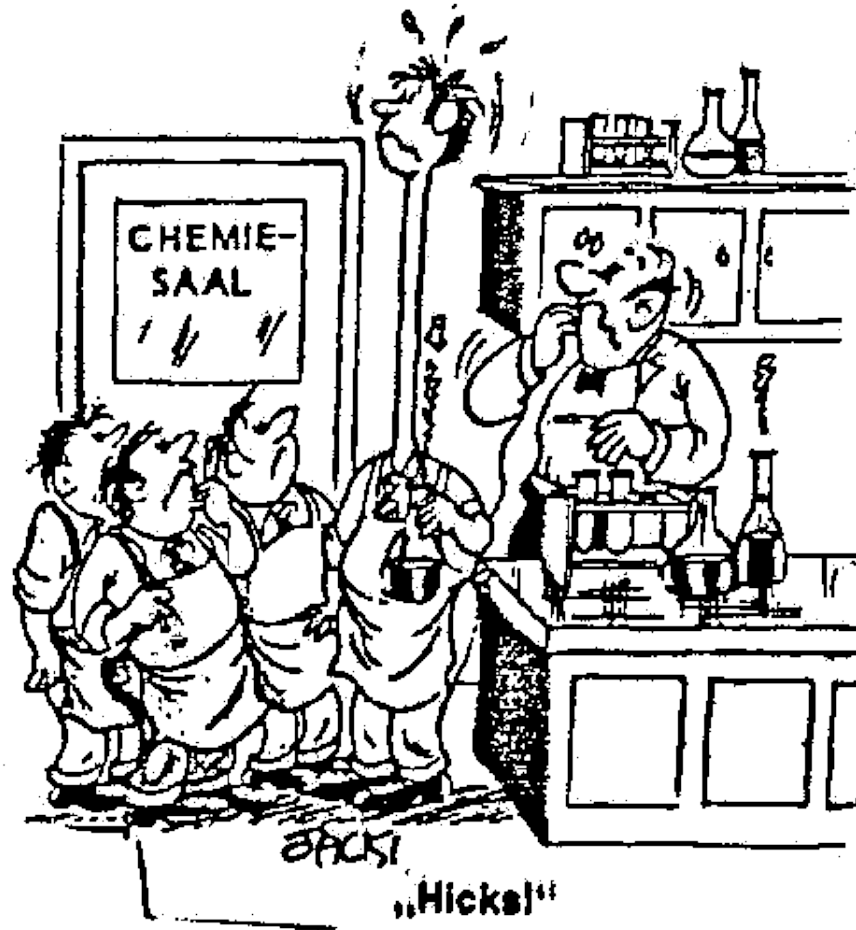


Süßes aus und für den Unterricht

Oder: Warum schmecken Gummibärchen rot?



Chemie-Tage, 02.10.2009, Institut Flad, Stuttgart

AkadDir W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Sie erfahren heute etwas darüber...

- 1. Warum ich es für sinnvoll halte, Kenntnisse über Lebensmittel im CU zu vermitteln,**
- 2. welcher Art die Kenntnisse sein sollen, die ich meine und**
- 3. wie ich mir die Vermittlung vorstelle.**

1. Warum...

**...ich Lebensmittel-Inhalte für
sinnvoll halte.**



Begründung für Lehrer

Benjamin Kiesewetter argumentierte 1996 in Berlin, dass er im Chemieunterricht:

„ ...**gesundheitsgefährdendem Stress** und **Angstattacken** ausgesetzt sei, da er **gegen seinen Willen** Lehrstoff pauken müsse, von dessen **Nutzlosigkeit** er überzeugt sei;

er fürchte, dass seine **Wissbegierde** und **Lernfähigkeit** **getötet** oder zerstört **würde...**“

Quelle: Spiegel 1996

Begründung 1

Lieferwagen fliegt bei
Glatteis aus der Kurve =
Unfall. **kein Physikunfall!**

Dabei platzt ein 100-Liter-
Tank Reinigungsmittel =

Brauner Zucker ist
gesund = **Biologie.**

Chemieunfall
Weißer Zucker ist
ungesund = **Chemie.**

„Ich mag **keine Chemie in
der Nahrung.**“

„Hast Du nicht etwas,
damit der Obstsalat nicht
braun wird?“

**Diese Widersprüche lassen sich
nicht mit
noch mehr Fachwissen Chemie
aus der Welt schaffen!**

Begründung 2

Es fällt uns nicht leicht, Chemie so zu vermitteln, dass Schüler ihre Nützlichkeit für den Alltag erkennen.

Abiturienten, die nach CuLP 1977-1990

1. schätzen das Fach besonders gering und
2. setzen Chemiekenntnisse am wenigsten beruflich und privat ein.

Schinköthe, O.: Wer braucht schon eine chemische Grundbildung? Schriftliche Hausarbeit, Universität Bayreuth, 2005.



Beispiel: Erstkontakt mit Chemie...

...**Beschreibung** einer einführenden
Unterrichtseinheit
zum Lernbereich „Aufgabenbereich eines
Chemikers“



...in der 1. Chemiestunde Realschule



Brausepulver als Gemisch



große Kristalle:

- Zitronensäure
- Saccharose

„weisses“ Pulver:

- Hydrogen-carbonat
- Aroma auf Maltodextrin
- Süsstoff

farbige Körnchen:

- Farbstoff

Hilfe durch die Zutatendeklaration

Zucker

Säure

Farbstoff



Hergestellt aus folgenden Zutaten:
Zucker, Säuerungsmittel: Weinsäure, Natriumhydrogencarbonat, Süßstoff, Natriumcyclamat und Saccharin, Aroma, Farbstoff
E160a, E160c, E163, E141.

Den Inhalt des Portionsbeutels in ein Glas mit 0,2 Liter frischem Wasser (Mineralwasser) schütten. Sofort erhält man ein herrlich prickel-frisches Getränk.

Trocken aufbewahren!

