



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S3 „Themenorientierung im Unterricht“

VERSCHÖNERNDE UND SÄUBERNDE HAUSHALTSPRODUKTE

**Chemische und physikalische Experimente mit Haushaltsartikeln
und deren Produktion (auch in Betrieben)**

ID 1380

Mag. Roswitha Koch

**Mag. Nicole Klausner
BG/BRG Knittelfeld**

Knittelfeld, Mai 2009

Inhaltsverzeichnis

1	ANHANG	1
1.1	Saubermacher in Trofaiach.....	1
1.2	MONDI Bags Austria GmbH	6
1.3	Boden-, Seiten- und Aufdruck, Archimedisches Prinzip.....	13
1.4	Hydrostatischer Auftrieb von kleinen Seifen.....	15
1.5	Herstellung von Seifen	17
1.6	Dichte von Waschmitteln.....	18
1.7	Wie viel Waschpulver "verträgt" das Wasser?	19
1.8	Viskosität von Waschmitteln	19
1.9	Oberflächenspannung.....	20

1 ANHANG

1.1 Saubermacher in Trofaiach

Unternehmen Saubermacher Dienstleistungs AG

Als erfolgreiche und innovative Kraft in der Abfallwirtschaft ist Saubermacher der kompetente Partner in allen Umweltfragen. Die im Jahr 1979 von Hans und Margret Roth als Roth-Umweltschutz GmbH gegründete Firma beschäftigt mittlerweile rund 3.400 Mitarbeiter im In- und Ausland.

Neben bestem Service in Beratung, Information und Dienstleistungserfüllung verfolgt der Saubermacher einen dynamischen Wachstumskurs. Im Bereich Entsorgung und Verwertung von Abfällen betreut Saubermacher in Österreich rund 1600 Gemeinden und über 40.000 Kunden aus Handel, Gewerbe und Industrie.

Das Kerngebiet umfasst die Bundesländer Steiermark, Kärnten, Niederösterreich und Wien. Darüber hinaus ist der Saubermacher in einer Vielzahl von Auslands-Joint-Ventures in Slowenien, Kroatien, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Serbien, Mazedonien und Tschechien tätig.

Abfallwirtschaft:

Vorrangig gelten folgende Ziele: Vermeidung vor Verwertung vor Entsorgung
Summe aller Maßnahmen zur geordneten und umweltschonenden Vermeidung, Behandlung, Verwertung und Ablagerung von Abfällen

Produktionsrückstände aus der Schwerindustrie:

wie zum Beispiel von Voest Donawitz, Böhler Kapfenberg, Zellstoff Pöls ...

Gefährliche Abfälle (gemäß Abfallwirtschaftsgesetz)

Zu dieser Abfallkategorie, die mit besonderer Vorsicht behandelt werden muss, damit ihre Bestandteile nicht in den herkömmlichen Verwertungskreislauf gelangen, zählen unter anderem:

- * Altmedikamente,
- * Altöl,
- * Batterien,
- * Emulsionsgemische, Öl-Wasser-Emulsionen,
- * Farb- und Lackreste,
- * Entwickler,
- * infektiöse Abfälle,
- * Ionenaustauscherharze,
- * Labor- und Chemikalienreste,
- * Leuchtstofflampen,
- * Lösemittelgemische,
- * Ölabscheiderinhalte,
- * Ölwassergemische,
- * PCB- und PCT-haltige elektrische Betriebsmittel,
- * sonstige wässrige Konzentrate,
- * Werkstättenabfälle

Abfallaufbereitung:

Teil der Abfallbehandlung, der durch Sieben, Sichten, Zerkleinern, Homogenisieren, Abscheiden, Verdichten u. a. die Abfälle für eine Verwertung oder weitere Behandlung verbessert

Vorbereiten für die Aufbereitung von Altölen

Physikalisches Trennverfahren

Ultrafiltration: Dieses Trennverfahren nutzt die unterschiedliche Teilchengröße aus.

Nach der Aufbereitung kann Altöl als Sekundärbrennstoff (in der Zementindustrie) eingesetzt werden.

Ist keine Aufbereitung möglich, werden die Rückstände in einem Drehrohrofen verbrannt.

Im Drehrohrofen (zum Beispiel im Fernwärme Wien – Werk Simmeringer Haide) werden feste und flüssige Abfälle bei Temperaturen von 1100° bis 1300°C verbrannt.



Halle

Abscheidung von Feststoff durch geeignete Chemikalien

Es erfolgt eine Fällreaktion.

Beispiel: Zitronensäure in Milchtee (Eiweiß); es kommt zur Ausflockung.



