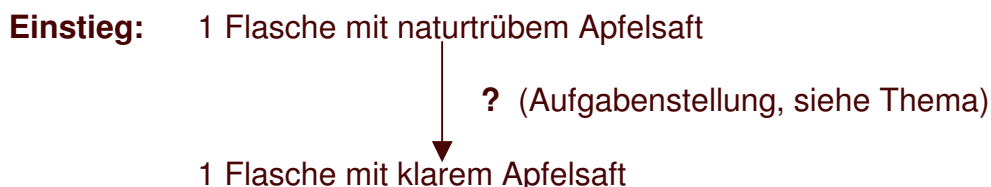


Wie kommt man vom naturtrüben zum klaren Apfelsaft? (Projektunterricht)

Vorbemerkung: Die Schüler glauben üblicherweise, dass obige Frage leicht zu lösen ist. Ihre Vorschläge führen aber bei der experimentellen Überprüfung nicht zum Erfolg. Dieser günstige Umstand müsste Herausforderung genug sein, herauszufinden wie der Alltagsartikel „klarer Apfelsaft“ hergestellt werden könnte. Natürlich muss der Lehrer an entsprechender Stelle Zusatzinformationen liefern, damit die Schüler weitere Lösungsstrategien entwickeln können. Planen, Experimentieren, Beobachten, Schlussfolgerungen ziehen fördern eine wichtige Fähigkeit, die Methodenkompetenz.



Erarbeitung:

- Brainstorming: Schüler/innen schlagen die experimentelle Vorgehensweise vor.
- Kurze Stellungnahme im Unterrichtsgespräch
- Experimentelle Umsetzung der Vorschläge in themenverschiedener Gruppenarbeit
- Präsentation der Gruppenergebnisse
- Protokoll

Materialien:

Reagenzgläser (RG), RG-Ständer, Trichter, Faltenfilter, Zentrifuge, Zentrifugengläser, Porzellannutsche, Rundfilter, Saugflasche, Wasserstrahlpumpe.

Naturtrüber Apfelsaft, Bentonit (Bezugsquelle: Schliessmann Kellerei-Chemie GmbH & Co. KG, Auwiesenstr. 5, 74523 Schwäbisch Hall, Tel. 0791-97191-0, Fax 97191-25), Gelatine, Pektinase (z.B. Pectinex 100 granuliert, Fa. Schliessmann).

Ausschnitt aus einem Schülerprotokoll:

<i>Versuch:</i>		<i>Beobachtung:</i>
<i>Der Apfelsaft wird</i>	<i>a) durch einen Faltenfilter filtriert.</i>	<i>Der Apfelsaft bleibt unverändert trüb.</i>
	<i>b) zentrifugiert (5 min, 5000 Upm).</i>	<i>Ein sehr geringer Anteil setzt sich ab, aber keine wesentliche Veränderung.</i>
	<i>c) abgenutscht.</i>	<i>Minimale Farbänderung am Filterpapier, aber keine sichtbare Veränderung des Saftes.</i>

Lehrerinformation: Trübstoffe in Fruchtsäften, Bier und Wein

Zu den Trübstoffen gehören Eiweiße, Pektine und phenolische Verbindungen (z.B. etherische Verbindungen oder einige Aromastoffe). Die Trübungen können mit Hilfe eines Klärhilfsmittels entfernt werden. Bei der Herstellung von klarem Apfelsaft werden hierzu Pektinase, Gelatine, Bentonit und Kieselgur eingesetzt.

1. Pektinase-Behandlung: Enzymatischer Pektin-Abbau. Pektine (Polygalakturonsäure, Galaktane, Arabinane, u.a.) sind zu 15-30 % am Aufbau der Pflanzenzellwände beteiligt.