Frigeo-Werk
73630 Remshalden
bei Stuttgart
Deutschland
Germany



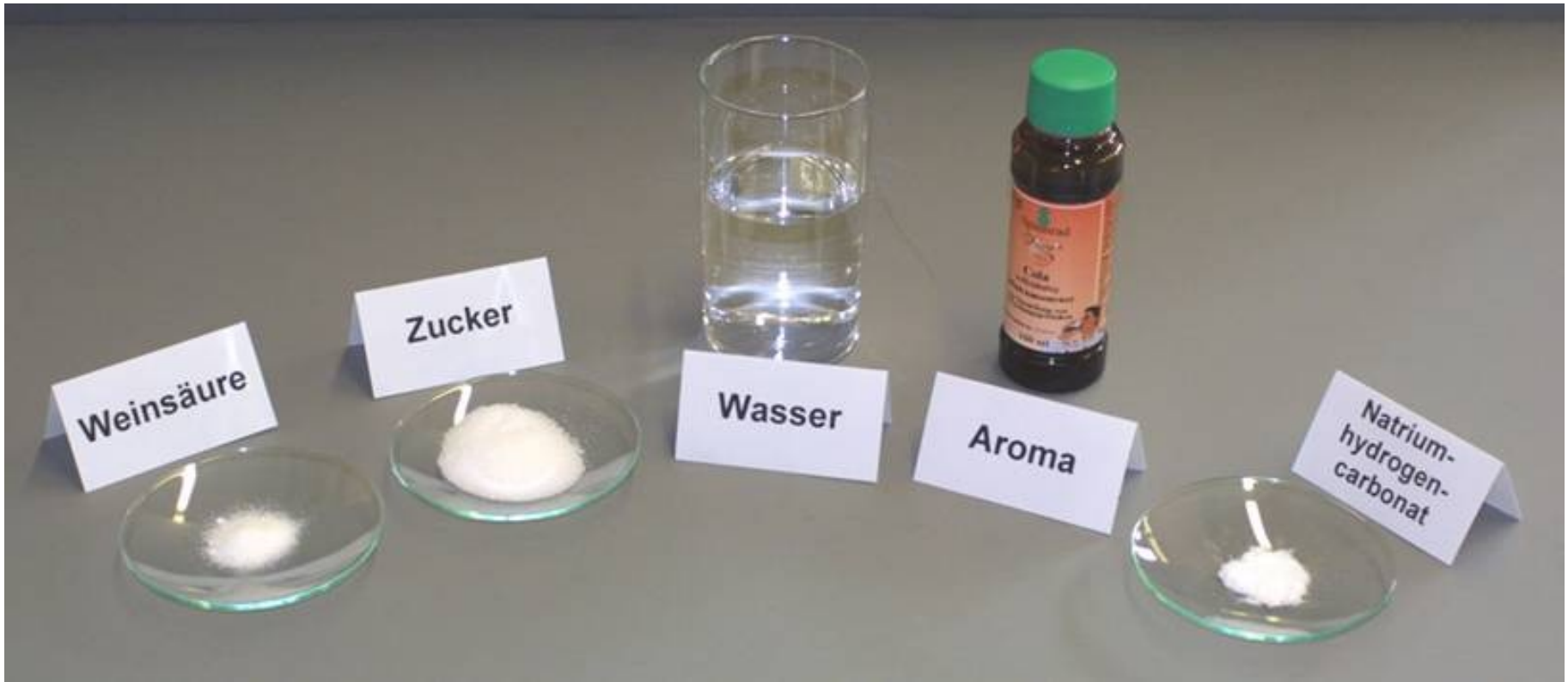
NaHCO_3

Aroma

Süßstoff



Vom Untersuchen zum Herstellen

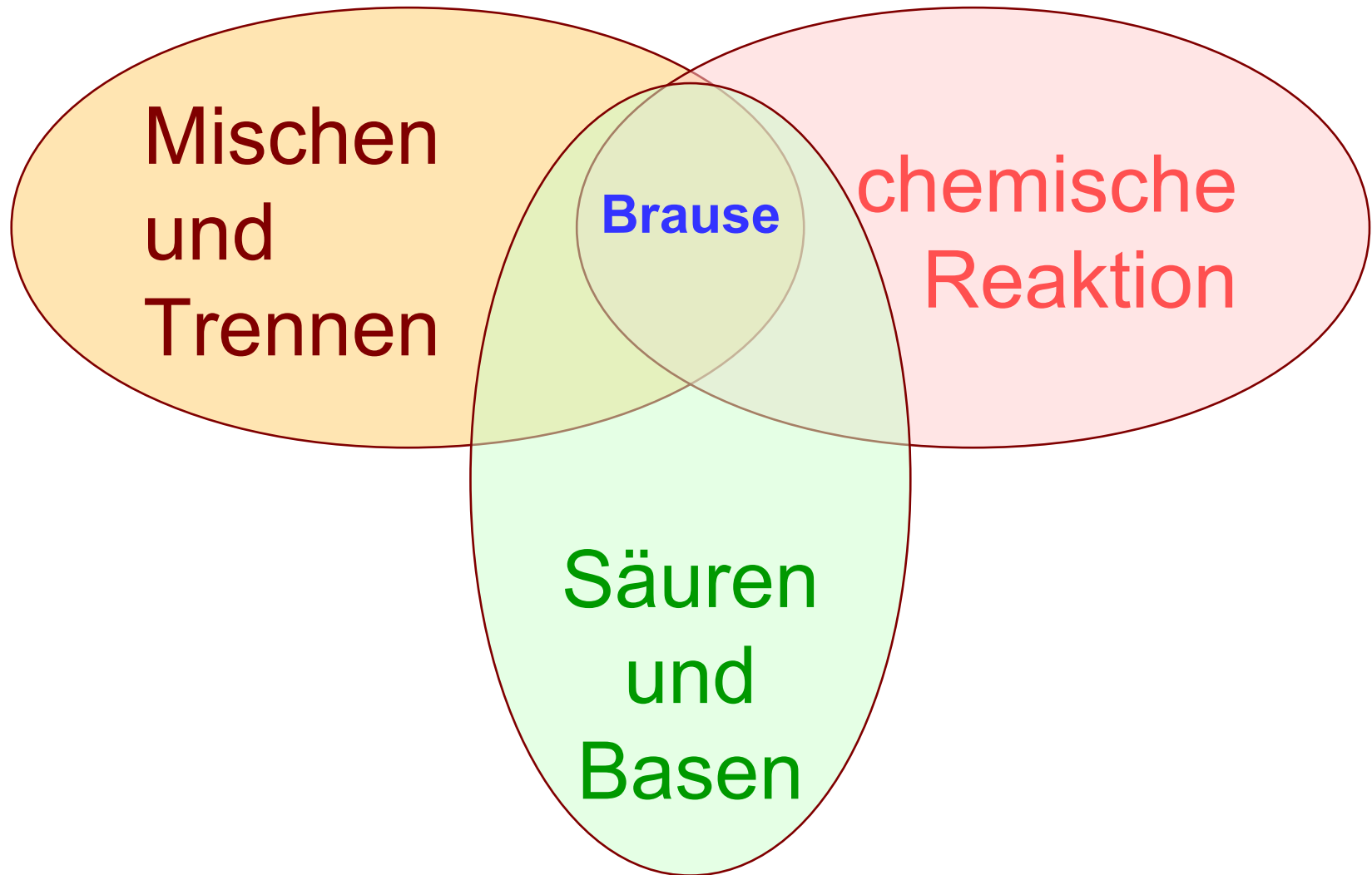


Das selbst hergestellte Produkt:



1. **Diskutieren Sie:** sollen Farbstoffe 'rein oder nicht?
2. **Führen Sie durch:** mit und ohne Farbstoff in untersch. Gruppen (Schüler wissen nicht, dass es sich um ansonsten **identische** Rezepte handelt), mit Colasirup bzw. Aromen.
3. **Diskutieren Sie:** welche „Sorte“ schmeckt besser?

Lernfelder im „Zusammenhang“



1. Antwort:

- Holt Schüler im Alltag ab.
- Erfordert nicht zu viel Vorlauf („Grundlagen“)
- Hat Potential für offene(re) Aufgabenstellungen.
- Ermöglicht dennoch Anknüpfung an Lehrplaninhalte.

2. Welcher Art...

...sind die Kenntnisse?



Sie sind ja schließlich zum Vergnügen hier!

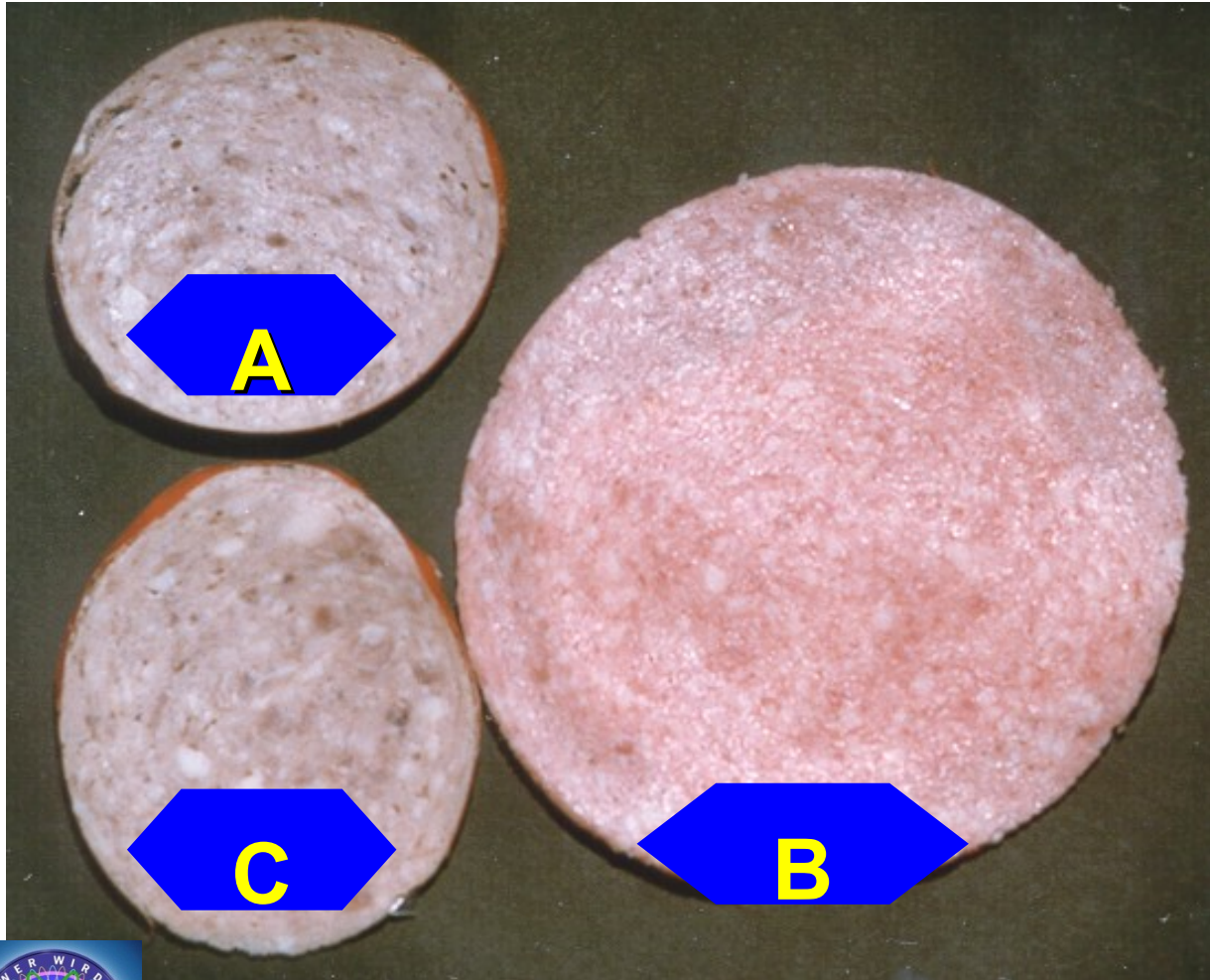


AkadDir W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth



Die 100-Euro-Frage.

Welche Wurst (alle drei: Göttinger) ist frisch?



D: alle drei?

Sie denken falsch,
Antwort ist aber
richtig.

Kann schon sein.
Sie sehen richtig,
Antwort ist aber
falsch.

Sie sehen falsch,
Antwort ist auch
falsch.



Die Logik dahinter...

- ✓ Gebrühtes Fleisch ist grau
(Hb wird zu MetHb).
- ✓ Wiener (Göttinger) sind nicht grau.
- ✓ Sie sind aber gebrüht.
- ✓ Folglich?



Die besondere Erkenntnis daraus:

Besteht der Verbraucher auf einer bestimmten Farbe, kriegt er sie.

Etwas offen ist noch:

Wann und wo entsteht die Vorstellung?



Was haben wir gelernt?