Ölabscheiderbecken

Dieses physikalische Trennverfahren nutzt die unterschiedliche Dichte aus: Öl, Wasser, Feinschlamm = Sedimente



Halle

Zwischenlagerung von Stückgut

Vorbereitung für die Entsorgungsvarianten

Trafoöl in Trafos und Kondensatoren

Seit 1992 ist das Trafoöl mit PCB und PCT in Trafos verboten.

PCB und PCT können über die Haut aufgenommen werden.



Halle

Zwischenlagerung und Transportvorbereitung von festen Abfällen

wie zum Beispiel von:

Farb- und Lackschlämmen,
ölkontaminierten Betriebsmitteln,
Filterkuchen



Lagern von Sägespänen

Konditionierung und Stabilisierung
von pastösen Produktionsrückständen



Zwischenlagerung von ...

Altholz,
kontaminiertem Erdreich



Messstelle für Radioaktivität

Eingangskontrolle



Sortierung von Batterien

Aus Batterien werden wieder Rohstoffe
gewonnen - wie zum Beispiel: Kupfer, Ni-
ckel, Cadmium, Kobalt ...

In Knopfzellen findet sich Hg.



Entsorgung des Notebookakkus

Der Notebookakku ist nach ca. 1500-fachem Gebrauch (je nach Hersteller verschieden) auszutauschen, weil die Elektronik meldet, er sei nicht mehr zu gebrauchen – auch wenn dem gar nicht so ist.

Bleiakkumulatoren

Pb ist zu 78% recyclebar.



Leuchtstoffröhren und Natriumdampflampen



Biologische Abwasserbehandlung



Übernahmehlabor mit Muffelöfen



Anorganisches Labor



Organisches Labor

In diesem war ein Gaschromatograph zu sehen.



1.2 MONDI Bags Austria GmbH

1. Standort Zeltweg

In Zeltweg gibt es „ein“ Unternehmensgelände mit insgesamt vier Produktionszweigen. Drei davon gehören zu MONDI, wovon einer den Namen NAPIAG behalten hat. Alle Produktionszweige verarbeiten Papier.

1. 1. MONDI Bags Austria GmbH

Die Sackfabrik erzeugt große Säcke: Zementsäcke, Säcke für Katzenstreu etc. Der Betriebsleiter ist Herr Ing. Alexander Fink.

1. 2. MONDI Coating Austria GmbH

Dieser Produktionszweig erzeugt beschichtetes Verpackungsmaterial: Tetrapackungen für Milchprodukte und für Nahrungsmittel der Firma Iglo ... Wegen der hohen Sicherheitsauflagen und Hygienevorschriften sind hier keine Führungen möglich.

1. 3. NAPIAG Kunststoffverarbeitung GmbH

Dieser Produktionszweig ist ein kunststoffverarbeitender Zweig. Er erzeugt Folien: Kunststoffsackerl für Wurst ... Auch für diesen Produktionszweig sind wegen der hohen Sicherheitsauflagen und Hygienevorschriften keine Führungen möglich.

Anmerkung: Früher war die Firmenbezeichnung der NAPIAG NATRON.

Auf dem Betriebsgelände befindet sich auch die **Firma Westwind**. Sie erzeugt kleine Sackerl: Tragetaschen und Kleinbeutel.