2. Gelatine-Behandlung: Gelatine (positiv geladen) geht mit negativ geladenen Trübstoffen eine Bindung ein und flockt aus. Die Flocken setzen sich am Boden ab. Für 100 Liter Saft/Wein sind ca. 2 bis 5 g Gelatine erforderlich. Die benötigte Gelatinemenge wird durch Vorversuche exakt bestimmt.
3. Bentonit-Behandlung: Bentonit ist ein Tonmineral (Mg-Al-Silikat) mit hoher Quellfähigkeit und hoher Adsorptionsfähigkeit. Es eignet sich zur Entfernung der Gelatine.
4. Filtration durch einen Kieselgur-Filter.

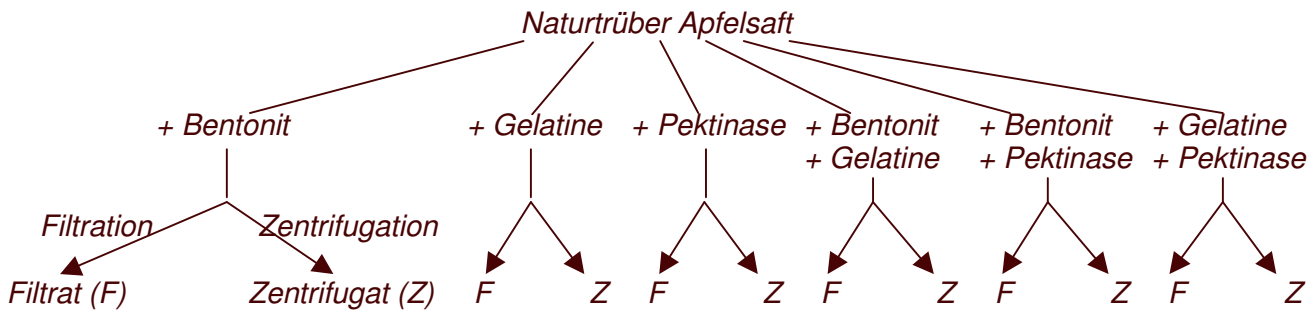
Weiterführung: Wie stellt die Getränkeindustrie klaren Apfelsaft her?

Information: Die Getränkeindustrie setzt zur Herstellung von klarem Apfelsaft Bentonit, Gelatine und Pektinase ein.

→ Mögliche Fragestellungen:

- Benötigt man alle Zusatzstoffe?
- Welche(n) Zusatzstoff(e) muss man zusetzen?
- Wie lange müssen diese Zusatzstoffe im Apfelsaft sein?
- Welche weiteren Bedingungen sind einzuhalten?

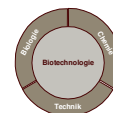
In Gruppenarbeit sollen experimentelle Lösungsansätze für diese Fragestellungen erarbeitet werden. Nach der Präsentation der Gruppenvorschläge ergibt sich z.B. folgende Mindmap:



→ Optimale Menge und Einwirkungsdauer von Bentonit, Gelatine und Pektinase ermitteln

Schülerprotokolle:

Nr.	Versuch	Beobachtung
1	Apfelsaft (20 mL) + Bentonit (0,2 g) <ul style="list-style-type: none"> • 5 min rühren (Magnetrührer) • 1 min stehen lassen 	Feste Bestandteile setzen sich ab, der Apfelsaft wird wesentlich klarer.
2	Apfelsaft (20 mL) + Gelatine (0,2 g) <ul style="list-style-type: none"> • 5 min rühren (Magnetrührer) • 1 min stehen lassen • Zentrifugation (5 min, 5000 Upm) 	Apfelsaft trüber als zuvor. Apfelsaft noch trüb.
3	Apfelsaft (20 mL) + Bentonit (0,2 g) <ul style="list-style-type: none"> • 5 min rühren (Magnetrührer) • Nach 5 min Ruhezeit wird dem Gemisch Gelatine (0,2 g) zugesetzt und gerührt • 1 min stehen lassen. 	Auch hier setzt sich ein Stoff ab. Der Apfelsaft ist am Ende klarer, aber noch trüb.



Zwischenergebnis: Die Versuche zeigen, dass mit dem Hinzufügen von Bentonit ein wesentlicher Schritt getan ist, um einen klaren Apfelsaft zu erhalten. Es ist noch nicht geklärt, wie viel Gramm dazu benötigt werden oder ob noch ein anderer Stoff gebraucht wird.
Der Einsatz von Gelatine bringt nichts.

