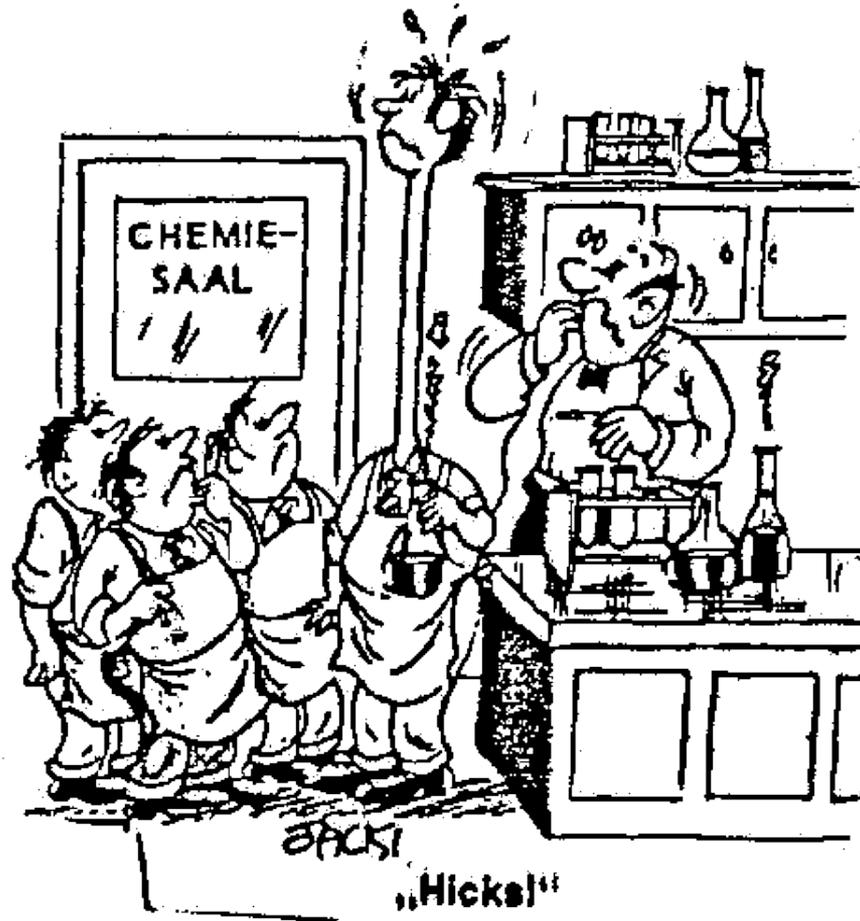


# Süßes aus und für den Unterricht

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!**

---

Brauner Zucker ist  
gesund = **Biologie.**

---

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

---

Dabei platzt ein 100-Liter-  
Tank Reinigungsmittel =