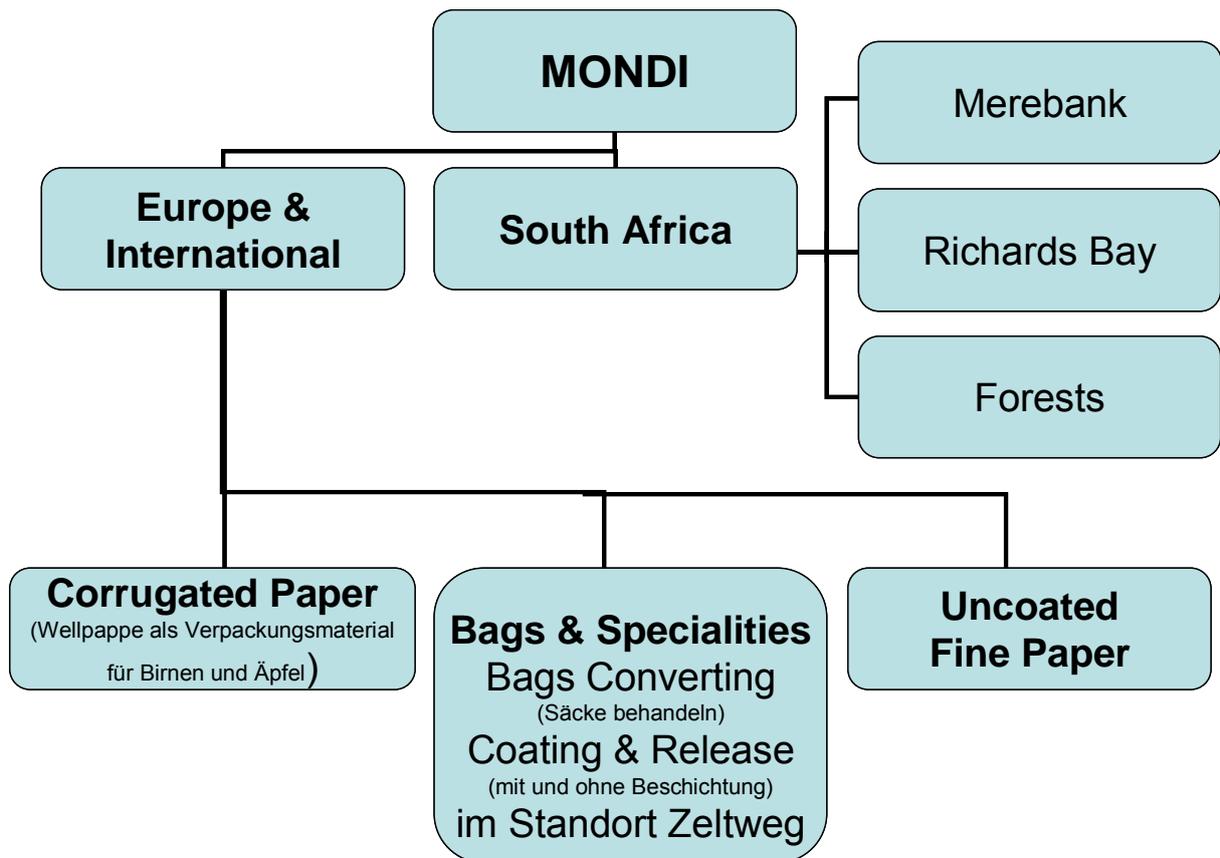
2. MONDI Gruppe

MONDI ist der weltweit größte Verpackungskonzern. Das Wachstum war beachtlich. Es gab lauter unabhängige Einheiten.

Die Werke sind auf Europa konzentriert. Auch der Ostblock ist schon stark besetzt.

Und es gibt auch Werke in Afrika und Nordamerika. Keine Werke gibt es in Südamerika.





2. Geschichte des Unternehmens

- 1922 Es gibt die Kaufmann – Hartmann Werke in Frantschach. In Zeltweg, am Schnittpunkt vom Lavanttal nach Triest, wird ein Werk gegründet. Anfangs gab es nur Abfüllungen in Jutte.
- 1924 Es kommt zur Bezeichnung NATRON.
- 1938 Nach der Enteignung wird das Werk in die Berliner Zellstofffabrik eingegliedert.
- 1945 Zeltweg und das Werk werden zerbombt.
- 1950 Kreuzbodensäcke werden automatisch gefertigt.
- 1953 Die Lohwerke werden gekauft, um das Gebäude als Produktionsstätte zu nützen.
- 1955 Der Standort Zeltweg wird ausgebaut.
- 1965 Das Bürogebäude wird fertig gestellt.
- 1971 Die Exportaktivitäten (nach Afrika: Äthiopien, Kenia ...) beginnen.
- 1991 Auf die Computertechnologie wird umgestiegen.

- 2001 Es gibt drei unabhängige Gesellschaften:
Frantschach Industrial Packaging, Frantschach Coating Austria GmbH
Frantschach Consumer Bags Austria
- 2004 Das Unternehmen gehört zum MONDI Konzern.
- 2006 Die Firma Westwind übernimmt die Produktion von Tragetaschen und Kleinbeutel
- 2007 Es erfolgt das Listing von MONDI an der Börse.
Es ist ein Doppellisting: in England und in Johannesburg.

MONDI hat in Österreich zwei Gesellschaftsstellen: ein Verkaufsbüro in Wien und eine Produktionsstätte in Zeltweg.

In Zeltweg gibt es 142 Bedienstete. 64 % der Ware geht in den Export: Annual Production ca. 201 Mio. Verpackungen. Der Transport erfolgt sowohl über die Speditionsfirma Mayer als auch über die Eisenbahnschiene. Die Firma Mayer lagert auch sehr viel Verpackungsmaterial auf ihrem Gelände, da MONDI in Zeltweg, was das Areal anlangt, keine Ausbreitungsmöglichkeiten mehr hat.



Es werden keine Tragetaschen mehr produziert, da in dieser Produktionssparte die Konkurrenz zu groß ist. Die Lebensmittelkonzerne drücken die Preise.

3. Company Profile

Operational Excellence

100% würde die Maschine produzieren. Wie viel produziert sie tatsächlich?

Zeltweg ist ein Vorzeigewerk. Im Jahr 2007 gab es bei einem Umsatz von 47 Mio. € Reklamationen mit einem Verkaufswert von 26.000 €.

