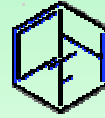



13. Stuttgarter Chemietage – Institut Dr. Flad
26. September 2007



Green Chemistry – Aspekte im Chemieunterricht


INSTITUT FÜR REINE UND ANGEWANDTE CHEMIE
Didaktik der Chemie

Dr. Arnim Lühken

Was ist grüne Chemie?

Chemie im Grünen?



Chemie mit Grünem?



Bild: www.uni-stuttgart.de

Chemie mit dem grünen Gas?



Bild: www.chemie-master.de

60er Jahre:

Scharfe Kontroversen und Forderungen nach einem Ende bestimmter Zweige der Industrie, insbesondere der Chlorchemie und ihrer Produkte.

70er Jahre:

Erste Kontakte zwischen Kritikern und Kritisierten. Beginn der „**Chemiediskussion**“.

Schürten die Kontroverse:

Seveso 1976, Bhopal 1984, Sandoz 1986

1987:

Bundtland-Kommission

Anfang 90er Jahre:

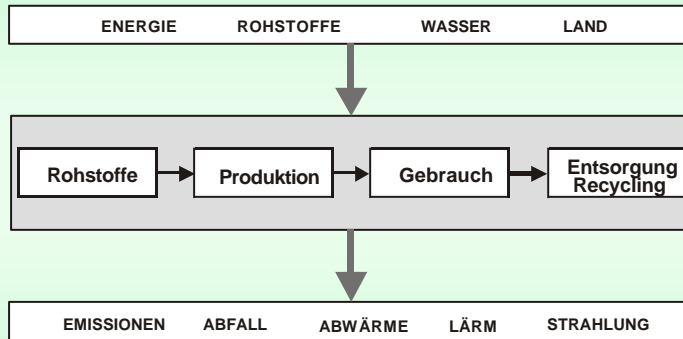
Perspektivwechsel von den Risiken chemischer Produktion (mengenmäßig geringe Emission) auf die Produkte der Chemischen Industrie (als Hauptemission).

90er Jahre:

„Chemiediskussion“ entwickelt sich zum „**Chemiedialog**“.



Idealisierter Lebensweg eines Produkts



Green Chemistry

Sustainable Chemistry
Sustainable Development

Nachhaltige Chemie



**„Es darf nur soviel Holz geschlagen werden,
wie im Wald nachwächst!“**

Oberberghauptmann
von Carlowitz (1713)



Definition von Nachhaltigkeit

**„Umwelt- und gesellschaftsverträgliche
Wirtschafts- und Lebensweise,
die global über Generationen hinweg
Bestand hat“**

Karl Otto Henseling



Eine andere Definition...

“Nachhaltigkeit bedeutet die Sicherung von Wohlstand und Arbeitsplätzen.”

*Ernst Schwanhold,
Leiter des Kompetenzzentrums Umwelt,
Sicherheit und Energie, BASF AG (2006)*



Leitbild „Green Chemistry“

Kriterien und Prinzipien einer nachhaltigen Chemie

- Materialeffizienz
- Rohstoffwahl
- Energieeffizienz
- Abbaubarkeit
- Toxizität und Umweltgefährlichkeit

Leitbild „Nachhaltige Transformation“

Kriterien erforderlicher Kommunikations- und Kooperationsformen

- Notwendige und hinreichende Innovationen
- Darstellung von Alternativen
- Verfügbarkeit von Stoffwissen und dessen Kommunikation
- Transparenz objektiver und normativer Bewertungsgrundlagen
- Anwendung des Vorsorgeprinzips



Grenzen...

„Eine absolute Quantifizierbarkeit von Nachhaltigkeit kann aufgrund der komplexen Interdependenz der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimensionen des Begriffs nicht geleistet werden.“

