

Katrin Sommer und Peter Pfeifer

Lebensmittelzusatzstoffe revisited

Beispiele für die Behandlung des Themas Lebensmittelzusatzstoffe im Unterricht

Lebensmittelzusatzstoffe sind – wie kaum ein anderes Themenfeld aus dem Alltag – in einer enormen Bandbreite für den Chemieunterricht erschlossen. Dies zeigt sich in einer Reihe von Themenheften (**Kasten 1**) und noch mehr in Einzelbeiträgen (vgl. **Tab. 1** und **2**, S. 8 und 9).

Die große Herausforderung besteht darin, die Vielfalt an unterrichtspraktischen Vorschlägen zu Lebensmittelzusatzstoffen einerseits für die Lehrkräfte sichtbar zu machen und andererseits sie bei der Auswahl für den Unterricht zu unterstützen. Schließlich gibt es im Lehrplan selten Raum für die Behandlung einer ausgewählten Lebensmittelzusatzstoff-Klasse, wie beispielsweise die Süßungs- oder Geliermittel. Sollte eine Projektwoche „Rund um das Süßen von Lebensmitteln – unter Einbeziehung von Zuckeraustausch- und Süßstoffen“ konzipiert werden, so lohnt eine gezielte themenbezogene Suche beispielsweise nach dem Zuckeraustauschstoff Isomalt oder dem Süßstoff Aspartam. Entsprechende experimentelle und methodische Vorschläge finden sich beispielsweise in [1, 2, 3, 4].

Um die Vielfalt an unterrichtspraktischen Vorschlägen für Lebensmittelzusatzstoffe und die schulische Realität (z. B. Lehrpläne) in Passung zu bringen, braucht es Einteilungsmodelle. Folgende Einteilung könnte tragfähig sein: Eine Betrachtung der Lebensmittelzusatzstoffe nach ihrer stofflichen Natur oder aber eine Betrachtung nach ihrem Funktionskonzept. Die Klassifikation lässt in beiden Fällen eine Betrachtung entlang der Leitlinie „Stoff – Struktur – Eigenschaften“ zu und ermöglicht unter dem Aspekt „Verwendung/Funktion“ eine Schwerpunktverschiebung.

Lebensmittelzusatzstoffe – stoffsystematisch betrachtet

Man kann Lebensmittelzusatzstoffe nach den Ordnungsprinzipien für Stoffe klassifizieren. Das beginnt bei der Unterscheidung zwischen Reinstoff und Stoffgemisch (vgl. Kochsalz versus Pökelsalz), reicht weiter zur Unterscheidung von Element und Verbindung (vgl. Kohlenstoff in Form von Pflanzenkohle als Farbstoff versus Calciumcarbonat als Füllstoff) und führt schließlich zur Fachsystematik entlang der Struktur. Das könnten Bindungstypen (z. B. Metalle, Salze oder Molekülverbindungen) oder die Systematik organischer Verbindungen auf der Basis funktioneller Gruppen wie der Carbonsäuren (z. B. Sorbin- und Benzoesäure bzw. deren Salze) oder der Ester (z. B. p-Hydroxybenzoesäure), sein. In **Tabelle 1** (S. 8) sind ausgewählte Publikationen zu Lebensmittelzusatzstoffen aus Sicht der Stoffsystematik zusammengestellt. So lassen sich für den jeweiligen Lernbereich (Lehrplan,

Klasse:	7–13
Themen:	Unterrichtliche Zugänge zum Thema Lebensmittelzusatzstoffe: Stoffsystematische Einordnung, Funktion aufgrund von Struktur & Eigenschaften, Fachmethoden (chemische Arbeitsweisen)
Methoden:	Experimente, Fachmethoden (z. B. qualitative und quantitative Analyse, Synthese, Isolierung)

Jahrgangsstufe) Beispiele aus dem Themenfeld Lebensmittelzusatzstoffe identifizieren und gezielt in den Unterricht einbinden. Beispielsweise können die sauren Eigenschaften einer Lösung am Beispiel einer Bonbon-Lösung oder eines säurehaltigen Getränks erarbeitet werden (vgl. **Beispiel 1**, S. 10 und [5]).

Cystein, Aspartam und Invertase zeichnen sich durch gemeinsame Grundstrukturen aus: L-Cystein ist eine biogene Aminosäure, Aspartam ein Dipeptid und Invertase ein Protein (Polypeptid). Ihre gemein-

INFORMATION 1

Ausgewählte Themenhefte der Zeitschrift „Unterricht Chemie“ vor dem Hintergrund von Lebensmittelzusatzstoffen

- Pfeifer, P.; Wöhrmann, H.: Konservierungsstoffe – Konservierungsverfahren. UC 4(1993) Nr. 19
- Schmidkunz, H.: Lebensmittel im Chemieunterricht. UC 5(1994) Nr. 23
- Schmidkunz, H.: Lebensmittel in der Diskussion. UC 6(1995) Nr. 30
- Schmidkunz, H.; Wagner, G.: Lebensmittel herstellen. UC 14(2001) Nr. 69
- Schmidkunz, H.; Sommer, K.; Pfeifer, P.: Lebensmittel – Trends und Entwicklungen. UC 13(2002) Nr. 69
- Sommer, K.; Pfeifer, P.; Schmidkunz, H.: Lebensmittelfarbstoffe – Fachmethoden anwenden. UC 19(2008) Nr. 105
- Proske, W.; Venke, S.; Schmidkunz, H.: Analytisch arbeiten. UC 21(2010) Nr. 120
- Struckmeier, S.; Sieve, B.; Pietzner, V.: Farbstoffe. UC 25(2014) Nr. 139