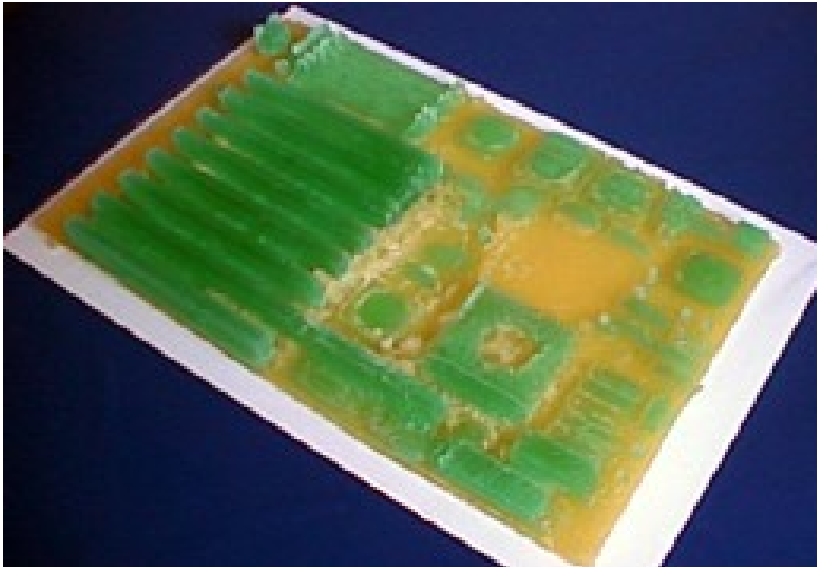
- Etwas über die Rolle von Farbstoffen in Lebensmitteln
- Dass es zwei Farbstofftypen gibt:
 - solche, die im Verlauf der Herstellung entstehen (Maillard-Produkte bzw. Reduktionsprodukte aus natürlichem Umfeld) und
 - als Farbstoffe zugesetzte (z.B. Backfarben)
- Grenzen unseres Erfahrungswissens = Ansatzpunkt für den fachlichen Unterricht

3. Wie...

...kann man Inhalte **anders**
transportieren?



Beispiel: Herstellung von Fruchtgummi



Demonstration



AkadDir W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Essen im Chemiesaal?



Aber mit Sicherheit!

AkadDir W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth



1. Ansatz: Mehrwert durch Technologie

Problemstellung:

1. Das Produkt muss wirklich gummiartige Konsistenz haben und über eine längere Zeit **behalten**. (Lösung: Invertzucker)
2. Wie **formt** man eine flüssige, gummiartige, **stark klebende** Masse?
(Lösung: Stärkebett)

http://www.haribo.de/exklusiv/geburt/geburt01_rgt.html

http://www.jellybelly.com/About/Tours/Virtual_Tour.htm#step1



Die 1000-Euro-Frage.

Wonach schmecken die grünen Haribo-Gummibärchen?

A: nach Kiwi

B: nach Apfel

C: nach Erdbeere

D: nach Waldmeister

Sie kommen ja nicht einmal über die
100 Euro hinaus, wie wollen Sie da Millionär werden?

Stimmt auch nich'! Is' doch keine **Brause!**

Stimmt mittlerweile! Apfel wurde 2007 eingeführt!

Nö! Stimmt seit 2007 nicht mehr! Umlernen!



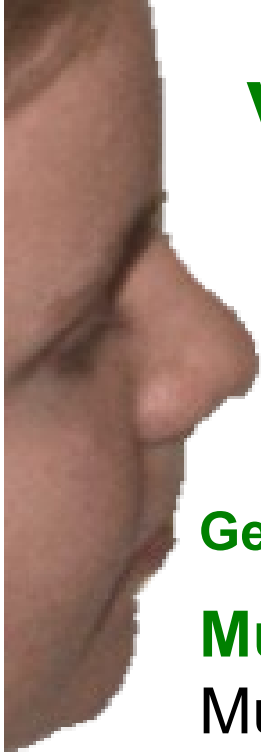
Wonach schmecken...

... die roten Fruchtgummis?

... die gelben Fruchtgummis?



Die ganz gemeinen Chemiker:



Geräusch (z.T. Knochenleitung)

Visueller Eindruck: Glanz, Größe,
Farbe, Form

synchron

Geruch: Aroma

Geschmack: sauer, süß, salzig, bitter, umami, „Nr.6“

Mundgefühl: adstringierend, brennend, kühl, warm,
Muskel- und Gelenkbewegung, Konsistenz, Textur

Vorerfahrung

Warum schmecken Gummibärchen rot?

1. Nur rote Gummibärchen schmecken rot, gelbe nicht.
2. Wir haben's so gelernt.





Die aktuelle psychologische wie auch nicht-psychologische Forschung beschäftigt sich zunehmend mit den kleineren Lebewesen, Vorläufern und Begleitern des Menschen. Zu diesen zählen verständlicherweise die kleinen Gummibären aus Bonner Provenienz.



[Forschungs-
themen](#)



[Einstiegs-
Literatur](#)



[Just for Fun](#)



[Gummibären im
WWW](#)



[Gummibären-
Grüße](#)



[Gästebuch](#)

© Gummibären-Forschung
erstellt: 8.11.95 by [Joachim Funke](#) & [Heike Gerdes](#), letzte Änderung: 22.12.99 by HG



Diese Seiten sind optimiert für Netscape ab 4.6 und Internet Explorer 5.

Wo bleibt die Chemie?

- Invertzucker über saure Hydrolyse aus Saccharose (Stoffartumwandlung, also Chemie)
- Gesamtzuckergehalt sehr hoch, Fettgehalt 0 (Null) (Vorsicht: Werbung!)
- Technologie: wie man eine klebrige Masse in Form bringt (eher Physik und Technik).



Genug „Chemie“ drin?

- Inhalte nur EIN Lehrziel
- Fähigkeiten, Fertigkeiten wichtig:
 - Temperatur messen und kontrollieren,
 - Massen mit versch. Genauigkeit abwiegen,
 - Volumen mit versch. Hilfsmitteln abmessen...

