunsichert sein im Sinne „Was ist jetzt wirklich natürlich und was nicht?“

- + Wegen der Lebensmittelsicherheit.
- + weil es in allen Mitgliedsstaaten gilt.

Ableitbare Trends

- **Clean Labeling**
Ein eindeutiger Trend scheint auch in Österreich in Richtung CLEAN LABELING zu gehen. Die Hersteller befürchten aber dadurch und durch neue Etiketten Mehrkosten.
- **Ersetzen der Azofarbstoffe durch andere Farbstoffe bzw. färbende Lebensmittel**
Im Bereich Azofarbstoffe wird intensiv nach Alternativen gesucht. Die Unklarheiten in der Übergangsphase wurden stark kritisiert



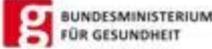

Begriff „naturident“ verschwindet!

Im Prinzip keine Probleme damit!
Aber:

„Es ist oft kein gleiches natürliches Produkt vorhanden.“

„Hier ist viel Erklärung über die neuen Regelung nötig und die Bezeichnungsvielfalt ist höher geworden. Statt 3 Stufen wie bisher gibt es nun nur 2 Stufen aber viele Unterstufen von "natürlich".“

„Viele naturidente Aromen müssen, weil künstliche und naturidente Aromen zusammengefasst werden, auf eine natürliche Variante umgebaut werden und das ist mit enormem Aufwand bzw. höheren Rohstoffkosten verbunden.“



Mögliche Auswirkungen im Betrieb

- Mehrkosten durch Umsetzung von Clean Labeling
- Mehrkosten durch neue Etiketten
- Mehrkosten durch zusätzliche Etiketten für Exporte außerhalb der EU
- Mehrkosten durch höheren Analysenaufwand (z.B.: Active principles)
- Zeitaufwand durch Konsumentenaufklärung über FIAP
- Mehrkosten durch Zulassung, steigender Verwaltungsaufwand
- Monopolbildung bei den Zusatzstoffherstellern
- Unklarheiten über die Zulassungspflichten
- Mehrkosten durch Vernichtung von Rohstoffen (Azofarbstoffe)
- Mehrkosten Kostenstelle Entwicklung
- Rezeptänderungen, Verminderung der Produktvielfalt, Sortimentsvergrößerung
- Behinderung der Produktentwicklung während der Übergangsphase

Präsentation Prof.Dr. Dietmar Haltrich



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

Technologische Auswirkungen im Bereich Enzyme

Dietmar Haltrich

Department für Lebensmittelwissenschaften & -technologie
Universität für Bodenkultur Wien

19.02.2010

1



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

DLWT Lebensmittel-Biotechnologie

- Einsatz von Enzymen zur Bildung von Lebensmittel-relevanten Zusatzstoffen (präbiotische Zucker, Säuren, Vitamine, etc.)
- Grundlagenforschung betreffend Enzyme
 - Neue Enzyme
 - Struktur/Funktionsbeziehungen
 - Klonierung / Überexpression
 - Gezielte Verbesserung von Enzymen

19.02.2010

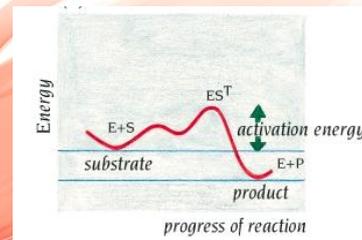
2



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie

Enzyme

- Jeremy Knowles: "Enzyme catalysis - not different, just better"
- Enzyme sind Proteine, die unterschiedlichste chemische Reaktionen katalysieren (Biokatalysatoren)
- Enzyme sind charakterisiert durch
 - Enorm hohe Effizienz
 - Ausgezeichnete Spezifität
 - Aktivität unter milden Bedingungen



19.02.2010



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie

Enzyme

- Enzyme katalysieren Stoffwechselfvorgänge in allen Zellen
- Technologische Enzyme stammen aus
 - **Tieren** (Lab, Trypsin, Katalase, etc.)
 - **Pflanzen** (Papain, Bromelain, etc.)
 - Vorwiegend aus **Mikroorganismen** (Bakterien, Hefen, Pilzen), allerdings meist nur wenige Organismenklassen verwendet:
Aspergillus (Glucoamylase, Pectinase)
Bacillus (Amylase),
Saccharomyces (Invertase),
Kluyveromyces (Chymosin, Lactase)