Stoffklasse	Beispiel (Literatur)
Metalle	– Aluminium (E 173) bzw. Silber (E 174) als Farbstoffe auf Deko-Perlen (UC 19(2008) Nr. 105, S. 22 ff.; Chemie und Schule 31(2016/2), S. 5–11)
Molekülverbindungen	– Sauerstoff (E 948), Stickstoff (E 941) bzw. Kohlenstoffdioxid (E 290) als Schutzgase in Lebensmitteln (UC 31(2020) Nr. 180, S. 41–47) – Schwefeldioxid (E 220) (UC 4(1993) Nr. 19, S. 18 ff. sowie S. 23 ff.)
Salze	– Kaliumnitrat (E 252) bzw. Kaliumnitrit (E 249) in Pökelsalz oder in Lebensmitteln (UC 21(2010) Nr. 120, S. 38 ff.; UC 23(2012) Nr. 127, S. 37 ff.) – Sulfite, z. B. Natriumsulfit (E 221), (UC 19(1993) Nr. 19, S. 18 ff. sowie S. 23 ff.) – Carbonate (E 500–504) in Backtriebmitteln (PdN-Che 44(1995/7), S. 38–40; Sommer, Fachmethoden der Chemie 2007) – Phosphate (E 339–343) in Wurst (UC 21(2010) Nr. 120, S. 11) oder in Backtriebmitteln (PdN-Chemie 44(1995/7), S. 38–40; Sommer, Fachmethoden der Chemie 2007)
Saure Lösungen	– Phosphorsäure (E 338) in Cola-Getränken (UC 21(2010) Nr. 120, S. 12; 9(1998) Nr. 43, S. 37 ff.)
Polyole	– Isomalt (E 953) in Bonbons und Kaugummi (Alltagschemie), Hydrolyse und Nachweis von Glucose sowie Mannit und Sorbit (UC 12(2001) Nr. 62, S. 23)
Carbonsäuren	– Citronensäure (E 330) in nimm2® und Sprite®: qualitativer Nachweis, typische Reaktionen von sauren Lösungen, quantitative Bestimmung sowie Isolierung (UC 19(2008) Nr. 103) (vgl. Beispiel 1) – Weinsäure (E 334) in Backpulver: Qualitativer Nachweis (UC 21(2010) Nr. 120, S. 43) – Sorbinsäure (E 200, 2, 4-Hexadiensäure) als Konservierungsmittel in Brot (UC 4(1993) Nr. 19, S. 34 ff.) oder qualitativer Nachweis u. a. in Margarine sowie quantitative Bestimmung (Chemkon 3(1996/3), S. 129 ff.)
Carbonsäureester	– p-Hydroxybenzoesäureester (PHB-Ester) (E 214): Synthese (UC 6(1995) Nr. 30, S. 34 ff.)
Aminosäuren, Dipeptide, Proteine	– Cystein (E 920) (UC 14(2003) Nr. 75, S. 17) (vgl. Beispiel 2) – Aspartam (E 951) (NiU-P/C 37(1989) Nr. 48, S. 17–19; KFD (2002) S. 61; 17(2006) Nr. 92, S. 32–35) – Invertase (E 1103) (UC 17(2006) Nr. 92, S. 12–15)
Kohlenhydrate	– Cyclodextrin (E 459) zur Stabilisierung von Emulsionen (UC 5(1994) Nr. 23, S. 55 f.) – Carrageen (E 407) in Götterspeise: Isolierung und Nachweis (UC 13(2002) Nr. 69, S. 30 f.) – Guarkernmehl (E 412) zum Eindicken von Tomatensaft (UC 13(2002) Nr. 69, S. 21)
Farbstoffe	– Indigoide Farbstoffe (Indigotin (E 132) (UC 19(2008) Nr. 105, S. 32 ff.) – Triarylmethanfarbstoffe (Patentblau (E 131), Brillantblau (E 133) (UC 19(2008) Nr. 105, S. 32 ff. sowie 37 ff.)

Tab. 1 | Ausgewählte Publikationen aus stoffsystematischer Sicht

same strukturelle Basis sind Aminosäuren und ggf. Peptidbindungen (Aspartam bzw. Invertase). In ihren Eigenschaften und damit den Funktionen als Lebensmittelzusatzstoffe unterscheiden sich diese drei Stoffe grundlegend: Cystein beeinflusst die Klebereigenschaften des Teiges, es dient als Mehlbehandlungsmittel (**Beispiel 2**, S. 10) [6]. Aspartam ist ein Süßstoff. Invertase – ein Enzym – wirkt als Feuchthaltemittel. Die Betrachtung aus struktureller Sicht ermöglicht, die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten von Vertretern einer Stoffklasse aufzuzeigen.

Lebensmittelzusatzstoffe aus Sicht der Funktionskonzepte

Mit dem Einbeziehen der Funktion eines Lebensmittelzusatzstoffes in die Leitlinie „Stoff – Struktur – Eigenschaften“ ergibt sich das didaktische Problem, dass Stoffe unterschiedlicher Stoffklassen die gleiche Funktion erfüllen. So werden Schwefeldioxid (E 220), schweflige Säure (E 220) und Sulfite, wie z. B. Natriumsulfit (E 221), einerseits und Vitamin C (E 300) andererseits als Antioxidationsmittel genutzt. Am Beispiel der Antioxidationsmittel führt die Orientierung am

Redox-Konzept weiter. Sie sind in der Lage, reaktive Sauerstoff-Teilchen, wie Singulett-Sauerstoff-Moleküle und andere Radikale (ROS), aus dem Zellgeschehen abzufangen und ihren negativen Auswirkungen, wie z. B. Lipidoxidation, vorzubeugen. Es handelt sich um wichtige Schutzmechanismen gegenüber oxidationsempfindlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, wie Carotinoide, Anthocyane und Polyphenole. In dieser Funktion werden sie Lebensmitteln zugesetzt, um andere Inhaltsstoffe der Lebensmittel vor Oxidation zu schützen. Sie fungieren wie eine „Opferanode“. Es zeigt sich, dass das didaktische Prob