Cutting edge products

Sustainable development

Leading the organisation

self

others

Hinter all dem stehen Zahlen, die einmal pro Monat weitergeleitet werden müssen.



4. SHE Safety Health and Environment

OTTO steht für Zero Tolerance Target Zero. So muss jeder / jede beim Stiegegehen den Handlauf benutzen.

5. Produkte

One & One Plus Zementsack

Hier geht es darum, wie viel lagig das Papier ist.

World Bag

Die Säcke sind innen bedruckt.

Security Label Bag

Es werden 30 Mio. Säcke nach Rußland exportiert. Um das Produkt einwandfrei zu identifizieren – also fälschungssicher zu machen, ist ein Hologramm auf dem Sack aufgebracht. In Russland wird nämlich sehr viel gefälscht.

Airstream Bag

Diese Säcke sollen vor Umwelteinflüsse schützen.

Open Mouth Bags

Sewn Open Mouth Bags

Diese Säcke sind genäht.

Carrying Handle Bags

Valve Bags with PE Coating

Valve steht für Ventil.

6. Verkauf

Im Jahr 2007 betrug der Umsatz 47 Mio. Euro, davon gingen Säcke mit einem Verkaufswert von 6 Mio. Euro nach Russland.

Der Zuwachs an nach Russland verkaufte Säcke ist beträchtlich.

Bei MONDI Bags werden viele Säcke in Österreich an Baumit, Lavage (Wienerberger Firma), Veitscher Mineralwerke, Fliesenkleberfirmen ... verkauft.

Es werden 37 Mio. Zementsäcke produziert und 74 Mio. Säcke für Mörtel (Dry Mortar).

7. Zertifikate

MONDI erhielt den österreichischen Staatspreis **Emballissimo** für das beste Verpackungsmaterial. Und MONDI wird den Weltpreis für eine spezielle Öffnungshilfe entgegennehmen.



7. Werksführung

Nach dem sehr informativen Vortrag von Herrn Ing. Fink wurden wir von Herrn Blinzer und Herrn Petz unterwiesen, welche Sicherheitsrichtlinien wir bei der Werksführung zu beachten haben. MONDI hat ein Sicherheitskonzept entwickelt, das sich SHE nennt. SHE steht für Safety, Health and Environment. Wir mussten Sicherheitswesten anlegen, und selbst bei der Benützung der Stiegen wurden wir angewiesen, uns am Handlauf anzuhalten. Nach der Aufteilung in zwei Gruppen wollten uns Herr Blinzer und Herr Petz in einer Werksführung zeigen, wie Zementsäcke produziert werden. Wir gingen in die Lagerhalle, in der das auf Rollen angelieferte Papier gelagert wird. Danach schritten wir eine automatisch gesteuerte „Produktionsschiene“ ab, entlang der aus Papier ein dreilagiger Zementsack mit slowenischer Aufschrift erzeugt wurde. Die Werksführer drosselten immer wieder den sehr raschen Lauf der Maschinen, damit wir auch mit den Augen die einzelnen Produktionsschritte erfassen konnten. So werden im Vollbetrieb in einer Minute etwa 240 Säcke produziert. Am Beginn wird das Papier über eine bedruckte, mit Farbe versehene Walze geführt und erhält so die entsprechende Aufschrift. Für einen Zementsack werden drei Lagen übereinander gebracht: Papier, Kunststoffolie und neuerlich Papier. Damit bei der Befüllung aus dem Sack Luft entweichen kann, sind die Kunststoffolie und das Papier gleichsam „löchrig“. Jedoch sind diese Öffnungen derart klein, dass von Außen nichts, auch kein Wasserdampf, eindringen kann.



Die Lagen werden an den Rändern geklebt. In der „Schlauchziehmaschine“ werden aus dem Papier Schläuche gezogen, also Zementsäcke, die oben und unten offen sind.



Es war beeindruckend zu sehen, wie die Säcke mit einem Ventil-Kreuzboden komplett verschlossen werden oder so weit, dass sie beim Abnehmer leicht befüllt werden können.



Die Qualitätskontrolle ist sehr umfangreich. So wird der Boden jedes einzelnen Sackes fotografiert und vollautomatisch kontrolliert. Ebenso werden die Klebestellen unter dem UV-Licht angesehen. Und jede halbe Stunde wird ein Stapel von Säcken per Hand einer Qualitätskontrolle unterzogen.



Wir sahen uns auch an, wie die Zementsäcke verpackt werden und wo sie vor dem Transport gelagert werden. Mittlerweile war es bereits Mittag geworden, und so gingen wir noch in die Kantine, um uns zu laben. Zu sehen, wie aus Papier ein Zementsack wird, war sehr interessant.