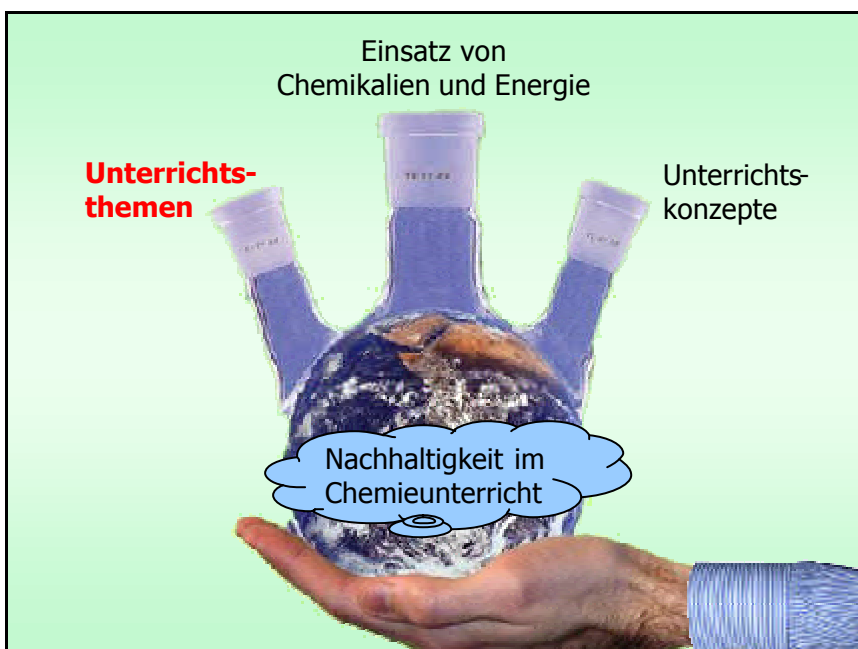
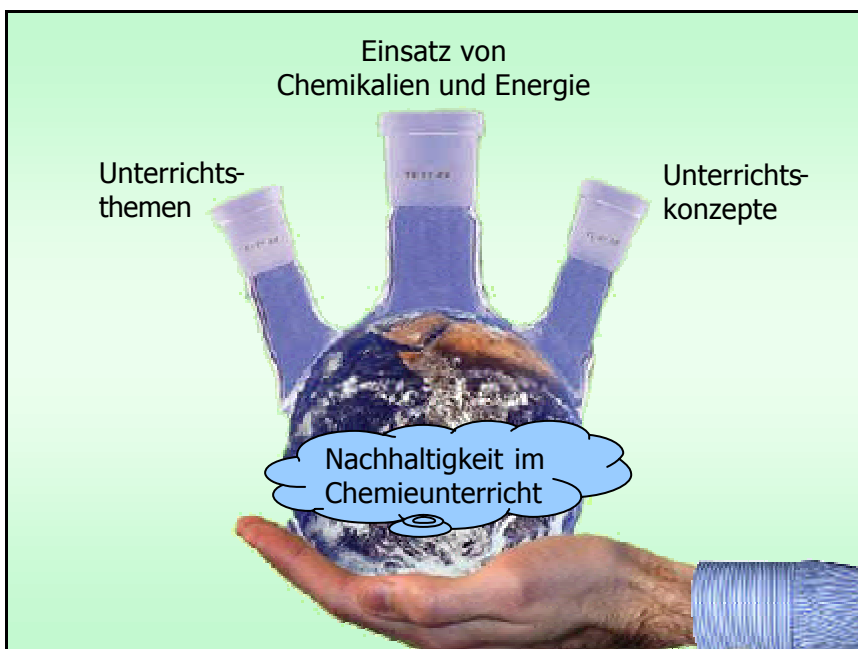
GDCh Erklärung (2006)



Eine didaktische Definition...

Nachhaltiger Chemieunterricht bildet und erzieht Menschen, welche die Bedeutung und Möglichkeiten der Wissenschaft Chemie für die Realisierung einer umwelt- und gesellschaftsverträglichen Wirtschafts- und Lebensweise reflexiv kennen, nutzen und kommunizieren.





Themen der Nachhaltigkeit im Chemieunterricht

Zentrale Inhaltsbereiche und ausgewählte Beispiele:

- Nachwachsende Rohstoffe
 - Schadstoffarme Technologien
 - Recycling
 - Energie
-
- Stoffkreisläufe
 - Analytische Verfahren
 - Ökobilanzen



Themenfeld „Nachwachsende Rohstoffe“

Beispiele für den Experimentalunterricht:

- Biodiesel (Rapsölmethylester)
- Vielseitige Stärke (Klebstoffe, Kunststoffe, Folien)
- Vom Sojaöl zum Polyurethan
- Vom Kokosfett zum Tensid
- Cellulose verschiedener Pflanzen als Rohstoff
- Recycling nachwachsender Rohstoffe (z. B. Spanholz)
- ...