Funktion in Verbindung mit chemischem Konzept	Beispiel (Literatur)
Antioxidationsmittel – Redoxkonzept	<ul style="list-style-type: none"> – L-Ascorbinsäure (Vitamin C) (E 300) – Wie wirkt ein ACE-Saft? (UC 15(2004) Nr. 79, S. 36–40), Nachweis mit 2,6-Dichlorphenolindophenol als Redoxreaktion (u. a. PdN-Che 41(1992/4), S. 21–31); Nachweis mit Teststäbchen (UC 21(2010) Nr. 120, S. 38 ff.) – Schwefeldioxid (E 220) (UC 4(1993) Nr. 19, S. 18 ff. sowie S. 23 ff.)
Farbstoff – Konzept der Farbigeit	<ul style="list-style-type: none"> – Absorptionsspektren von Carotin (E 160a) (Chemkon 6 (1999/3), S. 135–141) bzw. Chinolingelb (E 104) und Brillantblau (E 131) (UC 19(2008) Nr. 105, S. 40)
Farbstoff – Redoxkonzept	<ul style="list-style-type: none"> – Redoxverhalten von Indigocarmin (E 132) und Patentblau (E 131) (UC 19(2008) Nr. 105, S. 36) – Redoxverhalten von Riboflavin (E 101) (UC 7(1996) Nr. 31, S. 28–29; UC 25(2014) Nr. 139, S. 18–23)
Farbstoff – Säure-Base-Konzept	<ul style="list-style-type: none"> – Säure-Base-Eigenschaften von Patentblau (E 133) und Brillantblau (E 131) (UC 19(2008) Nr. 105, S. 20 sowie S. 35) – Anthocyane (E 163) in Brausepulver und Gummibärchen als Indikatoren (Chemkon 12(2005/4), S. 171–173)
Emulgatoren – Bildung und Stabilisierung von Emulsionen	<ul style="list-style-type: none"> – Isolierung von Sojalecithin, Herstellung einer Emulsion, Instantisierung von Kakao (UC 20(2009) Nr. 113, S. 18)

Tab. 2 | Ausgewählte Publikationen aus Sicht der Funktionalität als Lebensmittelzusatzstoff in Verbindung mit einem chemischen Konzept

lem“ der stofflichen Vielfalt bei gleicher Funktion eine Chance zur Vernetzung von Wissens-elementen bietet, denn die identische Funktion kann in den meisten Fällen auf struktureller Ebene erklärt werden. In **Tabelle 2** sind weitere Beispiele, entsprechend der Funktionalitäten als Lebensmittelzusatzstoffe, zusammengestellt.

Lebensmittelzusatzstoffe und Fachmethoden

Die Fachmethoden umfassen die fachspezifischen – also chemiespezifischen – Methoden des Experimentierens, sie können auch als Arbeitsweisen bezeichnet werden. Sie stellen das Instrumentarium für die Bearbeitung experimentell zu untersuchender Fragestellungen bereit. Dabei können die Fragen wirklich vielfältig sein, denn es existiert ein breites Spektrum an Fachmethoden.

Die Auseinandersetzung mit Lebensmittelzusatzstoffen ist häufig mit analytisch ausgerichteten Fragestellungen verbunden – ist ein Stoff in dem Lebensmittel bzw. wie viel des Stoffes ist in dem Lebensmittel enthalten? Ein Zugang erfolgt über den Nachweis der Lebensmittelzusatzstoffe im eingesetzten Lebensmittel, wie die Beispiele Nachweis von Schwefeldioxid in geschwefelten Früchten

mit Iod-Stärke-Lösung (**Beispiel 3**, S. 11) [7] oder der dünnschichtchromatografische Nachweis von Isomalt in Süßwaren verdeutlichen. Zahlreiche Nachweisreaktionen lassen sich entsprechend dem fachmethodischen Spiralcurriculum [8] über halbquantitative Untersuchungen (z. B. Vitamin-C-Bestimmung mit Teststäbchen) zu quantitativen Bestimmungen ausbauen, sodass auch quantitative Fragestellungen bearbeitet werden können.

Soll im Sinne der erweiterten Leitlinie „Stoff – Struktur – Eigenschaften“ zunächst die Basis geschaffen werden, dass man den Stoff in Händen hält, rückt zum einen die Isolierung des Lebensmittelzusatzstoffes a) aus dem eingesetzten Lebensmittel bzw. b) aus den Rohstoffen in den Blickpunkt; stellvertretend seien die Beispiele Isolierung von Sojalecithin aus Soja [9], die Isolierung von Farbstoffen aus Lebensmitteln [8] oder die Isolierung von Citronensäure aus Lebensmitteln [5] genannt. Zum anderen ließe sich auch die Synthese eines Lebensmittelzusatzstoffes unter schulischen Bedingungen realisieren, wie beispielsweise p-Hydroxybenzoesäureester [11] (**Beispiel 4**, S. 11). Betrachtet man die Fachmethoden zur Isolierung bzw. Synthese nicht

nur als Handwerkszeug, um die Stoffe gewinnen zu können, eröffnet sich ein Zugang für strukturelle Betrachtungen. Nur durch die Wechselwirkung zwischen zu isolierendem Stoff und eingesetzten Materialien lässt sich die Gewinnung realisieren (**Abb. 1**, S. 12). Als Paradebeispiel sei die Isolierung von Farbstoffen aus Lebensmitteln genannt. Üblicherweise erfolgt dies mit der Wollfadenmethode, mit der saure Farbstoffe, wie Brillantblau (E 133) und Chinolingelb (E 104), aus dem Lebensmittel isoliert werden können. Dem liegt die Reaktion zwischen den positiv geladenen Ammonium-Gruppen der Wollfaser und den Farbstoff-Anionen zugrunde. Alternativ lässt sich für die Isolierung auch Polyamid [12] verwenden, da Polyamid ebenso wie Wolle das dafür notwendige Strukturelement – die Peptidbindungen – aufweist.