1.3 Boden-, Seiten- und Aufdruck, Archimedisches Prinzip

Unter dem **Bodendruck** einer Flüssigkeit versteht man sinngemäß den auf den Boden des Gefäßes ausgeübten Druck. Nach $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$ ist dieser Druck unter gleichen Umständen nur von der Höhe der über dem Boden stehenden Flüssigkeit abhängig, dagegen nicht von der Gestalt des Gefäßes. Die dargestellten Gefäße haben alle die gleiche Bodenfläche und sind zur gleichen Höhe gefüllt.

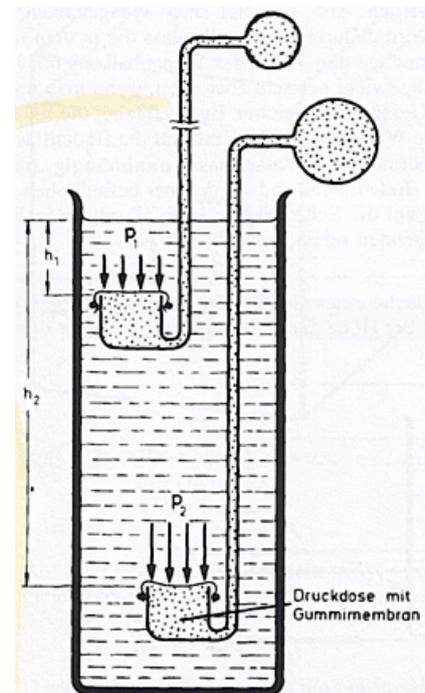


Der Bodendruck ist bei all diesen Gefäßen der gleiche, obwohl die Gewichte der Flüssigkeiten in den einzelnen Gefäßen verschieden sind. Daher hat die Erscheinung den Namen **hydrostatisches Paradoxon** erhalten (**Stevin** 1587 und **Pascal** 1660).

In Analogie zum Bodendruck definiert man als **Seitendruck** den Druck, den eine Flüssigkeit in einem Gefäß auf eine Stelle der Seitenwand ausübt. Infolge der allseitig gleichen Druckverteilung ist der Seitendruck gleich dem in der betreffenden Höhe in der Flüssigkeit herrschenden hydrostatischen Druck.

Taucht man in eine Flüssigkeit einen festen Körper ein, so entsteht ein Druck der Flüssigkeit nach oben. Diesen Druck bezeichnet man als den **Aufdruck** der Flüssigkeit.

Er ist gleich dem hydrostatischen Druck der Flüssigkeit an der betreffenden Stelle. Dieser Aufdruck hält dem von oben wirkenden Druck der darüber befindlichen Flüssigkeitssäule das Gleichgewicht.



Archimedisches Prinzip: Auftrieb

Entstehung des Auftriebes

Auf alle Flächen eines eingetauchten quaderförmigen Körpers wirkt der Schweredruck, der Druckkräfte verursacht. Die Druckkräfte auf jeweils gegenüberliegende Seitenflächen sind gleich groß und halten sich das Gleichgewicht.

Auf die Deckfläche in der Tiefe h_1 wirkt der Druck p_1

$$p_1 = F_1/A = (m_1 \cdot g)/A = (\rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot V_1 \cdot g)/A = (\rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot A \cdot h_1 \cdot g)/A = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot h_1 \cdot g$$

Er erzeugt eine nach unten gerichtete Druckkraft

$$F_1 = p_1 \cdot A = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot h_1 \cdot g \cdot A$$

Auf die Grundfläche in der Tiefe h_2 wirkt der Druck

$$p_2 = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot h_2 \cdot g$$

Er erzeugt eine nach oben gerichtete Druckkraft

$$F_2 = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot h_2 \cdot g \cdot A$$

Die Resultierende der beiden Kräfte, die Auftriebskraft, ist nach oben gerichtet:

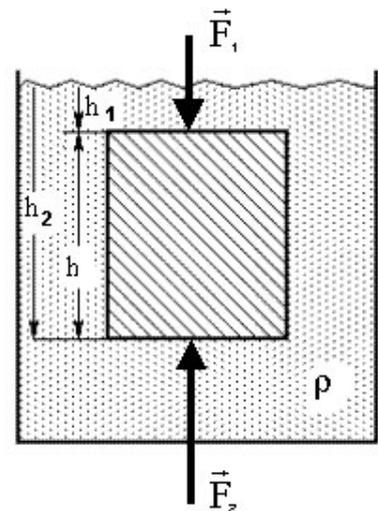
$$F_A = F_2 - F_1 = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot h_2 \cdot g \cdot A - \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot h_1 \cdot g \cdot A = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g \cdot A \cdot (h_2 - h_1) =$$

$$\rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g \cdot A \cdot h = \rho_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g \cdot V = m_{\text{Flüssigkeit}} \cdot g$$

Bei einem vollständig eingetauchten Körper ist das Körpervolumen gleichzeitig das Volumen der verdrängten Flüssigkeit.

$$\text{Gesetz des Archimedes: } F_A = F_G$$

Die Auftriebskraft ist gleich der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit



1.4 Hydrostatischer Auftrieb von kleinen Seifen

Messung des hydrostatischen Auftriebs

Dazu mussten wir die Seife durchbohren. Aufgrund der Sprödigkeit der Seife war es erforderlich, diese zuerst mit dem Brenner zu erhitzen. Danach durchstachen wir die Seife und zogen durch das Loch eine Schnur, um später daran das geeichte Newtonmeter, die Federwaage, anbringen zu können.