19.02.2010



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie

Enzyme

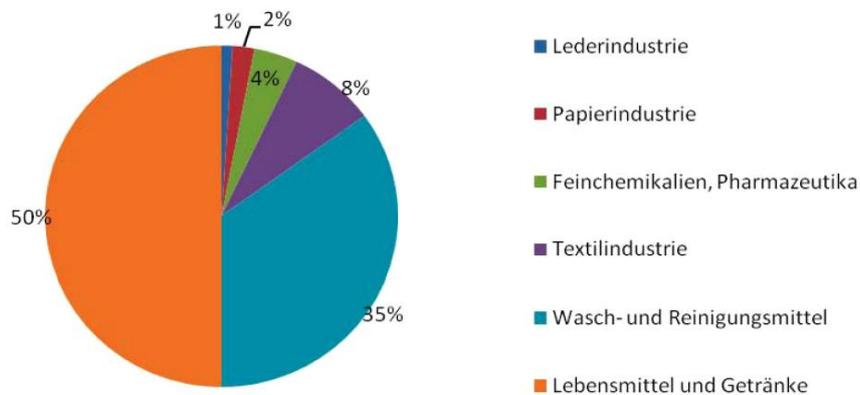
- Mikrobielle Enzyme werden durch Fermentation gewonnen, entweder durch Verwendung des Wildtyp-Organismus oder rekombinant in geeignetem Wirtsorganismus
- Enzympräparate sind oft keine reinen Proteine, sondern Gemische unterschiedlicher Aktivität
- Etwa 400 Firmen weltweit, die Enzyme produzieren; 12 Firmen dominieren den Markt, Marktführer ist Novozymes in Dänemark
- Marktvolumen für industrielle Enzyme liegt bei etwa 1,65 Milliarde Euro

19.02.2010

5



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie



19.02.2010

6



Enzyme



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Etablierte Anwendungsgebiete in Lebensmitteln:
 - Stärkeindustrie (Amylasen, Glucose-Isomerase, etc.)
 - Milchindustrie (Beta-Galaktosidase, rekombinantes Chymosin, etc.)
 - Fruchtsäfte (Pektinasen, Cellulasen, Arabinase, Naringinase, etc.)
 - Backwarenindustrie (Amylasen, Xylanase, Glucose-Oxidase, etc.)

19.02.2010

7



Technologische Auswirkungen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Neue Enzyme - neue Prozesse
- ‚Enzyme Engineering‘
- ‚Food-grade‘ Überproduktion von Enzymen

19.02.2010

8



Neue Enzyme - neue Prozesse



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Screening nach neuen Enzymen
 - 'Klassisches' mikrobiologisches Screening, Mikroorganismen von extremen Standorten (heisse Quellen, arktische Proben, etc.)
 - Nachteil 1: lediglich 1% aller Mikroorganismen können im Labor gezüchtet werden
 - Nachteil 2: schnellwachsende Organismen dominieren (*Aspergillus*, *Bacillus*, etc.)

19.02.2010

9



Neue Enzyme - neue Prozesse

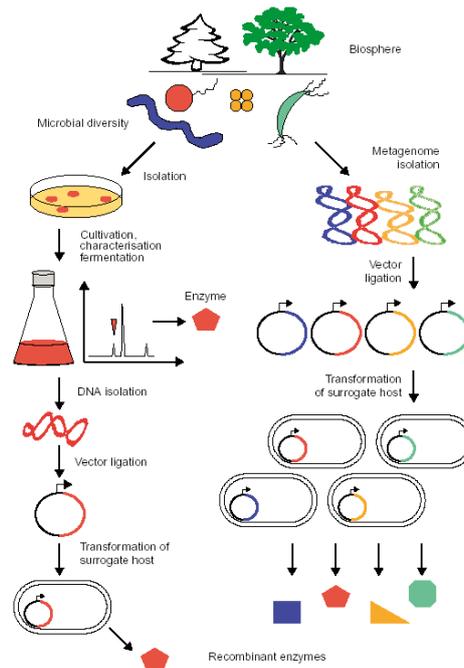


Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Screening nach neuen Enzymen
 - Neuer Ansatz - Metagenom
 - Gesamte DNA (oder RNA) eines Standortes
 - Heterologe Expression
 - Hochdurchsatz-Screening (high through-put screening) nach Enzymen mit gewünschten Eigenschaften

19.02.2010

10



Neue Enzyme - neue Prozesse



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie

- Screening nach neuen Enzymen
 - Neuer Ansatz - *in-silico* Screening
 - Suche nach verwandten Sequenzen in Genomen
 - Zur Zeit sind die gesamten Genome von mehr als 1000 Bakterien bekannt!