Man kann die Fachmethode der Isolierung von Farbstoffen mit Wollfäden aber auch nutzen, um die chemische Natur von Faserstoffen zu identifizieren und sie nach tierischen bzw. pflanzlichen Fasern zu klassifizieren. Es wird sich zeigen, dass die sauren Farbstoffe auf Textilien mit Peptidbindungen (wie Wolle oder Seide), aber nicht auf Textilien mit glycosidischer Bindung (wie Baumwolle, Cellulose

Qualitativer Nachweis von Schwefeldioxid in Trockenfrüchten

Geräte

Messer, Messzylinder (50 mL), Demo-Reagenzgläser (alternativ: Erlenmeyerkolben (250 mL) – jeweils mit passendem Stopfen, Demo-Reagenzglasständer, Pasteurpipetten, Kolbenhub-Messpipette (1 mL), Stoppuhr

Chemikalien

Trockenfrüchte (z. B. Aprikosen), destilliertes Wasser, Stärke-Lösung (w=1%), Iod-Lösung (c=0,05 mol/L) (alternativ: Lösung des Arzneimittels beta-Isodona)

Durchführung

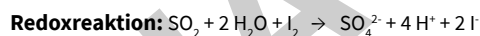
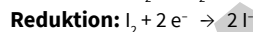
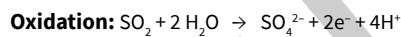
Eine mit dem Messer zerkleinerte Frucht wird in einem Demo-Reagenzglas mit 30 mL destilliertem Wasser übergossen, mit einem Stopfen verschlossen und kräftig geschüttelt. Dann gibt man 2 mL Stärke-Lösung (Pasteurpipette) zu und schüttelt erneut. Mithilfe der Kolbenhub-Messpipette werden 0,5 mL Iod-Lösung zupipettiert, gemischt und alle 30 Sekunden geschüttelt. Die Zeit bis zur Entfärbung wird notiert (max. 5 Minuten).

Beobachtung

Frucht	Aprikose	Birne	Pflaume	Rosine
Zeit bis zur Entfärbung [sec]	20	100	250	–

Auswertung

Das vorhandene Schwefeldioxid wird durch das zugegebene Iod oxidiert, und Iod wird reduziert. Es entsteht eine Lösung von verdünnter Schwefelsäure und Iodwasserstoffsäure.



nach [7]

Synthese von p-Hydroxybenzoesäuremethylester

Sachinformation

Ester der p-Hydroxybenzoesäure wie z. B. p-Hydroxybenzoesäuremethylester werden gegen Bakterien, Pilze und Hefen zur Lebensmittelkonservierung eingesetzt. Als Konservierungsstoffe werden sie in sehr verdünnter Form eingesetzt (w=0,05–0,1%). Dennoch ist auf ihr allergisierendes Potenzial hinzuweisen.

Materialien

50 mL Rundkolben, Vigreuxkolonne (ca. 15 cm hoch), Wasserbad, Thermometer, diverse Klemmen, Stativ, Gummischläuche, Kleindestillationsapparatur mit Liebig-Kühler, Wasserstrahlpumpe, Woulf'sche Flasche, Gefäß mit Eis/Eiswasser, Filterpapier, Exsikkator mit Kieselgel.

Chemikalien

p-Hydroxybenzoesäure (p. a.), Methanol (p. A.), konzentrierte Schwefelsäure

Durchführung

Schritt 1 – Synthese:

2,9 mmol (0,4 g) p-Hydroxybenzoesäure werden mit 29 mmol (0,93 g) wasserfreiem Methanol nach Zusatz von 1–2 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure mit aufgesetzter Vigreux-Kolonne und Trockenrohr für etwa 10 Minuten zum leichten Sieden erhitzt.

Schritt 2 – Isolierung und Reinigung:

Das Reaktionsgemisch wird in die Kleindestillationsapparatur überführt und bei etwa 50 °C ein Großteil des im Reaktions-

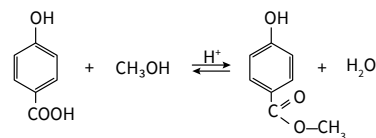
gemisch verbliebenen Methanols bei vermindertem Druck abdestilliert. Der verbleibende Rückstand wird auf die fünffache Menge Eiswasser (Becherglas oder Kristallisierschale) gegossen. Das sich abscheidende farblose Reaktionsprodukt wird abfiltriert und im Exsikkator getrocknet.

Beobachtung

Es scheidet sich ein farbloses, kristallines Reaktionsprodukt ab. Die Ausbeute beträgt ca. 0,2 g (eine Spatelspitze; ca. 45%).

Auswertung

p-Hydroxybenzoesäure + Methanol
→ p-Hydroxybenzoesäuremethylester + Wasser



Weiterführung

Das Reaktionsprodukt kann dünnschichtchromatografisch auf Reinheit und Identität geprüft werden. Als Fließmittel wird ein Gemisch aus Cyclohexan (p. A., F) und Essigsäureethylester (p. A., F) im Volumenverhältnis 4:1 eingesetzt, als stationäre Phase wird Kieselgel 60 F₂₅₄ genutzt. Es empfiehlt sich, sowohl eine Probe des Reaktionsgemisches nach Destillation als auch eine Probe des kristallinen Reaktionsproduktes zu untersuchen. Zur Kontrolle können auch Benzoesäure und ein handelsübliches Präparat des PHB-Esters (z. B. Sobrol M) in die Analyse einbezogen werden.

nach [11]

Gesundheit und Clean Label

Bewertung von Lebensmittelzusatzstoffen aus chemischer Sicht

Klasse:	10 – 13
Themen:	Lebensmittelzusatzstoffe; Gesundheit
Methoden:	Gruppenarbeit; Posterpräsentation; abschließende Diskussionsrunde
Material:	5 Arbeitsblätter für arbeitsteilige Gruppenarbeit

Von Lebensmittelzusatzstoffen dürfen keine gesundheitlichen Gefahren ausgehen (vgl. S. 4 in diesem Heft). Da sich Ernährungsgewohnheiten stetig verändern, überprüft die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) regelmäßig die Zulassung und Expositionsmengen der Zusatzstoffe. Falls erforderlich wird der ADI-Wert angepasst [1, S. 50 f.].