Die Seife erfährt sowohl an der Luft als auch im Wasser einen Auftrieb.

Wir befestigten die Schnur, an der die Seife baumelte, an der Federwaage. So konnten wir das Gewicht der Seife an der Luft auf der Skala der Federwaage in Newton ablesen.



Anschließend tauchten wir die Seife zur Gänze ins Wasser und lasen neuerlich deren Gewicht in Newton auf der Federwaage ab. Die Seife ist scheinbar leichter geworden.

Den Wert der „Gewichtsabnahme“ erhielten wir, indem wir vom Gewicht der Seife an der Luft das Gewicht der Seife im Wasser subtrahierten.



Bestimmung des Auftriebs mittels der Formel dazu

Die Formel für die Auftriebskraft lautet:

$$F_A = \rho_{\text{Wasser}} * V_{\text{Seife}} * g$$

Die Dichte von Wasser ρ_{Wasser} beträgt 1 kg/dm³.

Das Volumen der Seife V_{Seife} bestimmten wir, indem wir die Länge a, Breite b und Höhe h der Seife mit einem Lineal abgemessen haben. Wir berechneten das Volumen mit der Formel $V_{\text{Seife}} = a*b*h$. Auch tauchten wir die Seife in einem mit Wasser gefüllten Messzylinder zur Gänze unter. Wir lasen den Anstieg des Wassers auf einer Skala in ml ab. Das Volumen der Seife ist gleich dem Volumen des verdrängten Wassers. 1ml_{Wasser} entspricht 1cm³.

Die Fall- oder Erdbeschleunigung beträgt ca. 9,8 m/s². Der Wert ist von Ort zu Ort verschieden.

Insgesamt haben wir den hydrostatischen Auftrieb von nur insgesamt zwei Seifen bestimmt. (Alle Seifen sind fast gleich groß, sodass wir uns ersparten, den Auftrieb von mehr als zwei herauszufinden.)

	Praktisches Messergebnis	Theoretisch ermitteltes Ergebnis
Seife 1	0,18 N	0,13 N
Seife 2	0,13 N	0,1248 N

Messfehler und Beobachtungen

Durch das Erhitzen der Seife mit dem Brenner änderten sich das Volumen, die Masse und die Form der Seife ein wenig. Durch das Loch in der Mitte der Seife änderte sich das Volumen der Seife. Mit dem Lineal konnten wir nur auf 1 Millimeter genau messen. Bei der Bestimmung des Volumens der Seife im Wasser löste sich diese auf. Das Ablesen des Gewichts der Seife auf der Federwaage war wegen der geringen Unterteilung der Messskala nicht sehr genau möglich.



1.5 Herstellung von Seifen

Materialien: 2 Bechergläser 100 ml
2 Bechergläser 250 ml
2 Messzylinder 10 ml
Heizplatte
Glasstab
Vorratsgefäß für die Seife (Streichholzschachtel)

Chemikalien: Pflanzenfett

Natriumchlorid (NaCl)

Natronlauge (NaOH, 20%-ig)

Ethanol

Destilliertes Wasser



Durchführung:

1. Stelle in einem 250 ml Becherglas eine gesättigte Kochsalzlösung her. Löse dazu 40 g NaCl in 100 ml Wasser.
2. Wiege 10 g Pflanzenfett in einem 250 ml Becherglas ab. Miss 10 ml Ethanol ab und gieße es dazu.
3. Erwärme die Fett/Alkohol-Mischung auf der Herdplatte langsam bis zum Sieden und halte sie am köcheln.
4. Gib 30 ml NaOH in kleinen Portionen dazu.
5. Erwärme ca. 15 min unter Rühren. Ersetze die verdampfte Flüssigkeit fortlaufend (vorsichtig!) durch Wasser.
6. Lass die Mischung abkühlen. Gieße sie dann in das Becherglas mit der gesättigten Kochsalzlösung. Rühre die Mischung kräftig durch.
7. Schöpfe die ausgeflockte Seife ab und gib sie in ein Becherglas und bewahre sie kühl bis zur Weiterverarbeitung auf.
8. Zerreiße trockene Pfefferminzblätter oder eine Zimtstange möglichst fein.
Sie geben deiner Seife Farbe und Aroma.
9. Erwärme deine selbst hergestellte Seife vorsichtig auf der Heizplatte, so dass sie gerade flüssig wird. Nimm sie dann sofort von der Heizplatte herunter!
10. Gib deine Aromastoffe hinzu und rühre sie gut unter. Lass die Seife etwas abkühlen – sie sollte sichtbar fest werden.
11. Drücke die Seife in eine Form und lege sie, wenn möglich, für einige Minuten ins Gefrierfach!