Unterrichtsbeispiele für schadstoffarme Technologien

- Vergleich unterschiedlicher Phenolsynthesen (Sulfonsäure-Verfahren, Raschig-Verfahren, Cumolhydroperoxid-Verfahren)
- Erzaufbereitung durch extraktive Verfahren (Leaching von Kupfererzen)
- Friedel-Crafts-Alkylierungen und -Acylierungen mit Katzenstreu

Neuere Arbeiten

- Versuche mit Festkörpersäuren (MTBE-Darstellung) (*Eilks/Ralle*)
- Versuche mit aktiviertem Bentonit (*Hesselink/Bader*)
- Adipinsäure durch Oxidation von Cyclohexen (mit Wasserstoffperoxid) (*Parchmann et al.*)



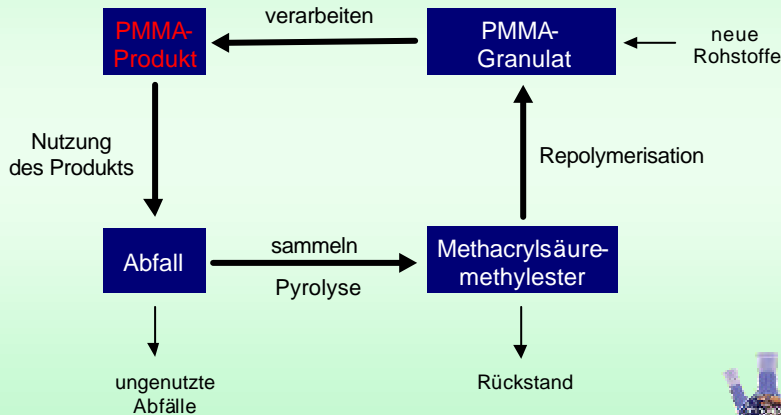
Unterrichtsbeispiele zu Stoffkreisläufen

- Denken in Kreisläufen (Schmidkuntz)
- Experimente zu Stoffkreisläufen (Eisen, Calcium, Kupfer) (*Wiskamp*)
- Gips-Kreislauf
- Ester-Cyclus (Harsch/Heimann)
- PET-Kreislauf (Recycling)
- PMMA-Kreislauf (Recycling)



„Geschlossene“ Stoffkreisläufe mit stofflicher Umwandlung

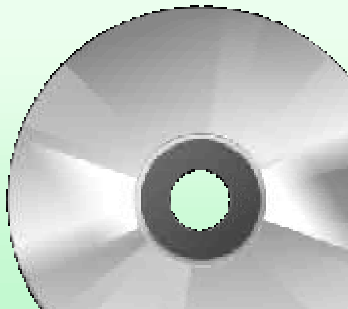
Beispiel: Recycling von Polymethacrylsäuremethylester



«Wir glauben an die CD» - Weltweit erste Silberscheibe wurde vor 25 Jahren in Hannover industriell gepresst.

Jüngste Messungen deckten sich eins zu eins mit dem vor einem Vierteljahrhundert erstellten Prüfprotokoll, sagt Bodo Wiechmann, Fabrik-Geschäftsführer des CD-Werkes der Entertainment Distribution Company (EDC) in Langenhagen bei Hannover.

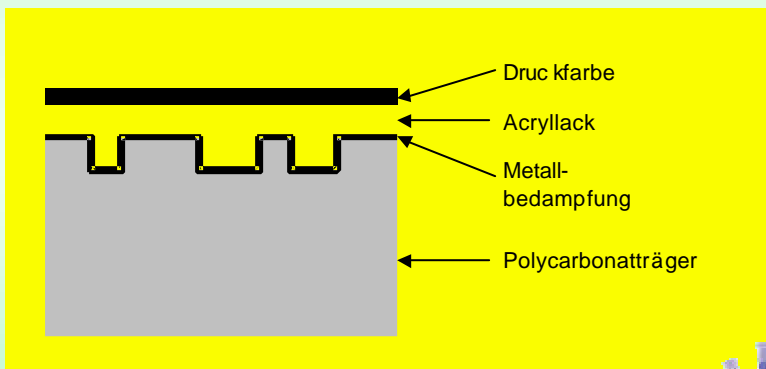
In seinen Händen hält er eine historische Silberscheibe aus dem Geburtsjahr der Audio-CD. Das Album «The Visitors» der schwedischen Gruppe Abba war seinerzeit der erste Tonträger mit Popmusik, der im damaligen Polygram-Werk gepresst wurde.