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

---

„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 Zutatendecklaration

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



$\text{NaHCO}_3$

Aroma

Süßstoff



# Vom Untersuchen zum Herstellen



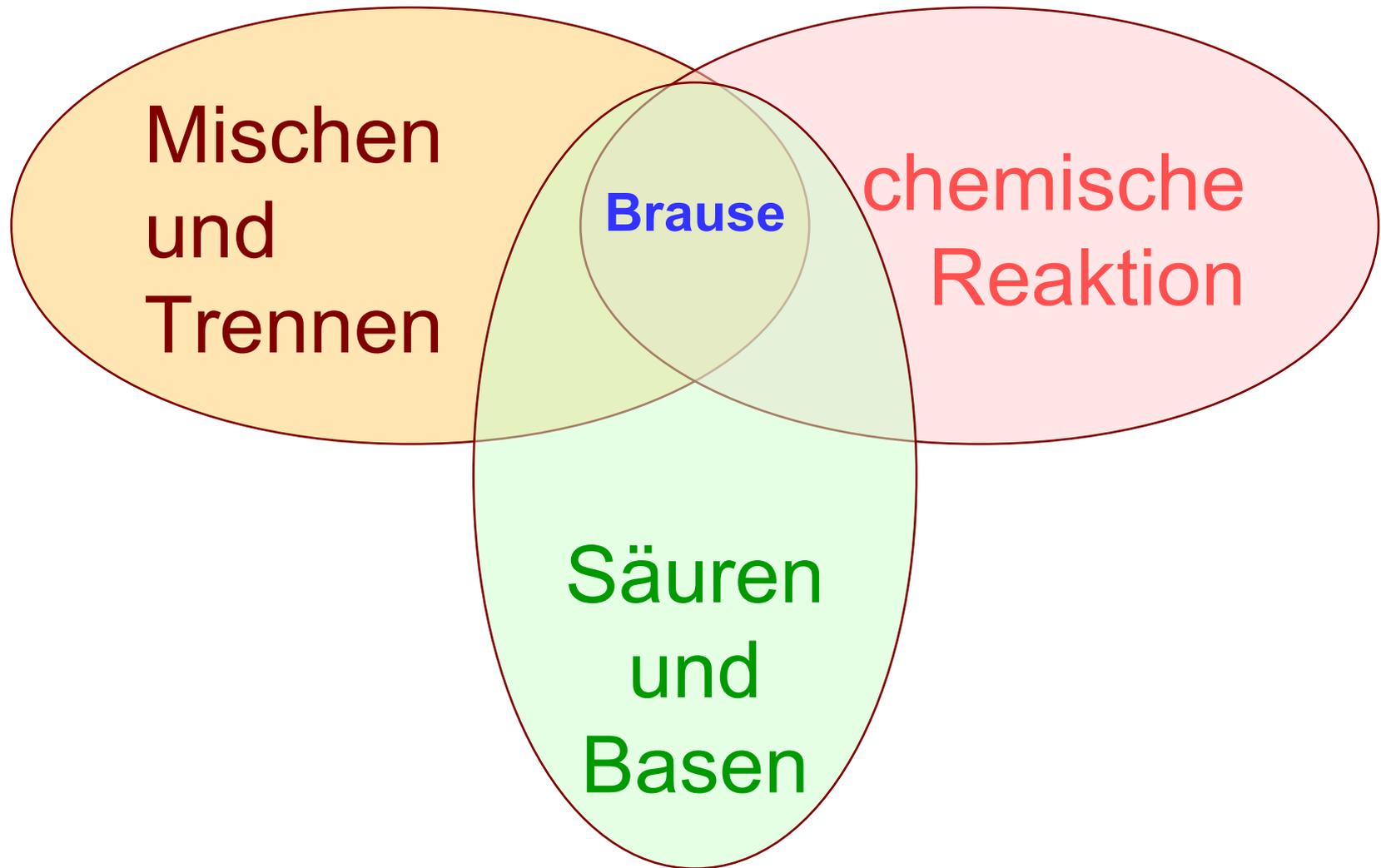
# Das selbst hergestellte Produkt:



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!**

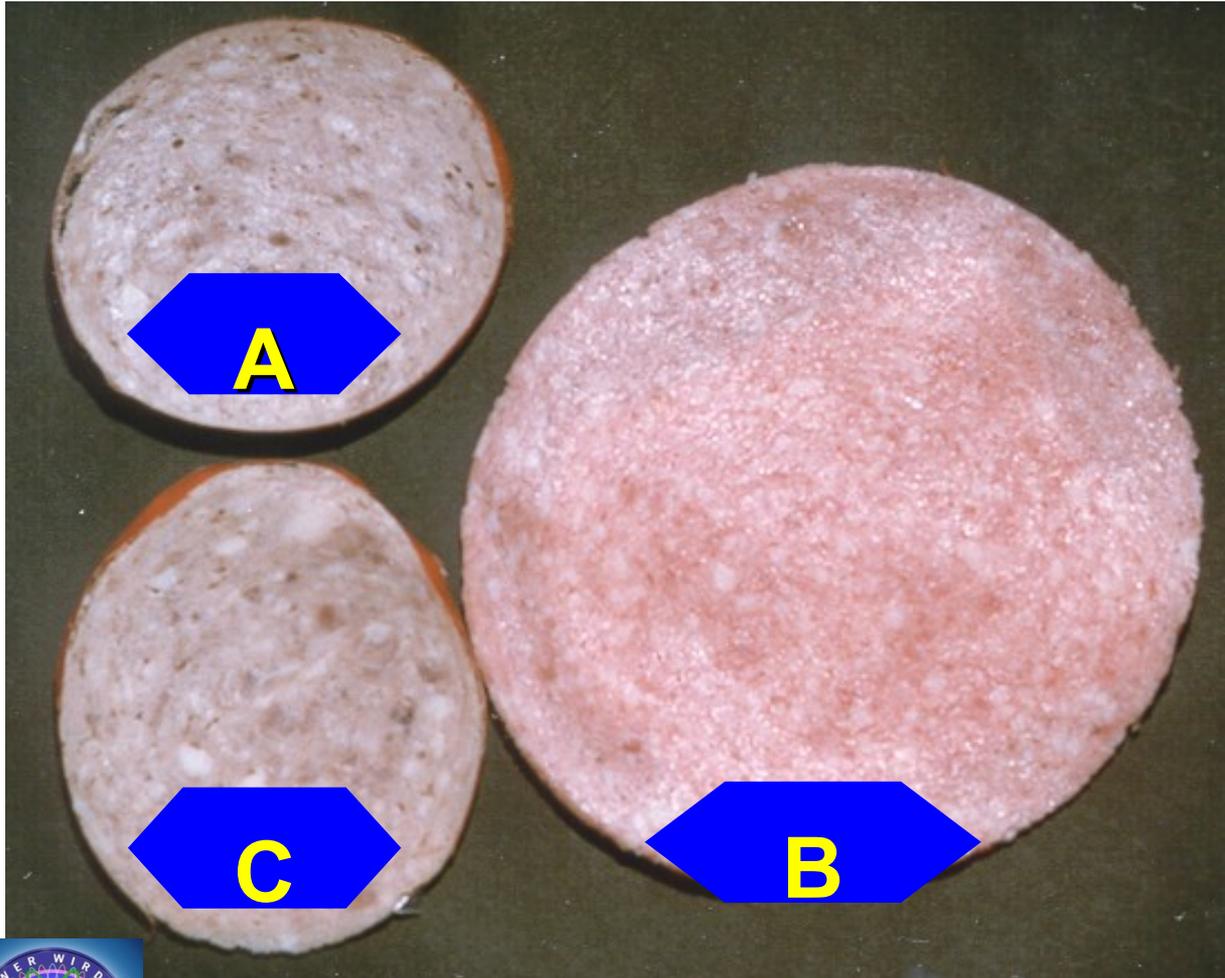


AkadDir W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth



# 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?

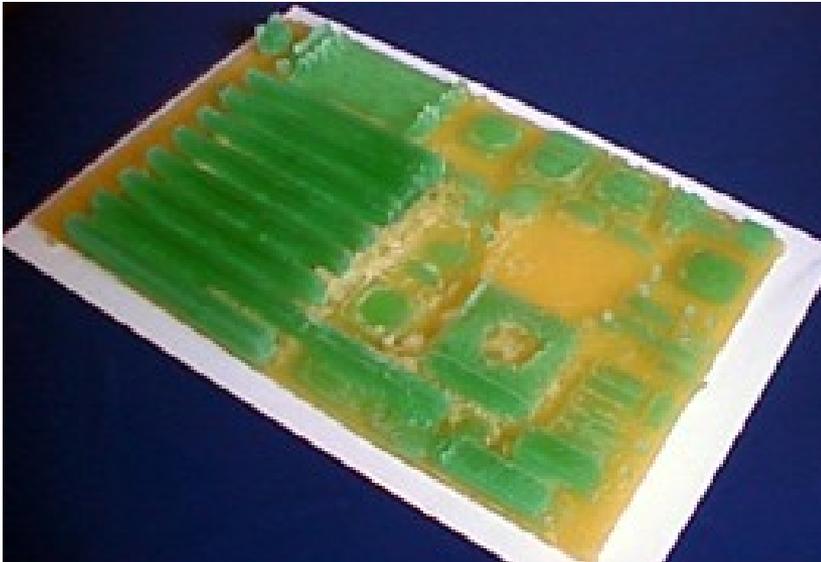
- Etwas über die Rolle von Farbstoffen in Lebensmitteln
- Dass es zwei Farbstofftypen gibt:
  - solche, die im Verlauf der Herstellung entstehen (Maillard-Produkte bzw. Reduktionsprodukte aus natürlichem Umfeld) und
  - als Farbstoffe zugesetzte (z.B. Backfarben)
- Grenzen unseres Erfahrungswissens = 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.haribo.de/exklusiv/geburt/geburt01_rgt.html)