1.6 Dichte von Waschmitteln

Die Formel für die Dichte lautet: $\rho = \frac{m}{V}$

$$[\rho] = 1 \frac{g}{cm^3}$$

Um die Dichte zu berechnen, müssen die Masse und das Volumen bestimmt werden.



Bestimmen der Dichte von Pril Geschirrspülmittel

Wir haben eine leere Spritze auf einer Waage abgewogen. Danach haben wir 10 ml Pril in die Spritze gefüllt und diese neuerlich abgewogen. Nun wussten wir die Masse des Geschirrspülmittels. Und auch das Volumen war bekannt, da 1ml Pril einem 1cm³ entspricht.



Wir haben den Versuch mehrmals durchgeführt. Die mittlere Dichte von Pril Geschirrspülmittel beträgt 1,1 g/cm³.

Bestimmen der Dichte von Fewa Feinwaschmittel

Zwischen den Fewa Waschmittelperlen ist viel Luft eingeschlossen. Um einen möglichst exakten Wert der Dichte von Fewa zu erhalten, haben wir das Feinwaschmittel in die Spritze gefüllt und die Luft durch Drücken des Stempels herausgedrückt. Es war danach sehr schwer, diesen Waschmittelklumpen wieder aus der Spritze zu entfernen.

Die Dichte von Fewa Feinwaschmittel beträgt 1,2 g/cm³.



Bestimmen der Dichte von Alverde Flüssigseife

Die Dichte von Alverde Flüssigseife beträgt 2,75 g/cm³.

1.7 Wie viel Waschpulver “verträgt” das Wasser?

Übersättigung des Wassers durch Waschmittel

Wir haben in einen Messzylinder Wasser gefüllt. Danach haben wir Waschmittel dazugegeben. Bei diesem Versuch wollten wir herausfinden, ab welcher Menge Waschmittel ist dieses im Wasser nicht mehr löslich. Das Wasser ist durch das Waschmittel übersättigt, und dieses setzt sich daher am Boden des Messzylinders ab.



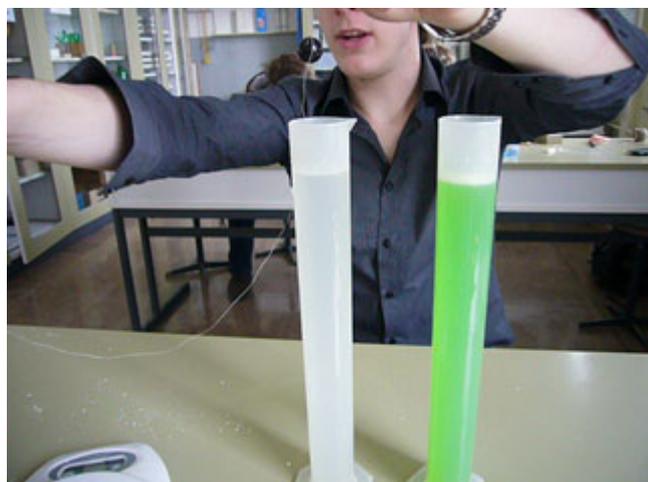
Die Messungen mit verschiedenen Wassermengen bei der gleichen Wassertemperatur ergaben Folgendes: Die Menge des in Wasser gelösten Waschmittels beträgt ca. 1/5 der Wassermenge – das heißt: In 90 ml Wasser lassen sich etwa 18 ml Waschmittel lösen.



1.8 Viskosität von Waschmitteln

Wir beobachteten, wie schnell Kugeln aus verschiedenstem Material in den unterschiedlichsten Lösungen in den Messzylindern zu Boden fielen. Um die Kugel wieder leicht aus den Messzylindern zu bekommen, haben wir diese an einer Schnur angebunden.

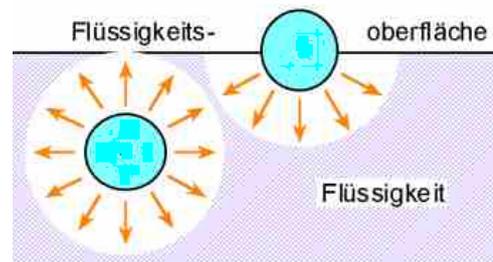
Wir nahmen den Versuch auf Video auf.