Kritisch zu betrachten ist, dass die Zusatzstoffe in den Zulassungsverfahren jeweils einzeln getestet werden. In industriell hergestellten Lebensmitteln werden aber meist verschiedene Zusatzstoffe nebeneinander verwendet (vgl. **Abb. 1** und **2**). Ebenso werden häufig mehrere Lebensmittel, die unterschiedliche Zusatzstoffe enthalten, gleichzeitig verzehrt. Mögliche Nebenwirkungen, die erst durch die

Wechselwirkung der verschiedenen Zusatzstoffe oder anderer Inhaltsstoffe entstehen, werden durch die aktuellen Zulassungsprüfmethoden nicht erfasst. Des Weiteren handelt es sich um Tier- und In-vitro-Experimente, deren Ergebnisse nur bedingt

auf den menschlichen Organismus übertragen werden können. Dem wird mit dem Sicherheitsfaktor bei der Festlegung des ADI-Wertes Rechnung getragen, allerdings werden ADI-Werte für gesunde Menschen festgelegt. Daher wären Untersuchungen, in denen mehrere Zusatzstoffe gleichzeitig getestet werden, sinnvoll [2, S. 34 f.].

Zutaten: 81 % Kartoffeln³, Stärke, HARTWEIZENGRIESS, Speisesalz, Palmöl, Emulgator Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren, Glukosesirup, Aromen, Stabilisator Diphosphat, MILCHEIWEISS, Zwiebeln³, Antioxidationsmittel NATRIUMMETABISULFIT, Hefeextrakt, Curcuma.

³aus nachhaltigem Anbau

Kann Spuren von Ei und Sellerie enthalten.

1 | Beispiel für ein Zutatenverzeichnis von Kartoffelklößen

Zutaten: pflanzliches Eiweiß, biologisch aufgeschlossen (Wasser, Weizenprotein, Salz), Wasser, Aromen (mit Weizen), Geschmacksverstärker (Mononatriumglutamat, Dinatriuminosinat), Salz, Zucker.

2 | Zutatenverzeichnis von Flüssigwürze



Verbrauchereinschätzung und Clean Label

Obwohl Fertigprodukte und verarbeitete Lebensmittel in großen Mengen konsumiert werden, stehen die verwendeten Inhaltsstoffe immer wieder in der Diskussion und Ernährungswissenschaftler raten dazu, den Konsum dieser Produkte zu reduzieren [3]. Auch die Sichtweise der Verbraucherinnen und Verbraucher verändert sich. So zeigte eine Studie aus dem Jahr 2012, dass lediglich 13 % der Lebensmittelindustrie vertrauen und

Unser Versprechen:

- Ohne geschmacksverstärkende Zusatzstoffe
- Ohne Farbstoffe und ohne Konservierungsstoffe lt. Gesetz

Zutaten: Zucker, jodiertes Speisesalz, Stärke, 9% Kräuter (5% Petersilie², 1,8% Thymian², Oregano², 1,1% Basilikum²), Säureregulator Natriumdiacetat, Säuerungsmittel Citronensäure, Zwiebeln², Knoblauch², MILCHZUCKER, gemahlene SENFKÖRNER, 3% Tomatenpulver², Zitrusfaser, Maiskeimöl, Liebstöckelwurzel², Pfeffer.

²aus nachhaltigem Anbau

Kann Spuren von Gluten, Soja, Ei und Sellerie enthalten.

3 | Clean Label und Zutatenverzeichnis für ein Salatdressing (Struckmeier)

in einer weiteren Studie aus dem Jahr 2017 gaben 84% der Befragten an, dass Lebensmittel auf der Verpackung oft besser dargestellt werden, als sie sind [3]. Die Gründe für diese Einschätzung sind vielfältig: Lebensmittelskandale wie Frostschutzmittel in Wein (1985), Acrylamid, das beim Erhitzen stärkehaltiger Lebensmittel entsteht (2002), die Verarbeitung von Gammelfleisch (2005, 2006, 2007), Listeriose-Bakterien in Rohmilchkäse (2010), Pferdefleisch in Lasagne (2013) oder als „Bio-Produkte“ deklarierte Eier aus Freiland- oder Bodenhaltung (2013) sind nur einige Beispiele, die eine negative Einstellung der Lebensmittelindustrie gegenüber begründen [4]. Die Verbrauchereinschätzungen werden meist in Zusammenhang mit enthaltenen Zusatzstoffen gebracht und veranschaulichen ein großes Missverhältnis zwischen der naturwissenschaftlichen Bewertung von Zusatzstoffen und deren Wahrnehmung durch die Verbraucherinnen und Verbraucher. Die Lebensmittelindustrie reagiert darauf mit dem sogenannten Clean Label oder Clean Labelling.

Unter Clean Label wird eine Vermarktungsweise der Lebensmittelindustrie verstanden, die in der Produktkennzeichnung mit Hinweisen auf fehlende Zutaten wirbt. Dabei handelt es sich häufig um Zusatzstoffe, wie bspw. Konservierungsmittel, Farbstoffe oder Geschmacksverstärker, aber auch um Angaben zu nicht enthaltenen Aromazusätzen, Gluten oder gentechnisch veränderten Lebensmitteln. Außerdem werden Nährstoffe wie Kohlenhydrate oder Lipide genannt. Typische Kennzeichnungen sind „ohne“ oder „ohne Zusatz von“ (Abb. 3) [5]. Untersuchungen zum Konsumentenverhalten zeigen, dass so gekennzeichnete Lebensmittel vom

Verbraucher als natürlicher und gesünder wahrgenommen werden. Die Wahrscheinlichkeit des Kaufs wird erhöht [6].