Neue Enzyme - neue Prozesse



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Neue Enzyme (oder besseres Wissen über ihre Eigenschaften) sowie deren Verfügbarkeit resultieren in neuen Prozessen
- Beispiel **Laccase**
 - Einsatz zum Stabilisieren von Wein und Apfelsäften
 - Beseitigung von Korkgeschmack im Wein
 - Verbesserte Backeigenschaften von Brot

19.02.2010

13



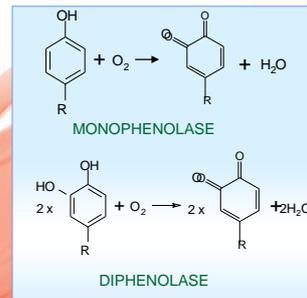


Neue Enzyme - neue Prozesse



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Beispiel **Tyrosinase (Polyphenol-Oxidase)**
 - Kommt in der Natur sehr häufig vor
 - Katalysiert die Oxidation von Mono- und Diphenolen



19.02.2010

15

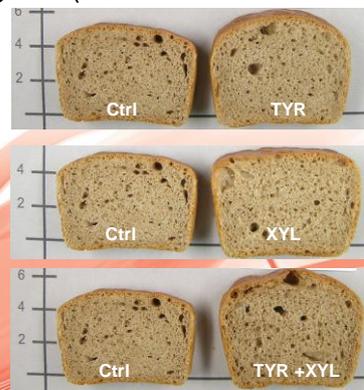


Neue Enzyme - neue Prozesse



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Beispiel **Tyrosinase (Polyphenol-Oxidase)**
 - Einsatz zur Bildung von Proteingelen (ähnlich der Transglutaminase)
 - Strukturverbesserung in Brot (Oxidation von Tyrosin, Ferulasäure, etc.)



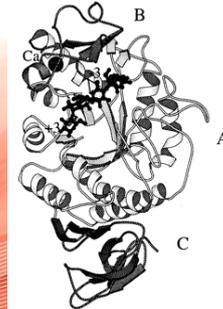
19.02.2010



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie

Enzyme Engineering

- Enzyme wurden von der Natur für den Einsatz in Zellen adaptiert (Evolution) und nicht für technologische Prozesse
- Enzyme können durch moderne Methoden der Biochemie und Molekularbiologie gezielt verändert und verbessert werden
- Zwei prinzipielle Methoden:
 - Rationelles Design von Enzymen
 - Directed Evolution



19.02.2010



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissen-
 schaften und Lebensmitteltechnologie

Enzyme Engineering

- **Rationelles Design von Enzymen**
 - Kenntnis der Struktur
 - Kenntnis des Reaktionsmechanismus
 - Lediglich *ein* spezifisches Problem kann verbessert werden
- Methodisch relativ einfach
- Geringer experimenteller / zeitlicher Aufwand

19.02.2010

18



Enzyme Engineering

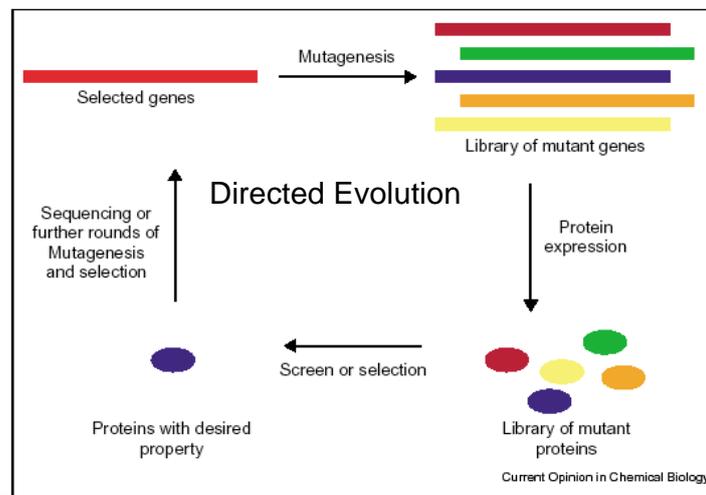
▪ Directed Evolution

- Einführen von zufälligen Mutationen mittels unterschiedlicher Methoden
- Screening nach gewünschten Eigenschaften
- Selektion von verbesserten Enzymen (Varianten)