1.9 Oberflächenspannung

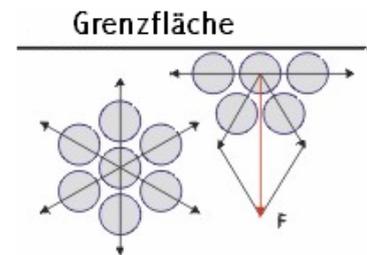
Die Oberflächenspannung σ zeigt die Wirkungen der Molekularkräfte in Flüssigkeiten.

Wenn sich ein Wassermolekül mit seiner ganzen Wirkungssphäre innerhalb der Flüssigkeit befindet,



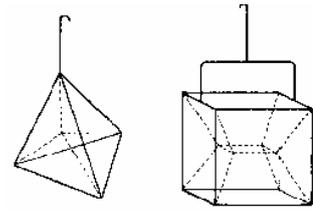
ist es von allen Seiten von anderen Wassermolekülen umgeben. Von den benachbarten Wassermolekülen wirken auf das Molekül in der Mitte die gleichen Kräfte. Dieses wird von allen Seiten gleichmäßig angezogen und befindet sich somit im Gleichgewicht. Wenn hingegen das Wassermolekül aus der Flüssigkeit herausragt,

fehlt für den nicht vom Wasser umgebenden Wirkungsbereich die anziehende Wirkung benachbarter Wassermoleküle. Sicherlich wirken auf das Wassermolekül an der Grenzschicht Kräfte, die von der über der Flüssigkeit befindlichen Substanz (zum Beispiel Luft) herrühren. Doch diese sind um Vieles geringer als die Kräfte der Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Wassermolekülen. **Auf das Wassermolekül an der Grenzschicht wirkt daher eine resultierende Zugkraft, die nach Innen gerichtet ist. Die Größe dieser Kraft hängt von der Natur der beiden in der Grenzfläche zusammenstoßenden Substanzen ab.**



Wenn man ein Flüssigkeitsmolekül aus dem Inneren der Flüssigkeit an die Grenzfläche bringt, muss man Arbeit aufwenden bzw. Energie hineinstecken. **Alle an der Grenzfläche liegenden Moleküle haben einen gewissen Vorrat an potentieller Energie, die man Oberflächenenergie nennt.** Das Hineinbringen eines Flüssigkeitsmoleküls in die Oberfläche bedeutet eine Vergrößerung der Oberfläche, während das Heraustreten eines Moleküls aus der Oberfläche ins Innere der Flüssigkeit eine Verkleinerung der Oberfläche mit sich bringt. **Ein stabiles Gleichgewicht entspricht einem Minimum an potentieller Energie. Somit hat die Oberfläche einer Flüssigkeit stets das Bestreben einen möglichst kleinen Wert anzunehmen. Sie bildet eine so genannte Minimalfläche.**

Eine Kugel besitzt bei einem gegebenen Volumen die kleinste Oberfläche. Bei einem Wassertropfen, der sich von einem Wasserhahn ablöst, ist die Oberflächenspannung gut beobachtbar. Die Wassermoleküle finden sich zu einem kugelförmigen Gebilde zusammen. Dieses wird größer. Bei einer bestimmten Größe ist es so schwer, dass es sich löst und herunterfällt. Die Seifenhäute zeigen, wo bei vorgegebener Rahmenstruktur die stabile Lage zu erwarten ist. Die Konstruktion des Münchner Olympiadaches wurde mit Drahtmodellen und Seifenhaut „vorgebaut“.



Die Größe der **Oberflächenspannung** wird durch Flüssigkeitslamellen gemessen. Man taucht einen Drahtbügel (nach Lenard) in die Flüssigkeit. Eine Flüssigkeitslamelle wird im Drahtbügel gebildet. Man verrichtet Arbeit, um die Oberfläche zu vergrößern. Der Oberflächenzuwachs ist auf beiden Seiten der Lamelle vorhanden, also doppelt so groß wie der Zuwachs der Lamellenfläche. Man misst die Kraft, bei welcher die Lamelle zerreißt.

$$\sigma = \frac{\text{Arbeit zur Bildung einer neuen Oberfläche } \Delta W}{\text{neue Oberfläche } \Delta S} = \frac{F \cdot \Delta x}{2 \cdot \Delta x \cdot l} = \frac{F}{2 \cdot l} \quad [\sigma] = 1 \text{ N/m}$$

Die Oberflächenspannung ist der Quotient aus der zum Vergrößern erforderlichen Kraft, dividiert durch die Länge $2l$ der verschiebbaren Oberflächengrenze.

Wenn eine Flüssigkeit an ein Vakuum oder an Luft grenzt, spricht man von Oberflächenspannung. Dagegen spricht man von Grenzflächenspannung, wenn verschiedene Flüssigkeiten aneinandergrenzen.