Fachgemäße Arbeitsweisen



Schlängenkochmaschine

Produktion:

- bis 3000 kg/h

Formung:

- bis 500.000 St/h

Quelle:

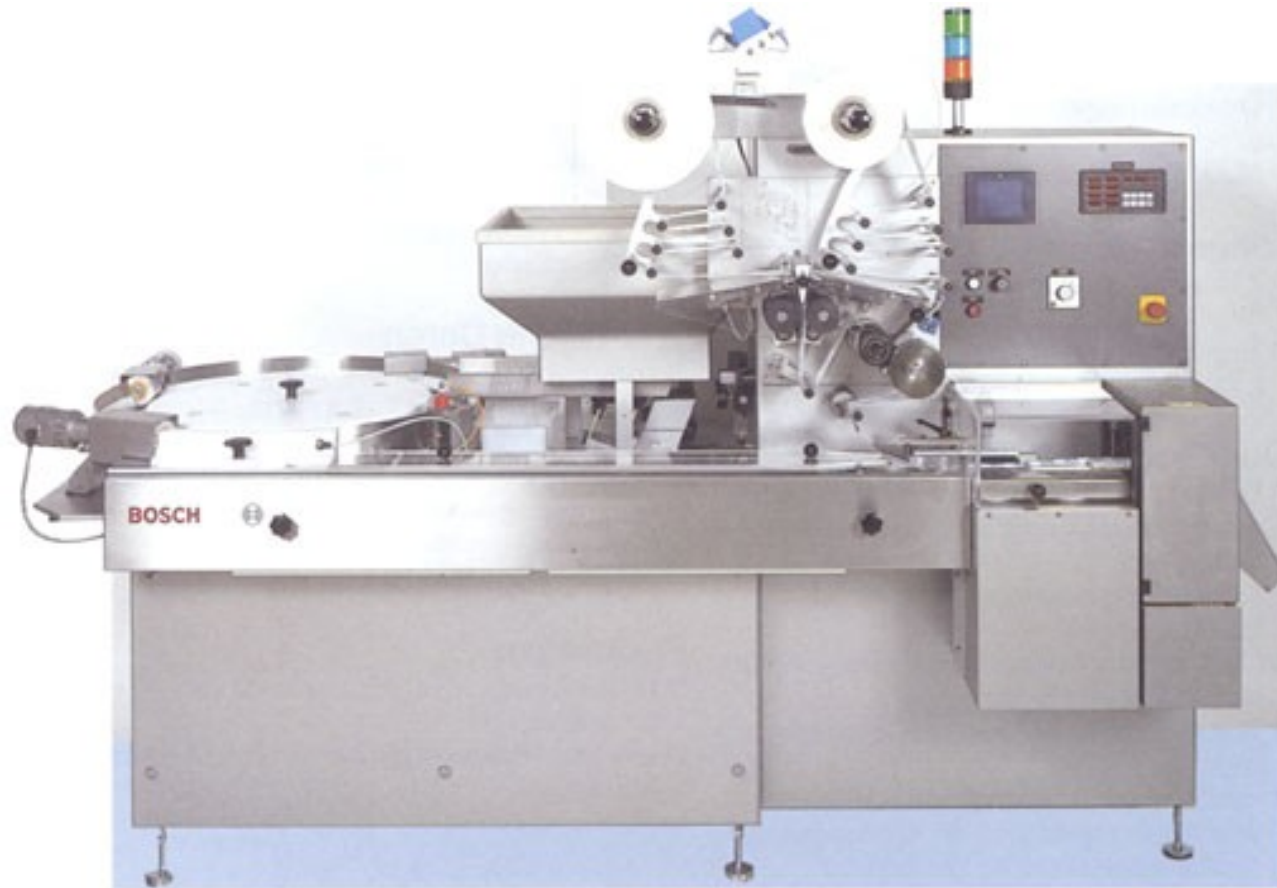
www.bosch.de

Waiblingen



2m

Kleinschlauchbeutelmaschine



Große Beutel mit Einwaage: 60-120 P/min.
Einzelbeutel bis zu 2000 St./min.
Quelle: www.bosch.de, Waiblingen

2. Ansatz: Beginnen mit Rezepten

Zutaten für jeweils 100g Bonbons

Zuckerbonbons Isomaltbonbons

60g Zucker

23ml Wasser

17g Invertzucker

 Citronensäure 1g

1g Farbstoff 2Tr.

2Tr. Aroma 10Tr.

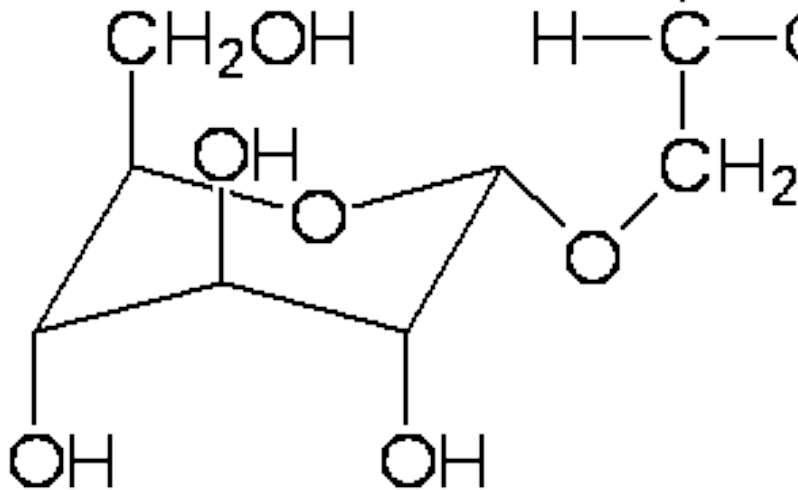
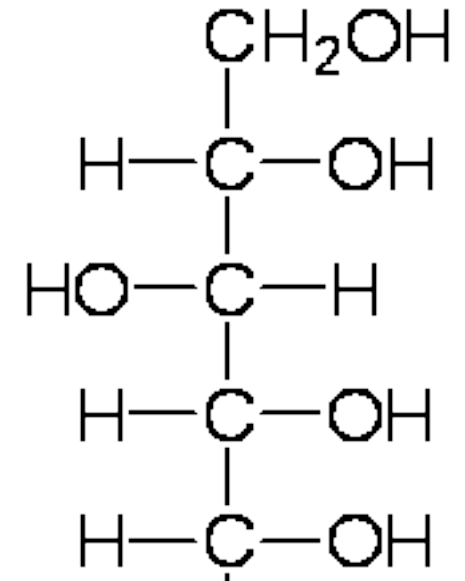
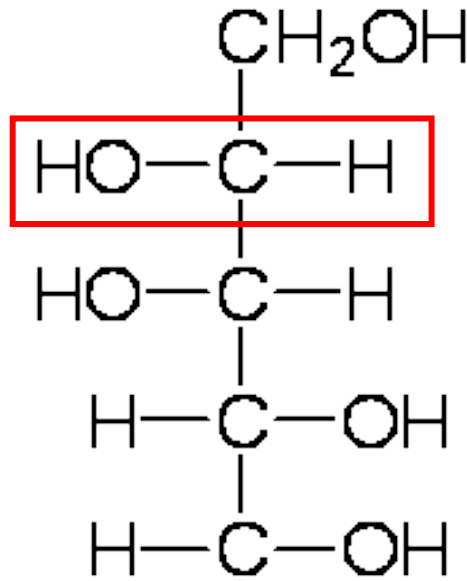
10Tr. **Isomalt** **100g**