- Methodisch komplex
- Hoher experimenteller / zeitlicher Aufwand
- Zum Teil nur mittels Automatisierung möglich

19.02.2010

19



19.02.2010

20



Beispiele für Enzyme Engineering



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Verbesserung der katalytischen Eigenschaften von Thermolysin (Verbesserung um mehr als das 10-fache)
- Verbesserung der Stabilität von Enzymen (z.B. Thermostabilität von Amylasen)
- Glucose-Isomerase: Aktivität des natürlichen Enzyms ist abhängig von bestimmten Metallionen (z.B. Mangan), diese Mn-abhängigkeit konnte geändert werden

19.02.2010

21



'Food Grade' Expression



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Überexpression von Enzymen in geeigneten Wirtsorganismen,
- Dadurch sind deutlich erhöhte Ausbeuten und reinere Enzympräparate zugänglich (weniger Fremdprotein, etc.)
- Stabilere Enzympräparate (Proteasen)
- Ebenfalls notwendig für Enzyme, die mittels molekularbiologischer Methoden verändert/verbessert wurden

19.02.2010

22

Food Grade Expression



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissenschaften und Lebensmitteltechnologie

- Oft wird Antibiotika-resistenz als Selektionsmarker verwendet, diese Resistenz basiert auf bestimmten Genen
 - Antibiotika-Resistenzgene werden im eigentlichen Produktionstamm entfernt
 - Behandlung der Enzympräparate mit DNA-abbauenden Enzymen
 - Alternative Selektionsmarker - Komplementierung



Enzymes from recombinant microorganisms (based on FDA regulations, GRAS affirmation petitions, and GRAS notices)

Source microorganism	Enzyme	Reference ^a
<i>Aspergillus niger</i>	Phytase	GRASP 2G0381
	Chymosin	21 CFR 184.1685
	Lipase	GRN 158
<i>Aspergillus oryzae</i>	Esterase-lipase	GRASP 7G0323
	Aspartic proteinase	GRN 34
	Glucose oxidase	GRN 106
	Laccase	GRN 122
	Lipase	GRN 43; GRN 75; GRN 103
	Pectin esterase	GRN 8
<i>Bacillus licheniformis</i>	Phospholipase A1	GRN 142
	α -amylase	GRASP 0G0363; GRN 22; GRN 24; GRN 79
<i>Bacillus subtilis</i>	Pullulanase	GRN 72
	α -acetolactate decarboxylase	21 CFR 173.115
	α -amylase	GRASP 4G0293; GRASP 7G0328 GRASP 7G0326
<i>Escherichia coli</i> K-12	Maltogenic amylase	GRN 20
	Pullulanase	
<i>Escherichia coli</i> K-12	Chymosin	21 CFR 184.1685
<i>Fusarium venenatum</i>	Xylanase	GRN 54
<i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i>	Chymosin	21 CFR 184.1685
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Biovar I	α -amylase	GRN 126
<i>Trichoderma reesei</i>	Pectin lyase	GRN 32



Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissenschaften und Lebensmitteltechnologie



GRASP... GRAS
 affirmation petition
 FDA



Food-grade Expression



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie

- Neue Expressionssysteme, die z.B. auf Milchsäurebakterien basieren
- NICE ('nisin-inducible expression system'), basiert auf Biosynthese von Nisin, einem natürlichen Bakteriozid (quorum sensing)
- Kommerziell erhältlich, unterschiedliche Expressionssysteme und Expressionsstämme, z.T. ohne Antibiotika (NIZO, Ede)
- Milchsäurebakterien werden verstärkt fürs metabolic engineering eingesetzt - Produktion von LM Zusatzstoffen wie Vitaminen, Zuckern etc.