[http://www.jellybelly.com/About/Tours/Virtual\\_Tour.htm#step1](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**



# Schlangenkochmaschine

Produktion:

- bis 3000 kg/h

Formung:

- bis 500.000 St/h

Quelle:

[www.bosch.de](http://www.bosch.de)

Waiblingen



2m

# Kleinschlauchbeutelmaschine



Große Beutel mit Einwaage: 60-120 P/min.  
Einzelbeutel bis zu 2000 St./min.  
Quelle: [www.bosch.de](http://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**

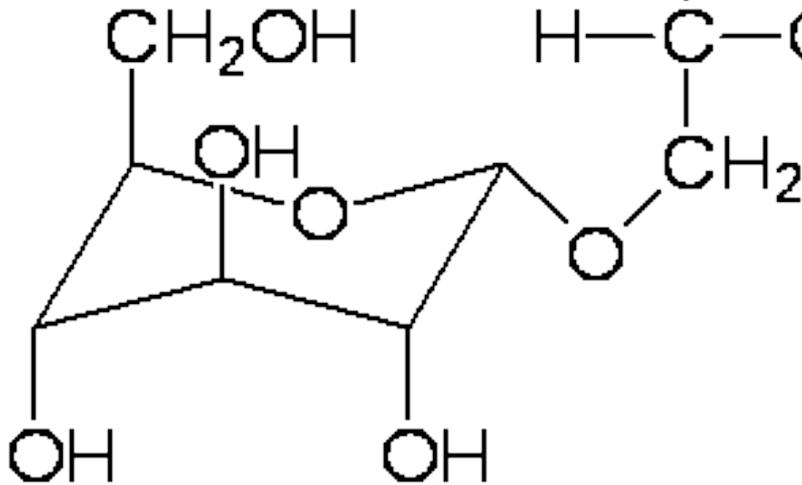
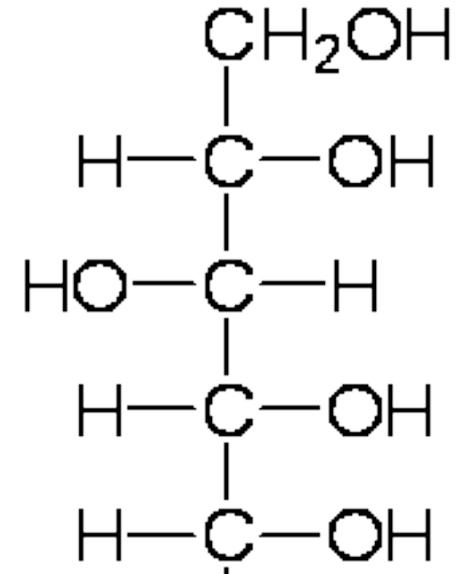
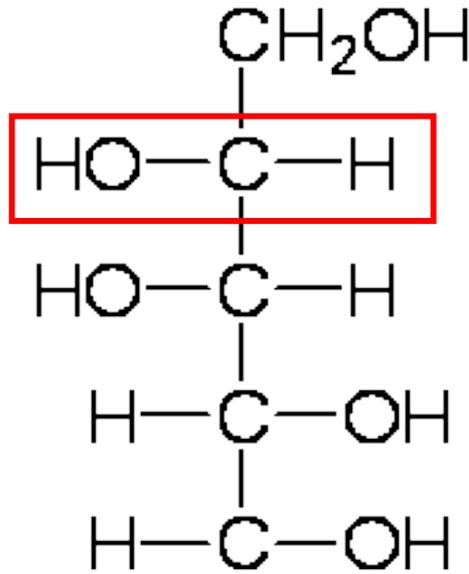
---