Clean Label am Beispiel Geschmacksverstärker

Clean Label sind nicht unumstritten, da Verbraucher durch diese Art der Kennzeichnung zu Fehleinschätzungen verleitet werden können. Ein Beispiel für den Ersatz von Zusatzstoffen ist E 621 Natriumglutamat, das in der Lebensmittelindustrie als Geschmacksverstärker zum Einsatz kommt. Freies Natriumglutamat verstärkt bereits in geringen Mengen den Eigengeschmack von Fertiggerichten mit Fleisch, Fisch oder Pilzen. Auch für Flüssigwürzen, Fertigsuppen oder Kartoffelchips wird es verwendet. Es unterstützt den Geschmackseindruck umami (fleischig, herzhaft), der ne-

ben dem Geschmackseindruck süß vom Menschen präferiert wird. Glutamat ist in vielen Lebensmitteln, wie bspw. Parmesankäse, Erbsen und Tomaten, von Natur aus enthalten (vgl. Tab. 1). Es kommt in freier Form oder an Aminosäuren gebunden in den Lebensmitteln vor. In fermentierten Fisch-, Fleisch- oder Gemüseextrakten und -soßen wird das gebundene Glutamat durch enzymatische Reaktionen freigesetzt. Diese Produkte, z. B. römisches Garum, werden seit über 2000 Jahren in der Küche verwendet, obwohl umami erst seit 2002 als fünfter Geschmackseindruck anerkannt ist [7].

Umami-Rezeptoren sind auf der Zunge, aber auch im Magen zu finden. Als Ligand dient das freie Natriumglutamat. Im Magen führt Glutamat zur Ausschüttung eines appetitanregenden Hormons. Bei Verwendung von Glutamat kann den Produkten weniger Speisesalz zugesetzt werden.

Lebensmittel	gebundenes Glutamat (mg/100g)	freies Glutamat (mg/100g)
Kuhmilch	819	2
Parmesankäse	9847	1200
Hühnerfleisch	3309	44
Rindfleisch	2846	33
Schweinefleisch	2325	23
Makrele	2382	36
Erbsen	5583	200
Tomaten	238	140
Kartoffeln	280	180
Sojasauce		400–1300

Tab. 1 | Freies und gebundenes Glutamat in Lebensmitteln [8]

Konservierungsstoffe

Der Einsatz von Konservierungsstoffen hat eine wichtige Bedeutung für die Lebensmittelsicherheit. Konservierungsstoffe verlangsamen oder verhindern den Lebensmittelverderb und schützen die Verbraucher vor gesundheitsschädlichen Mikroorganismen, die zu gefährlichen Infektionen oder Vergiftungen führen können. Einige Konservierungsstoffe können jedoch bei Menschen mit diesbezüglichen Vorerkrankungen pseudoallergische Reaktionen auslösen. Dazu gehören **Benzoessäure**, **Sorbinsäure** und die entsprechenden Salze. Typische Symptome sind Magen-Darm-Beschwerden und Juckreiz. Außerdem kann es zu asthmatischen Anfällen kommen. Die Symptome können bereits bei unter dem ADI-Wert liegenden Aufnahmemengen auftreten. Für Menschen, die mit keiner Form einer Unverträglichkeit reagieren, sind Konservierungsstoffe in den Mengen, die in Lebensmitteln zugesetzt werden, nicht gesundheitsschädlich bzw. ist aufgrund der aktuellen Datenlage von keinen gesundheitsschädlichen Auswirkungen auszugehen.

Arbeitsaufträge

1. Notieren Sie die Strukturformeln der im Text genannten Konservierungsstoffe.
2. Recherchieren Sie die Ursachen und Hintergründe des Lebensmittelverderbs und erläutern Sie, wie die Stoffe Sorbinsäure und Benzoessäure die Vermehrung von Verderbniserregern hemmen können. Nutzen Sie dazu auch die QR-Codes.



Literatur

- Theobald, S.: Lebensmittelzusatzstoffe – Teil 2 Konservierungsmittel, Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin 1/2012, S. 32–37
- Diehl, J. F.: Chemie in Lebensmitteln: Rückstände, Verunreinigungen, Inhalts- und Zusatzstoffe, WILEY-VCH, Weinheim 2000
- Matissek, R.; Baltés, W.: Lebensmittelchemie. Springer Spektrum, Köln 2016
- BZfE: Lebensmittelverderb erkennen

schreibung von Clean Label je nach Recherchequelle unterschiedlich eingefärbt ist. Während Lebensmittelverbände und Hersteller Clean Label für ihre Vermarktung nutzen und positiv bewerten, ist die diesbezügliche Darstellung von Verbraucherzentralen deutlich kritischer. Durch die inhaltliche Erarbeitung zu Clean Label sowie den Vergleich der Beschreibungen der verschiedenen Interessensvertreter kann ein Beitrag zur Herausbildung von kritischer Mündigkeit geleistet und die Kompetenzen im Bereich Bewerten gefördert werden. Die Lernenden sollten dabei ihre eigene Position zur Werbestrategie Clean Label formulieren, dabei die Interessenslagen und Argumente gegenüberstellen und vor dem Hintergrund möglicher Alternativen gewichten. Eine Diskussion über das Für und Wider dieser Werbestrategie bildet dann den Abschluss der Einheit.