Physiol. Brennwert:

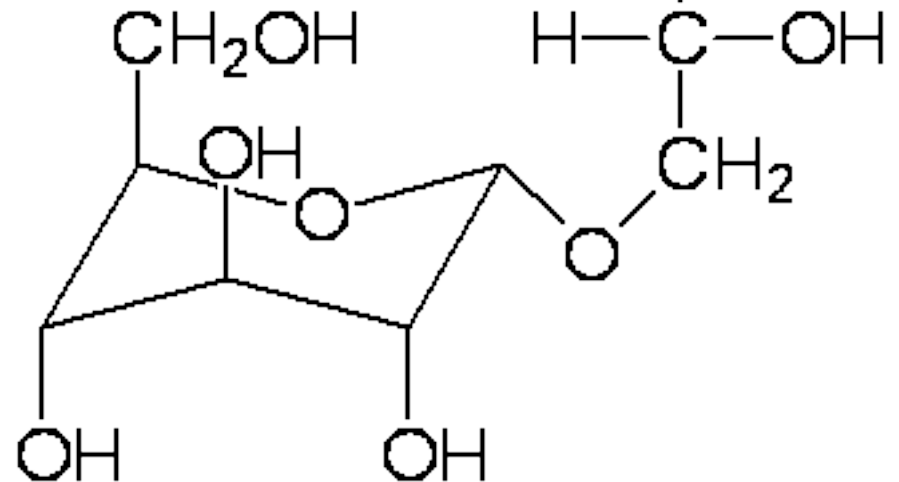
ca. 50%



3. Ansatz: Formel & Struktur von Isomalt



Isomalt GPS



Isomalt GPM



4. Ansatz: Produktorientierung

„Zuckerfrei“ mit Isomalt ist...

- **Gesünder für die Zähne**
nicht kariogen
- **Besser für die Figur**
geringer physiologischer Brennwert
- **Besser für die Industrie**
hoher Preis
- **Einfacher durch Schüler herzustellen**
kein Karamellisieren oder Kleben



Oder so:



Was haben wir gelernt?

- Isomalt ist ein Saccharoseprodukt (Stoffartumwandlung, also „Chemie“; Südzucker, Palatinit, Mannheim)
- Zuckerfrei heißt nicht wirklich zuckerfrei
- „Zucker“ ist nicht pauschal ungesund



Beispiel: Herstellung von Eiskrem

...ein etwas komplexeres Thema
zum Lernbereich „Kohlenhydrate“
bzw. „(Fett)Ersatzstoffe“



Ausgangspunkt: Deklaration



ZUTATEN:

ENTRAHMTE MILCH, MILCHSCHOKOLADE, ZUCKER, MOLKENPERZEUGNIS, BUTTERREINFETT, HASELNUSSPASTE, FETTARMER KAKAO, EMULGATOR MONO- UND DIGLYCERID, STABILISATOREN JOHANNISBROTHERNMEHL, GUARKERNMEHL UND CARRAGEEN, NATÜRLICHES AROMA.

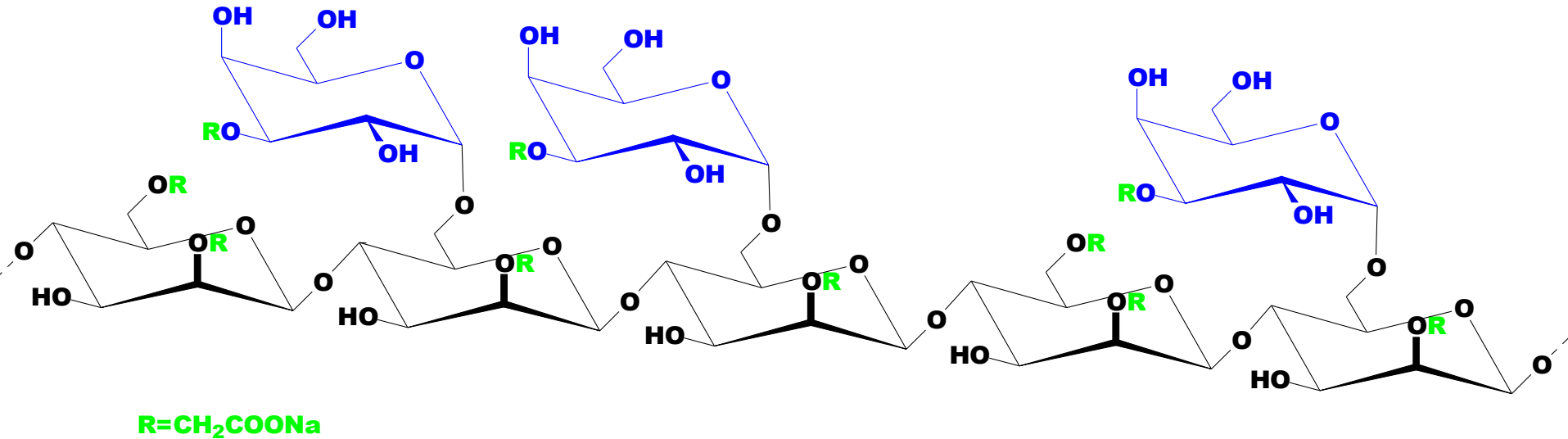
Emulgator
Stabilisator
Natürliches Aroma

Ziele:

1. **Umsetzen** einer wohlschmeckenden Rezeptur in der Zusammensetzung, wie sie für Handelsprodukte verwendet wird.
2. **Verstehen** der Wirkung bedeutender Zusatz- und Ersatzstoffe.
3. **Werten** der Wirkung dieser Stoffe.
4. **Übertragen** der Erkenntnisse auf Alltagssituationen.



„Stabilisator: Johannisbrotkernmehl“



= Carubin

∇β-(1,4)-Polymannose-Polyether mit
α-(1,6)-Galactose-Ether-Verzweigungen

- Mannose : Galactose = 2 : 1
- Anordnung der Gal-Reste in Paaren oder Triplets.