19.02.2010

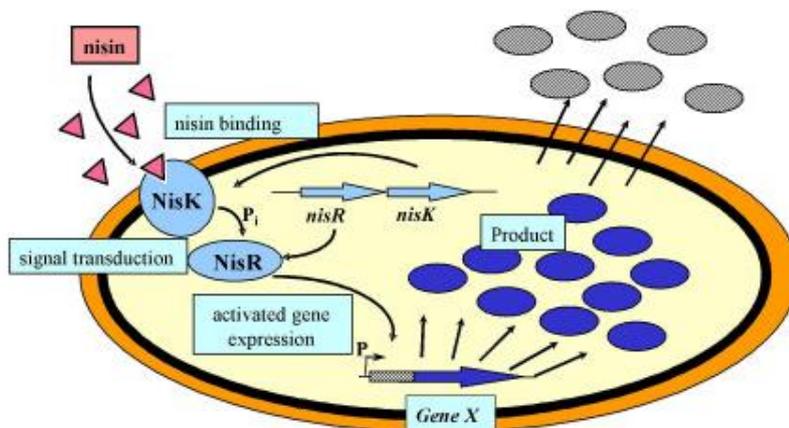
25



Überexpression in Lactococcus - NICE



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissen-
schaften und Lebensmitteltechnologie



19.

3

Präsentation Dr. DI Franz Ulberth



BOKU Vienna, 22 January 2010



Institute for Reference Materials and Measurements

Food Improvement Agents Package

Technologische Auswirkungen im Bereich Aromen



Franz Ulberth

Joint Research Centre
Institute for Reference Materials and Measurements

<http://www.irmm.jrc.be>
<http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>



BOKU Vienna, 22 January 2010

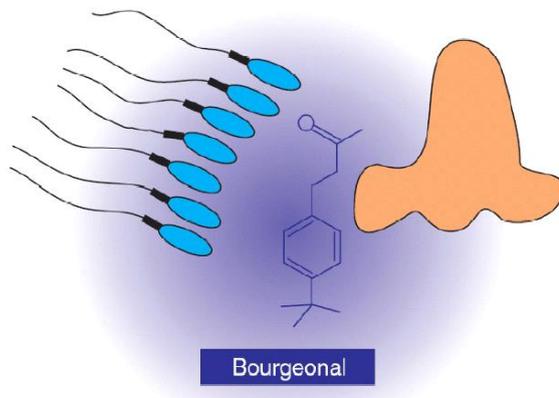


Institute for Reference Materials and Measurements



Bombyx mori

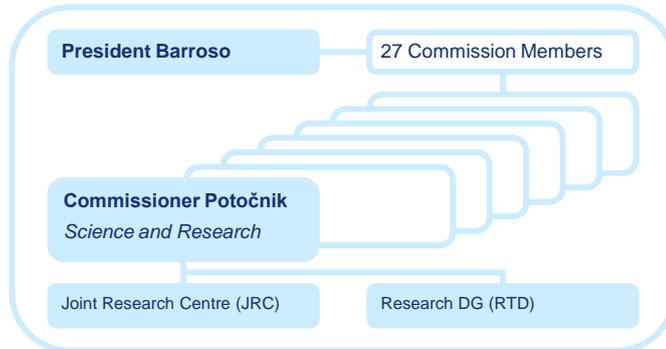
A. Butenandt, R. Beckmann, D. Stamm, Z. Naturforsch. 14b, S. 283 (1959)



**Centre of scientific and
technical reference
for the conception,
development and
monitoring of EU policies**



Where does the JRC fit in the European Commission?



7 Institutes in 5 Member States ≈ 2800 staff



IE - Petten The Netherlands
- *Institute for Energy*



IRMM - Geel Belgium
- *Institute for Reference Materials and Measurements*



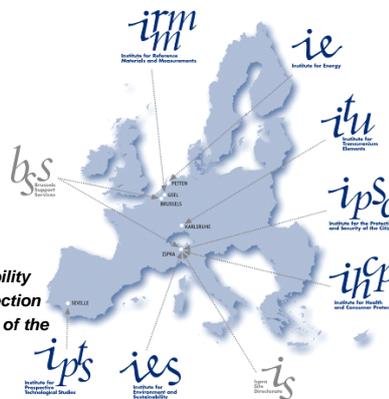
ITU - Karlsruhe Germany
- *Institute for Transuranium Elements*



IPSC - IHCP - IES - Ispra Italy
- *Institute for Environment and Sustainability*
- *Institute for Health and Consumer Protection*
- *Institute for the Protection and Security of the Citizen*



IPTS - Seville Spain
- *Institute for Prospective Technological Studies*



The role of JRC Institute for Reference Materials and Measurements

The mission of the IRMM is to promote a common and reliable European measurement system in support of EU policies