**Physiol. Brennwert:**

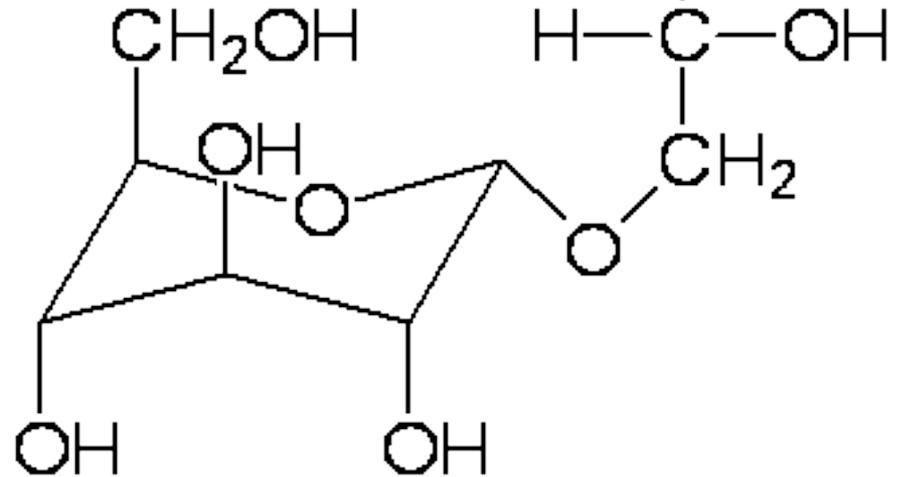
**ca. 50%**



# 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 JOHANNISBROT-KERNMEHL, GUARKERNMEHL UND CARRAGEEN, NATÜRLICHES AROMA.

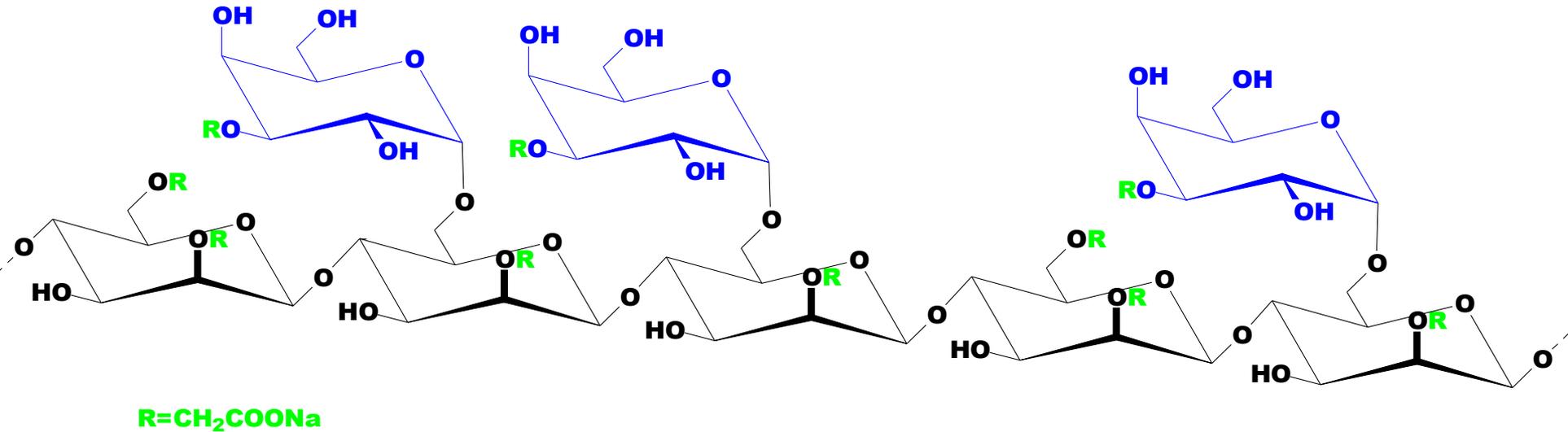
Emulgator  
Stabilisator  
Natürliches Aroma

# 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“



Stabilisatoren-  
produktion  
durch  
*Ceratonia  
siliqua L.*,  
(Habitus)