Versuch 4: Der naturtrübe Apfelsaft (20 mL) wird mit verschiedenen Mengen Pektinase gemischt, 5 min lang gerührt und anschließend filtriert bzw. zentrifugiert.

Beobachtung:

Pektinase-Zusatz	1 % = 0,2 g	2,5 % = 0,5 g	5 % = 1 g
Filtrat	klarer als das Gemisch, aber noch sehr trüb	klarer als das Gemisch, aber noch sehr trüb	sehr trüb
Zentrifugat (5000 Upm, 5 min)	klarer als das Gemisch	klarer als das Gemisch	klarer als das Filtrat (wirkt mehr wie Apfelsaft)

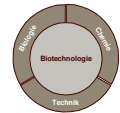
Versuch 5: Der naturtrübe Apfelsaft (20 mL) wird mit verschiedenen Mengen Bentonit gemischt, 5 min lang gerührt und anschließend filtriert bzw. zentrifugiert.

Beobachtung:

Bentonit-Zusatz	0,1 % = 0,02 g	0,5 % = 0,1 g	1 % = 0,2 g	2 % = 0,4 g	5 % = 1 g	10 % = 2 g
Filtrat	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb	klar	klar (aber farbos)
Zentrifugat (5000 Upm, 5 min)	trüber als Filtrat (mehr Farbe)	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb	klar (wie klarer Apfelsaft)	klar (wie klarer Apfelsaft)

Ergebnisse zu V4 und V5:

- a) Je mehr Bentonit man hinzugibt, desto klarer ist das Gemisch nach Filtration und Zentrifugation, wobei durch die Zentrifugation bessere Ergebnisse erzielt werden.
- b) Hier werden durch Zentrifugation ebenfalls bessere Ergebnisse erzielt und es zeigt sich, dass Bentonit geeigneter ist als Pektinase.



Versuch 6: Verschiedene Mengen an Bentonit (B) werden mit 1 bzw. 2 g Pectinase (P) und 20 mL Apfelsaft gemischt und danach filtriert bzw. zentrifugiert.

Nach dem Hinzugeben von Bentonit wird 5 min lang gerührt, ebenso nach dem Hinzugeben von Pektinase.

Beobachtung:

	0,4 g B + 1 g P	0,4 g B + 2 g P	1 g B + 1 g P	1 g B + 2 g P	2 g B + 1 g P	2 g B + 2 g P
<i>Filtrat</i>	<i>hell, leicht trüb</i>	<i>hell, leicht trüb</i>	<i>klar</i>	<i>nicht ganz so klar wie mit 1g P</i>	<i>klar</i>	<i>nicht ganz so klar wie mit 1 g P</i>
<i>Zentrifugat (5000 Upm, 5 min)</i>	<i>sehr hell, minimale Trübung</i>	<i>sehr hell, etwas dunkler als mit 1g P), minimale Trübung</i>	<i>klar</i>	<i>klar</i>	<i>klar (klarem Apfelsaft sehr ähnlich)</i>	<i>wie normaler Apfelsaft</i>

Ergebnis:

Wie bei V4 / V5 zeigt sich, dass man mit einer Zentrifugation ein besseres Ergebnis erzielt. Das liegt wahrscheinlich an einer begrenzten Filtrierfähigkeit.

Das beste Ergebnis ist ein Zentrifugat nach der Behandlung von naturtrübem Apfelsaft mit 2 g Bentonit und 2 g Pektinase.

Auffallend war, dass man bei der Filtration von 2 bzw. 1 g Bentonit + 1 g Pektinase ein besseres Ergebnis erzielte als bei der Filtration von 2 bzw. 1 g Bentonit + 2 g Pektinase. Um das Ergebnis noch zu verbessern oder mit weniger Zusätzen ein gleich gutes Ergebnis zu erzielen, müsste man auch noch die Wirkung von Gelatine genauer untersuchen.