IRMM - CONFIDENCE IN MEASUREMENTS®

complementary to national activities:
providing quality assurance tools for all



JRC-IRMM core competences & research areas

- Core competences
 - Reference materials
 - Food analysis & bio-analysis
 - Chemical/isotopic reference measurements: Metrology in Chemistry
 - Radionuclide metrology
 - Neutron physics
- Applied in the fields of
 - Food and feed safety and quality
 - Environment and health
 - Biotechnology
 - Industrial standards
 - Nuclear safety & safeguards
 - Nuclear waste treatment



To protect the well-being of consumers, to allow them to make informed choices and to ensure free movement of goods

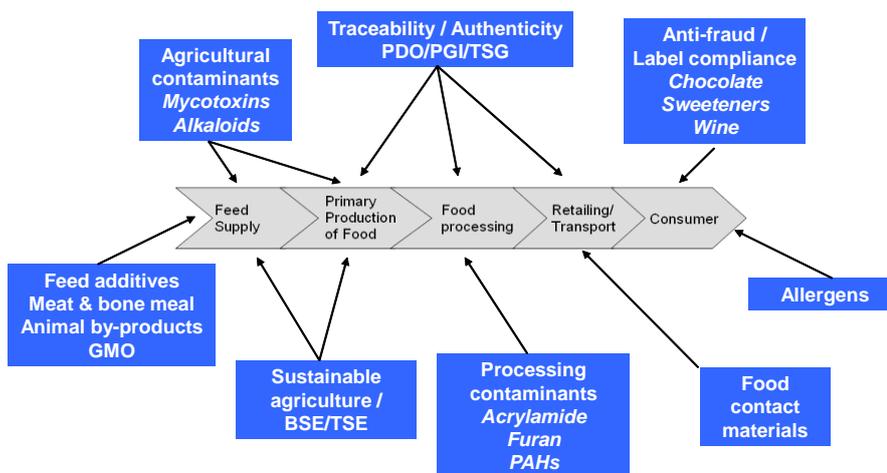
Safety aspects

- To limit amount of hazardous substances in food supply chain
- To ensure that legal limits are implemented and respected



Quality aspects

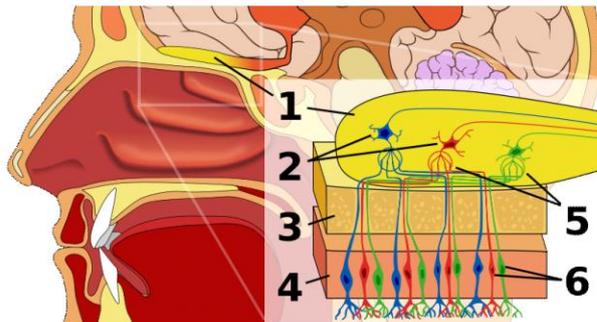
- To ensure compliance with label declaration (content of valued ingredients, origin, manufacturing process)



- 300 - 1200 genes code olfactory receptors
- 1×10^7 receptor cells
- Olfactory epithelium ca. 5 cm² (man), 25 cm² (dog)
- Man can distinguish up to 10 000 different odours (dog much more)

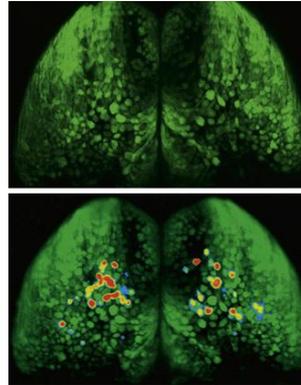
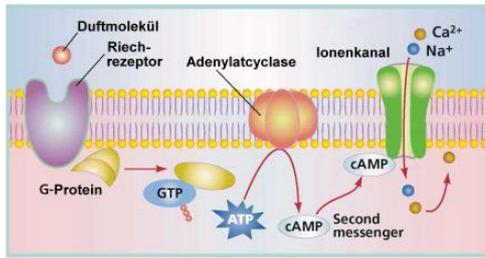


Linda B. Buck and Richard Axel won the 2004 Nobel Prize in Physiology or Medicine

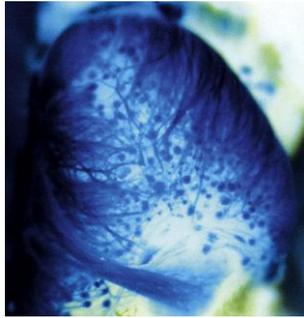


- 1: Olfactory bulb 2: Mitral cells 3: Bone 4: Nasal epithelium
 5: Glomerulus 6: Olfactory receptor cells