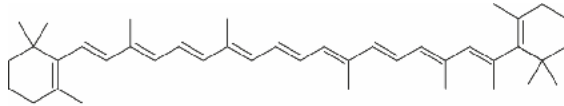
Literatur

- [1] Klotter, C.; Endres, E.-M. (2000): Gute – Böse Lebensmittelindustrie – Ein Diskurs der Ernährungsakteure. Springer, Wiesbaden 2000
- [2] Leitenberger, B.: Zusatzstoffe und E-Nummern – Alle Zusatzstoffe und E-Nummern sowie die gesetzlichen Grundlagen erklärt. Norderstedt: Books on Demand 2012
- [3] Spiller, A.; Zühlsdorf, A.: Lebensmittelzusatzstoffe und Clean Labelling (2012): Der Verbraucher im Spannungsfeld zwischen Information und Erwartung. URL: https://www.schaumann-stiftung.de/statics/www_schaumann_stiftung_de/downloads/H%C3%BClsenberger%20Gespr%C3%A4che/ Einzelvotr%C3%A4ge%202012/doc_hwss_hue_g_2012_4_3_lf_spiller.pdf (27.06.2021)
- [4] Kühl, S.; Zühlsdorf, A.; Viergutz, T.; Fellner, J.; Spiller, A.: Zutatenhinweise auf Lebensmittelverpackungen (2017): Verbraucherwahrnehmung im Spannungsfeld von Produktaufmachung, tatsächlichen Zutatenanteilen und Aromen. URL: https://www.lebensmittelklarheit.de/sites/default/files/17-09-06_vzbv_studie_zutatenhinweise_auf_lebensmittelverpackungen.pdf (27.06.2021)
- [5] NDR: Lebensmittelskandale in Deutschland (2017). URL: <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Lebensmittelskandale-in-Deutschland,lebensmittelskandale101.html> (27.06.2021)
- [6] Song, M. R.; Im, M.: Moderating effects of food type and consumers' attitude on the evaluation of food items labeled "additive-free". In: Journal of Consumer Behaviour 17(1/2018), e1–12
- [7] Behrens, M.; Meyerhof, W.; Hellfritsch, C.; Hofmann, T.: Moleküle und biologische Mechanismen des Süß- und Umamigeschmacks. In: Angew. Chem. 123 (2011), S. 2268 – 2291
- [8] FSANZ (Food Standards Australia New Zealand): Monosodium Glutamate. A Safety Assessment (2003). Technical Report Series No. 20 URL: <https://www.foodstandards.gov.au/> (27.09.2021)
- [9] Beyreuther, K.; Biesalski, H. K.; Fernstrom, J. D.; Grimm, P.; Hammes, W. P.; Heinemann, U.; Kempfski, O.; Stehle, P.; Steinhart, H.; Walker, R.: Consensus Meeting: Monosodium Glutamate – An Update. In: European Journal of Clinical Nutrition (61/2007), S. 304 – 313
- [10] Belitz, H.-D.; Grosch, W.; Schieberle, P.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Aufl. Springer Verlag 2008, S. 620
- [11] Lebensmittelverband Deutschland e. V.: Clean Labels (2014). URL: <https://www.lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/werbung/clean-labels> (07.09.2021); Verbraucherzentrale (2010): „Ohne Zusatzstoffe“ – Clean Labeling: Werbeaussagen kritisch beleuchtet. URL: https://www.vzhh.de/sites/default/files/medien/167/dokumente/10-09-27_Verbraucherzentralen_Clean-Label-Bericht.pdf (07.09.2021)
- [12] ZDFzeit: Die Tricks der Lebensmittelindustrie-118.html (09.10.2021); Terra Xpress: Hilfe, was essen wir da? URL: <https://www.zdf.de/wissen/terra-xpress/hilfe-was-essen-wir-da-100.html> (09.10.2021)

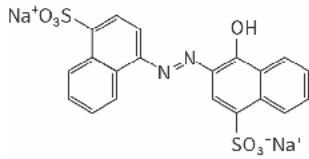
Farbstoffe

Farbstoffe werden vor allem für Süßwaren, Limonaden, Puddings oder Eis, aber auch für Margarine, Käse und Fisch-erzeugnisse als Zusatzstoffe eingesetzt. Dabei kommen sowohl natürliche, z. B. β -Carotin (E 160e) oder Anthocyane (E 163), als auch synthetische Farbstoffe, z. B. Azorubin (E 122) oder Brillantblau FCF (E 133), zum Einsatz.

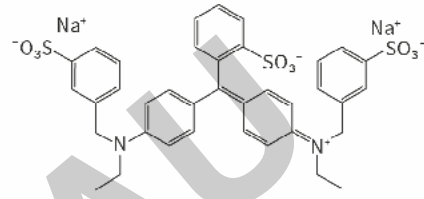
Natürliche Farbstoffe, wie z. B. β -Carotin, haben teilweise eine geringe Lichtechtheit und Hitzebeständigkeit und werden deshalb meist mit Antioxidantien verarbeitet. Seit 2010 müssen die Farbstoffe Tartrazin (E 102), Chinolingelb (E 104), Gelborange S (E 110), Azorubin (E 122), Cochenillerot A (E 124) und Allurarot AC (E 129) mit dem Warnhinweis „Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen“ versehen werden. Pseudoallergische Reaktionen können vor allem bei Menschen auftreten, die eine Unverträglichkeit gegenüber Aspirin oder Benzoesäure aufweisen.



β -Carotin (E 160a)



Azorubin (E 122)



Brillantblau (E 133)

Zu den für Lebensmittel zugelassenen Zusatzstoffen gehört auch Titandioxid (E 171). Titandioxid wird seit Langem für Kaugummi, Zuckerguss, Bonbons oder Mozzarella verwendet. Bereits 2016 wurde Titandioxid von der EFSA bewertet und weitere Studien durchgeführt. Nach der aktuellen Bewertung (2021), insbesondere in Bezug auf die Partikelgröße unter Berücksichtigung der Leitlinien zur Nanotechnologie, ist die Resorption von Titandioxid nach oraler Aufnahme zwar gering, die Partikel können sich aber im Körper ansammeln, und eine erbgutschädigende Wirkung kann nicht ausgeschlossen werden. Es besteht Klärungsbedarf im Hinblick auf die Partikelgröße und die Partikelgrößenverteilung von E 171. Daher gibt die EFSA keine Empfehlung hinsichtlich der sicheren Menge für die tägliche Aufnahme des Zusatzstoffes.