Ein Eiskrem-Rezept aus der Chemie

Zutaten für 500g Schoko-Eiskrem „Regina“:

250ml Milch (3,5%)

170ml Sahne (30%)

36g Zucker

Vanillinzucker

2P. Johannisbrotkernmehl

0,7g Magermilchpulver

16g Tegomuls

2g Kakaopulver

10g



Chemische Fabrik „Johannisbrotbaum“



Wenig
stabile
Lage von
*Bettina
wagneriana
M.*

Stabilisa-
toren-
produk-
tion
durch
*Ceratonia
siliqua L.,*
(Habitus)

Vom Produzenten zum Produkt...

Blatt

Frucht

**weibl.
Blüte**



Ceratonia siliqua L



Die Zutaten im Bild



Was stabilisieren Stabilisatoren?

- **Konsistenz** (Eiskrem tropft nicht / kaum)
- **Feuchtigkeitsgehalt** (kleine Kristalle)
- **Emulsionen** (Fetttröpfchen in Wasser)
- **Luftblasen** in Flüssigkeit (über Gelbildung)
- **Mundgefühl** („sahnig“ trotz wenig Fett)



Stabilisatoren in Eiskrem

- **Johannisbrotkernmehl („Baum“)** E410
- **Guarkernmehl („Baum“)** E412
- **Carrageen (*Algen*)** E407
- **Alginat (*Algen*)** E400-
- **Pektin (*Obsttrester*)** E440
- **Gelatine (*Schweineschwarten*)** ---
- **Na-Carboxymethylcellulose (mod. Cellulose)** E460-
- **Flunder-AFP (*Fisch – Anti Freeze Protein*)**
zugelassen durch FDA für Unilever



Die 10.000-Euro-Frage

Wie viel wiegt die Familienpackung mit 1 Liter Eiskrem?

A: ca. 500g

B: ca. 800g

C: ca. 1000g

D: ca. 1100g

Nah dran, aber doch vorbei.

Sie **denken richtig**, das Ergebnis ist aber falsch!

Sie **denken noch richtiger**, das Ergebnis ist aber trotzdem falsch!

Genau! Das Wochenende ist geritzt!



Erweiterung

Zutaten für 500g Schoko-Eiskrem „Regina“:

| | | |
|-------|----------------------|------------|
| 250ml | Milch (3,5%) | 380ml |
| 170ml | Sahne (30%) | 50ml |
| 36g | Zucker | 36g |
| | Vanillinzucker | |
| 2P. | Johannisbrotkernmehl | 2P. |
| 0,7g | Magermilchpulver | 0,7g |
| 16g | Tegomuls | 16g |
| 2g | Kakaopulver | 2g |
| 10g | Inulin (Fibruline) | 10g |
| 1100 | Brennwert in kJ/100g | 530g = 48% |



t

Aber Vorsicht:



28.02.2007 - Medizin

Eisessen für den Nachwuchs

**Studie:
Vollmilch und Eiscreme
erhöhen Schwangerschaftschancen**

<http://www.wissenschaft.de/wissenschaft/news/275435.html>

Hinweis:

Gilt nicht für fettarme Produkte!

Eiscreme kann die Fruchtbarkeit von Frauen erhöhen. Foto: Alessio Damato, Wikipedia

Was haben wir gelernt?

- Stabilisator (Johannisbrotkernmehl) ist ein Naturprodukt (also keine „Chemie“)
- Eiskrem ist zur Hälfte Luft (Aufschlag)
- Der Fettanteil von Eiskrem ist recht hoch
- Inulin ist ein Fettersatzstoff aus der Natur



Beispiel: Aromen

...ein Thema zum Lernbereich „Ester“
bzw. „Aromastoffe / Lebensmittelaromen“



Zutatendecklarationen



Zutaten: Modifizierte Stärke, Sahnepulver, Joghurt, Würze, Zwiebeln, Gewürze.

Modifizierte Stärke
gehärtetes pflanzliches Fett,
Sahnepulver
Mononatriumglutamat
Süßmolkenpulver
Aroma

Milchzucker,
Natriumglutamat,
Natriumcitrat, Aroma,

Die 58 wichtigsten Aroma-Komponenten von *Ananas sativa* L.

| | | | | | |
|-----|-------------------------------|------------|-----|--|---------|
| 1. | 4-OH-3,5-dimethoxybenzald. | 0,08 ppm | 31. | Hexanal | 0,01 |
| 2. | Ethyl-4-acetoxyhexanoat | 0,076 | 32. | Benzaldehyd | 0,01 |
| 3. | 2-Butoxyethanol | 0,074 | 33. | 2-Pentanon | 0,01 |
| 4. | Methyl-trans-3-hexenoat | 0,07 | 34. | Ethyl-2-propenoat | 0,01 |
| 5. | Ethyl-2-methylbutanoat | 0,07 | 35. | Methylpropanoat | 0,01 |
| 6. | Methyl-2-methylpropanoat | 0,06 | 36. | Methyl-3-methylbutanoat | 0,009 |
| 7. | Phenol | 0,054 | 37. | 3-Methyl-2-pentanol | 0,009 |
| 8. | 4-Hydroxybenzaldehyd | 0,05 | 38. | Isopentylethanoat | 0,008 |
| 9. | Methylheptanoat | 0,05 | 39. | (R)-4-Hydroxydecansäurelacton | 0,007 |
| 10. | Ethyl-5-acetoxyhexanoat | 0,05 | 40. | 2-Pentanol | 0,007 |
| 11. | Ethyl-3-hydroxyhexanoat | 0,05 | 41. | Methyl-4-acetoxyoctanoat | 0,006 |
| 12. | Ethyl-4-acetoxyoctanoat | 0,042 | 42. | Ethylpentanoat | 0,006 |
| 13. | Ethyl-octanoat | 0,04 | 43. | Ethyl-2-methylpropanoat | 0,006 |
| 14. | Isobutylethanoat | 0,04 | 44. | Methyl-3-hexenoat | 0,005 |
| 15. | (S)-2-Methylbutansäure | 0,04 | 45. | Ethyl-trans-2-hexenoat | 0,005 |
| 16. | Chloroform | 0,04 | 46. | (R)-4-Hydroxydodecansäurelacton | 0-0,003 |
| 17. | (S)-4-Hydroxyoctansäurelacton | 0,01-0,04 | 47. | (R)-4-Hydroxyheptansäurelacton | 0,002 |
| 18. | 5-Hydroxyhexansäurelacton | 0,03 | 48. | (R)-4-Hydroxynonansäurelacton | 0,002 |
| 19. | Vanillin | 0,023 | 49. | (S)-4-Hydroxyheptansäurelacton | 0,0017 |
| 20. | Hexansäure | 0,023 | 50. | (S)-4-Hydroxynonansäurelacton | 0,001 |
| 21. | Isopentanol | 0,023 | 51. | 1,trans,-3,trans-5,cis-8-Undecatetraen | 0,001 |
| 22. | Ethylpropanoat | 0,02 | 52. | 1,trans-3,cis-5-Undecatrien | 0,001 |
| 23. | Propylethanoat | 0,006-0,02 | 53. | (S)-4-Hydroxydecansäurelacton | 0,001 |
| 24. | Methyl-trans-octenoat | 0,015 | 54. | Ethyl-(methylthio)-ethanoat | <0,0005 |
| 25. | Copaen | 0,015 | 55. | Allylhexanoat | <0,0005 |
| 26. | Ethyl-trans-3-hexenoat | 0,015 | 56. | 1,trans,-3,cis,-5,cis-8-Undecatetraen | <0,0005 |
| 27. | Methyl-cis-4-decenoat | 0,014 | 57. | 1,trans-3,trans-Undecatrien | <0,0005 |
| 28. | Ethyl-3-acetoxyoctanoat | 0,013 | 58. | (S)-4-Hydroxydodecansäurelacton | <0,0005 |
| 29. | Methyl-3-hydroxyhexanoat | 0,012 | | Es folgen weitere 225 nicht genau | |
| 30. | Methyl-2,4-hexadienoat | 0,011 | | quantif. Aromen-Komponenten. | |