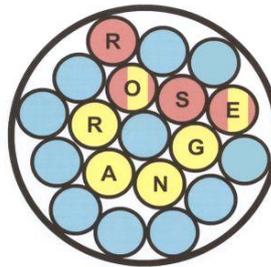
Source: Wikipedia



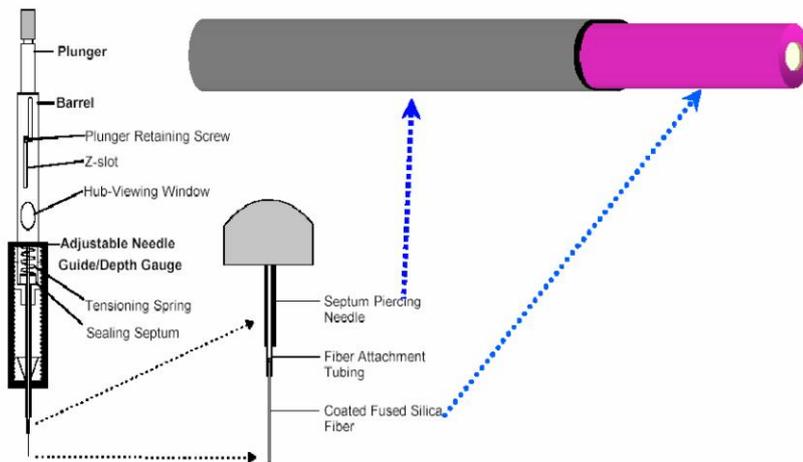
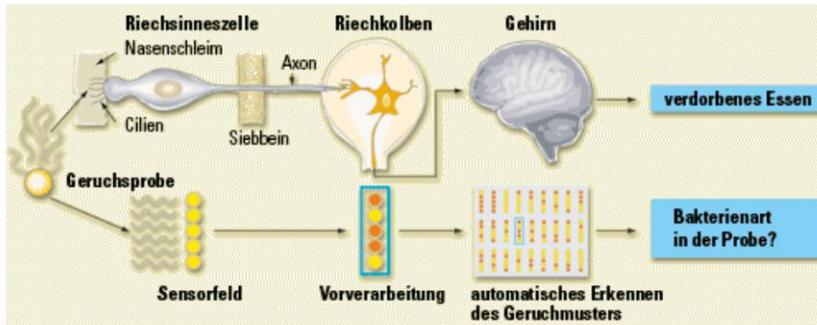
Source: Max Planck Forschung



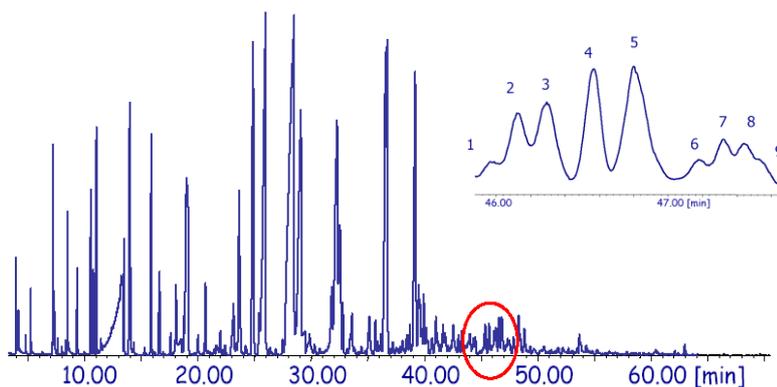
Source: Max Planck Forschung



Source: H. Hattl



Aromagram of coffee



Source: E. Leitner

GC-olfactorimetry



Source: Brechbühler

- **Compensates for losses during the processing and storage of foods.**
- **Compensates for reductions of undesired food ingredients for health reasons, e.g. fats.**
- **Compensates for natural variations (standardize the flavour of food)**
- **Creates recognition of food**
- **Indispensable ingredient, e.g. margarine, soft drinks, non-milk desserts**
- **Provides novelty and drives innovation**
- **Flavourings may stimulate palatability.**