Arbeitsaufträge

1. Erkläre mithilfe der Molekülstruktur, weshalb man Brillantblau und Azorubin eher in Limonaden findet, β -Carotin hingegen kaum für Limonaden verwendet wird und stattdessen in Käse oder Margarine zum Einsatz kommt.
2. In Süßwaren werden die als Zusatzstoff zugelassenen Farbstoffe immer mehr durch **färbende Lebensmittel** ersetzt. Recherchieren Sie, um welche Stoffe es sich dabei handelt und worauf die färbende Wirkung beruht. Nutzen Sie dazu den QR-Code.
3. Recherchieren und bewerten Sie die Hintergründe zur Diskussion von Titandioxid als Zusatzstoff in Lebensmitteln. Nutzen Sie dazu auch die QR-Codes.



Literatur

- Theobald, S.: Lebensmittelzusatzstoffe - Teil 4 Farbstoffe, Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin 4/2012, S. 36–41
- Hahne, D.: E-Nummern, Zusatzstoffe, Stiftung Warentest 2017, S. 237–238
- Greßler, S.; Rose, G.; Gázsó, A.; Pavlicek, A.: Titandioxid als Lebensmittelzusatzstoff, NanoTrust-Dossier Nr. 055 – Mai 2020, URL: <https://www.oew.ac.at/ita/publikationen/publikationsreihen/nanotrust-dossiers> [27.7.2021]
- EFSA: Titandioxid: E171 gilt bei Verwendung als Lebensmittelzusatzstoff nicht mehr als sicher, URL: <https://www.efsa.europa.eu/de/news/titanium-dioxide-e171-no-longer-considered-safe-when-used-food-additive> [2.6.2021]
- DaNa4.0 – Wissensplattform Nanopartikel, URL: <https://nanopartikel.info/basics/querschnittsthemen/nanomaterialien-in-lebensmitteln/> [27.09.2021]



Versuch Sek. I/II Schüler	Suspensionsstabilisierung mit Alginaten von Anam Akram, Dennis Zehler, Sabine Struckmeier	Zeit 15 Minuten
--	---	---------------------------



1 | Wasser und Seesand (links: nach dem Schütteln, rechts: nach 5 min)



2 | Alginate-Sol und Seesand (links: nach dem Schütteln, rechts: nach 5 min)

© Fotos: Anam Akram

Geräte

2 Reagenzgläser mit Stopfen, Reagenzglasständer, 2 Spritzen (5 mL), Becherglas (400 mL), Messzylinder (100 mL), Milchaufschäumer, Spatel, Waage, Wägeschälchen

Chemikalien

Natriumalginat, Seesand, demineralisiertes Wasser

Herstellung eines Natriumalginat-Sols

In einem Becherglas werden 100 mL demin. Wasser vorgelegt. 1 g Natriumalginat wird abgewogen und nach und nach zum Wasser hinzugegeben. Wasser und Alginat werden so lange mit dem Milchaufschäumer zu einem Sol verarbeitet, bis alle Alginat-Klumpchen gelöst sind.

Durchführung

Zwei Reagenzgläser werden mit 5 mL Natriumalginat-Sol bzw. 5 mL demin. Wasser (Blindprobe) befüllt. Anschließend werden diese mit einer Spatelspitze Seesand versetzt, mit einem Stopfen verschlossen und kurz kräftig geschüttelt.

Beobachtung

In der Blindprobe setzt sich der Seesand sofort nach dem Schütteln auf dem Reagenzglasboden ab. In der Probe mit dem Natriumalginat-Sol schweben die Seesand-Partikel in der Lösung, bevor sie verzögert sedimentieren. Erst nach 5 Minuten hat sich auch hier ein großer Teil der Partikel abgesetzt.



Versuch Sek. I/II Schüler	Emulgierwirkung von Alginaten und Lecithin von Anam Akram, Dennis Zehler, Sabine Struckmeier	Zeit 15 Minuten
--	--	---------------------------



1 | Wasser, Öl und Kräuter (links: nach dem Schütteln, rechts: nach 5 min)



2 | Wasser, Öl, Kräuter und Alginate (links: nach dem Schütteln, rechts: nach 5 min)



3 | Wasser, Öl, Kräuter und Lecithin (links: nach dem Schütteln, rechts: nach 5 min)

© Fotos: Anam Akram

Geräte

3 Bechergläser (2 x 50 mL, 1 x 100 mL), 4 Reagenzgläser mit Stopfen, 3 Spritzen (2 x 1 mL, 1 x 10 mL), Magnetprüher, Messzylinder (100 mL, 50 mL), Mörser mit Pistill, Reagenzglasständer, Rührfisch, Spatel, Waage

Chemikalien

Natriumalginat, Sojalecithin, Hühnererei, demineralisiertes Wasser, getrocknete Salatkräuter, Sonnenblumenöl

Herstellung eines Natriumalginat-Sols

In einem Becherglas werden 100 mL demin. Wasser vorgelegt. 1 g Natriumalginat wird abgewogen und nach und nach zum Wasser hinzugegeben. Wasser und Alginat werden so lange mit dem Milchaufschäumer zu einem Sol verarbeitet, bis alle Alginat-Klumpchen gelöst sind.

Durchführung

Die Salatkräuter werden in einem Mörser fein verrieben. 1 g des Pulvers wird in einem 100 mL-Becherglas mit 25 mL Speiseöl und der gleichen Menge Wasser versetzt. Die Mischung wird 15 Minuten gerührt. Jeweils 5 mL der Salatkräuter-Öl-Wasser-Mischung werden in die drei Reagenzgläser gefüllt. In ein Reagenzglas werden mithilfe einer Spritze 0,2 mL Alginate-Sol, in das zweite 0,2 mL Lecithin gefüllt. Das dritte Reagenzglas wird mit 0,2 mL demin. Wasser versetzt und dient als Blindprobe zum Vergleich. Die Reagenzgläser werden mit Stopfen verschlossen und kräftig geschüttelt. Zusätzlich kann in einem weiteren Reagenzglas die Kräutermischung mit etwas Eigelb versetzt und ebenfalls geschüttelt werden.