t

Die 100.000-Euro-Frage:

Woher stammt „natürliches Aroma Erdbeere“?

A: aus Schimmel

B: aus Erdbeeren

**C: aus natürlichen
Stoffen gemischt**

D: aus Trockenfrüchten

Nein, nein, tschüss, Million.

Sie **denken richtig**, das Ergebnis ist aber (wie erwartet)
falsch!

Das **denken viele**, das macht das Ergebnis aber nicht
richtiger!

Genau!

Sie können sich von Ihrem Chauffeur abholen lassen!



Klassifizierung von Aromen

- 1. synthetisch:** Stoffmischung gibt es in der Natur nicht;
Red Bull, Bubble-Gum
- 2. naturidentisch:** Stoffe sind synthetisch, Mischung ist erfolgt, aber nur solcher Stoffe, die in den biologisch gewachsenen Aromen ebenfalls enthalten sind.
Erdbeere, Kirsche, Ananas. (~€ 40-100/kg)
- 3. natürlich:**
A: „natürliches Aroma ...“ wird von natürlichen (!) Organismen hergestellt;
Natürliches Aroma Erdbeere durch Pilze
B: „natürliches Erdbeeraroma“ wird aus ursprünglichen Produzenten extrahiert;
Natürliches Erdbeeraroma aus Erdbeeren (~€ 80-200/kg)



2.+3. Antwort:

- Bietet nicht nur kognitives Wissen (z.B. **Freude am selbst hergestellten Produkt haben**).
- Liefert Kenntnisse (Verständnis?) für Alltagssituationen / ~objekte.
- Liefert Wissen über die Technologie dahinter (wie macht man / wie wird gemacht...)
- ...vermittelt über Wege (Rezepte!), die aus dem Alltag bekannt sind.

Zusammenfassung

1. Warum im Fach Chemie Kenntnisse über Lebensmittel vermitteln:

- In welchem denn sonst?
- Zusammenarbeit
(z.B. mit Physik oder Hauswirtschaft)
- Mehr Alltagsrelevanz
(als konz. H_2SO_4 oder $\text{NH}_3(\text{g})$)



Zusammenfassung

2. Art des „Könnens“: z.B.

- **Fakten:** Inhaltsstoffe, Zusatzstoffe
- **Fertigkeiten, know-how:** Technologie, fachgemäße Arbeitsweisen
- **Kompetenz:** Sicherheitserziehung
- **Übersicht:** Unterschied zwischen Chemie (Stoffartumwandlung) und Physik (Zustandsänderung)

Zusammenfassung

3. Vermittlung über Rezepte:

- **Alltagsrelevanz:**
wo ist ein Schüler häufiger, in der Küche, auf der Baustelle (Zement, Kalk) oder im Aluminiumwerk?
- **Bieten ein Mindestmaß an Offenheit:**
Variation von Zutaten, kreatives Gestalten
- **Ergebnisse attraktiv, plakativ, professionell.**



Meine Schlussfolgerungen

1. Auch mit Lebensmitteln kann man **Chemie** unterrichten.
2. **Kommunizieren** kann man nicht nur über Formeln, sondern auch Produkte.
3. Es ist auch dann Chemie,
wenn es Spaß macht und gut schmeckt.



Die 1.000.000-Euro-Frage!

Wer zahlt das Preisgeld aus?

A: Porsche AG

B: Herr Oettinger

C: Institut Flad

D: der Vortragende

Sie **denken zwar richtig**, hilft aber nix, denn das hat schon den Vortragenden bezahlt und ist jetzt pleite!
Sie **denken richtig**, die schicken Sie aber nach Wolfsburg!
Wollen Sie da wirklich hin?

Sie **denken wieder richtig**, der sagt aber:
„Mir gäbet nix“!



Volltreffer. Hier ist sie!



Material

1. <http://www.kraetzae.de/schule/unterrichtsverweigerung/begruendung> 02.10.2009
(Benjamin Kiese Wetter)
2. <http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/za/zaeinf.htm> 02.10.2009
(Schriftliche Hausarbeiten Lehramt Chemie)
3. <http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/erstbegeg/erstbegegnung.htm> 02.10.2009
Experimentieranleitung „Reinstoff oder Gemisch“ 1. Chemiestunde
4. http://www.haribo.de/planet/de/info/frameset_presse.php 02.10.2009
Herstellung als Video und in Bildern (kurz)
5. <http://www.gummibaeren-forschung.de/> 02.10.2009
Etwas Humor gehört dazu
6. <http://www.wissenschaft.de/wissenschaft/news/275435.html> 02.10.2009
Eiskrem als „Quell der Fruchtbarkeit“
7. http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/s_lebensmittel/0_gliederung.htm 02.10.2009
Rezepte, Rezepte..., Experimente und Versuche mit Lebensmitteln.
8. <http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/zuckeraustausch/zuckeraustauschstoffe.htm> 02.10.2009
9. http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/gic-ab/0_inhalt.htm 02.10.2009
Handreichung mit Zusatzinformationen