- **Flavouring substances**
 - **Chemically defined substances**
 - **Natural materials (extracts, essential oils, oleoresins)**
- **Solvents**
- **Emulsifiers**
- **Antioxidants**

- Dominated by multinational companies; 65 % of the market belongs to 10 companies.
- Total value of the market about 10 billion €.
- Sector employs 10 000 – 13 000 persons
- Flavourings industry is a very dynamic part of the food industry.
- Industry spends 10 % of turnover on R&D

Applies to:

- Flavourings which are used or intended to be used in or on foods, without prejudice to more specific provisions laid down in Regulation (EC) No 2065/2003 (→ smoke flavourings);
- Food ingredients with flavouring properties;
- Food containing flavourings and/or food ingredients with flavouring properties;
- source materials for flavourings and/or source materials for food ingredients with flavouring properties.

Natural – natural identical – artificial flavouring substances

- ‘flavouring substance’ shall mean a defined chemical substance with flavouring properties
- ‘natural flavouring substance’ shall mean a flavouring substance obtained by appropriate physical, enzymatic or microbiological processes from material of vegetable, animal or microbiological origin...
- Natural flavouring substances correspond to substances that are naturally present and have been identified in nature



Negative list

Part A: Substances which shall not be added as such to food

- | | |
|----------------|----------------------------|
| • Agaric acid | • Hydrocyanic acid |
| • Aloin | • Menthofuran |
| • Capsaicin | • Methyleugenol |
| • Coumarin | • Pulegone |
| • Hypericine | • Quassin |
| • Beta-asarone | • Safrole |
| • Estragole | • Teucrin A |
| | • Thujone (alpha and beta) |

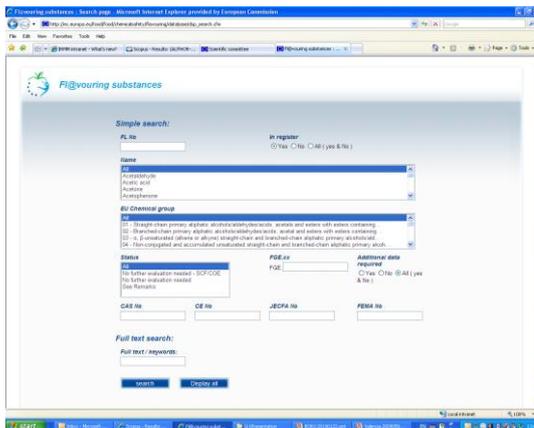
Part B: Maximum levels of certain substances, naturally present in flavourings and food ingredients with flavouring properties, in certain compound food as consumed to which flavourings and/or food ingredients with flavouring properties have been added

Maximum levels for certain substances

- 2-amino-3,4,8-trimethylimidazo [4,5-f] quinoxaline (4,8-DiMeIQx), 50 µg/kg
- 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazol [4,5-b]pyridine (PhIP), 50 µg/kg

Flavouring substances authorised at national level have been listed by the Commission in a register of about 2700.

Final list published end 2010



The screenshot shows a web-based search interface for flavouring substances. The page title is "Flavouring substances". It features a "Single search" section with a text input field for "EINECS" and a radio button for "In register" (selected). Below this are several dropdown menus for "Class" (with "Aldehydes" selected), "EU Chemical group" (with "Aldehydes" selected), and "Status" (with "No further evaluation needed - SCF/OS" selected). There are also input fields for "FDE no.", "FDE", "Additional data required", "CAS no.", "CE no.", "JECFA no.", and "FEMA no.". A "Full text search" section includes a "Full text keywords" input field. At the bottom, there are "Search" and "Display all" buttons.

http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/flavouring/database/dsp_search.cfm

- Member States shall establish systems to monitor the consumption and use of flavourings set out in the Community list and the consumption of the substances listed in Annex III on a risk-based approach, and shall report their findings with appropriate frequency to the Commission and to the Authority.

- **Better harmonisation of legislation across EU**
- **Better protection of well-being of consumers**
- **Allows for future technological developments**

Useful links and contacts

<http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>

<http://www.irmm.jrc.be>

franz.ulberth@ec.europa.eu

www.bmg.gv.at

Mit dieser Studie wurde Fragen nachgegangen, welche Auswirkungen mit Inkrafttreten des Zusatzstoffpaketes FIAP (Food Improvement Agents Package) der EU in der Forschung und Entwicklung und folglich in der lebensmittel-technologischen Praxis zu erwarten sind.