Wenig  
stabile  
Lage von  
*Bettina  
wagneriana  
M.*

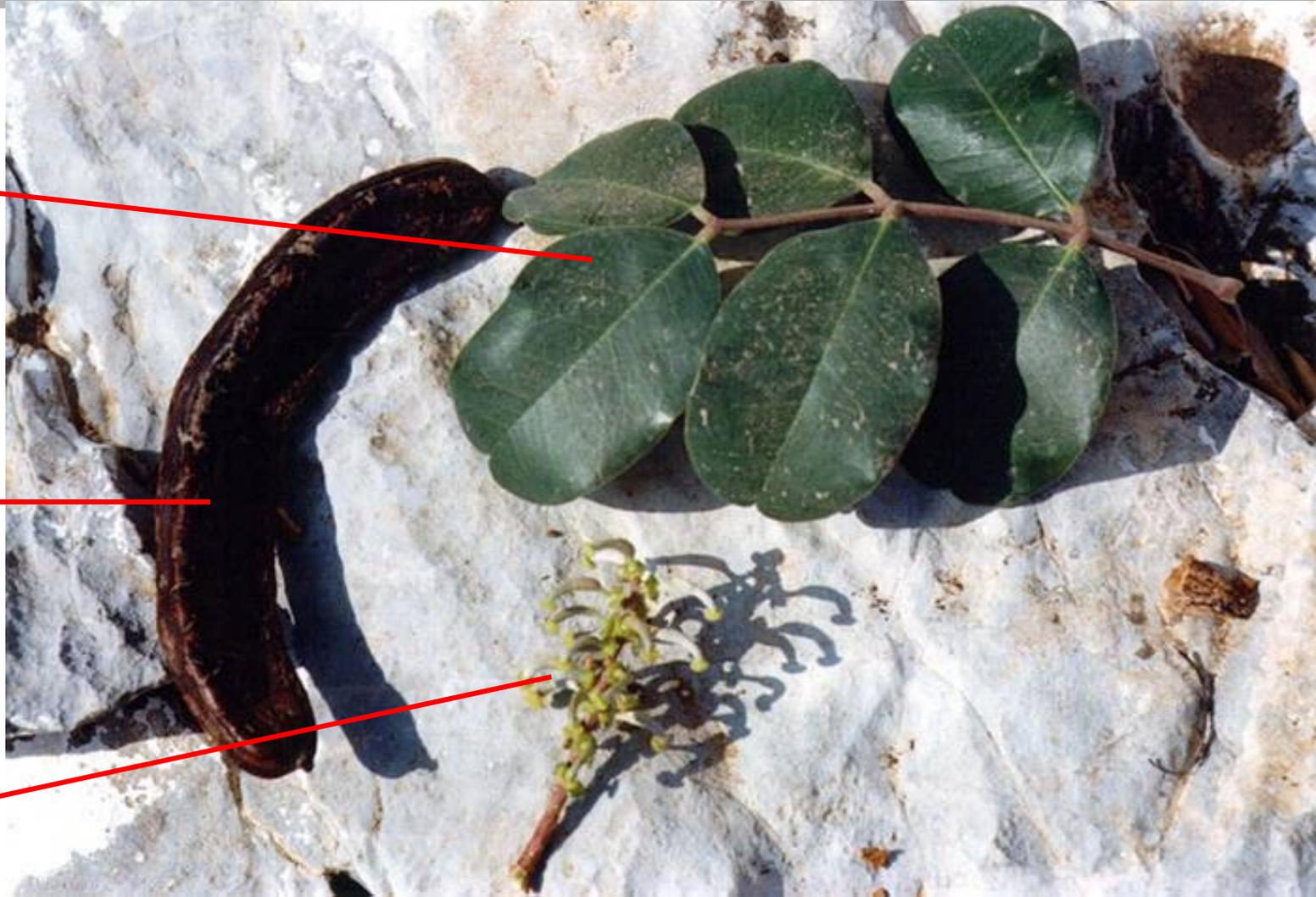


# Vom Produzenten zum Produkt...

**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,  
Mononatriumglutamat,  
Süßholz, 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.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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/begrueundung> 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](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](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](http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/gic-ab/0_inhalt.htm) 02.10.2009  
Handreichung mit Zusatzinformationen