Schulexperimente zum CD-Recycling



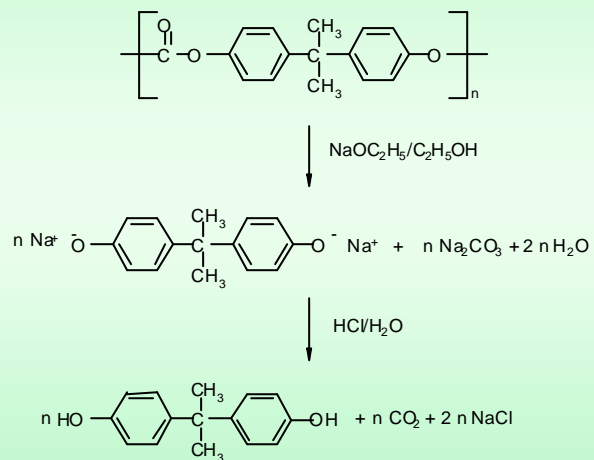
Compact Disc im schematischen Querschnitt



Schulexperimente zum CD-Recycling



Hydrolyse von Polycarbonat – Rückgewinnung von Bisphenol A



Verknüpfung mit der Fachchemie

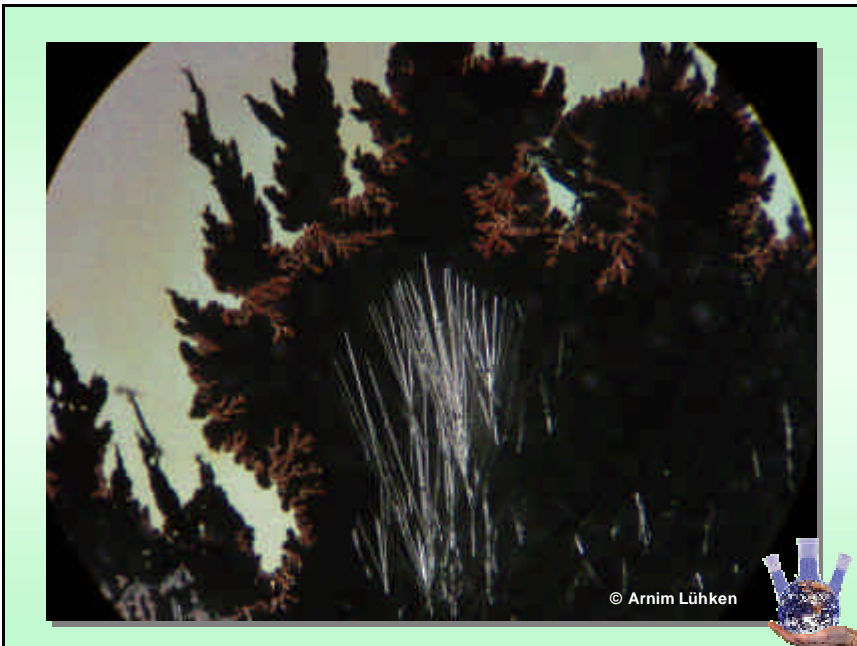
„Kleine Chemie auf der CD-ROM –
Eine runde Sache!“

© Arnim Lühken



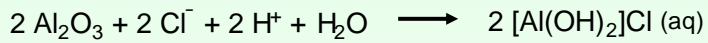
© Arnim Lühken



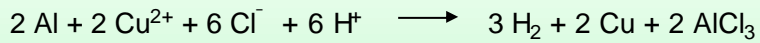


„Kleine Chemie auf der CD-ROM“

1. Schritt:
Komplexierung der Passivierungsschicht



2. Schritt:
Oxidation des Aluminiums



Einsatz von Chemikalien und Energie

Unterrichts-
themen

Unterrichts-
konzepte

Nachhaltigkeit im
Chemieunterricht



Schulexperimente mit geringen Chemikalienmengen

- Experimentieren im Halbmikromaßstab (Schallies)
- Projektionschemie (Kometz, Full)
- Arbeiten mit medizintechnischen Geräten (Menzel)
- Arbeiten mit Einmalspritzen (Obendrauf)



Chlorgasentwickler:

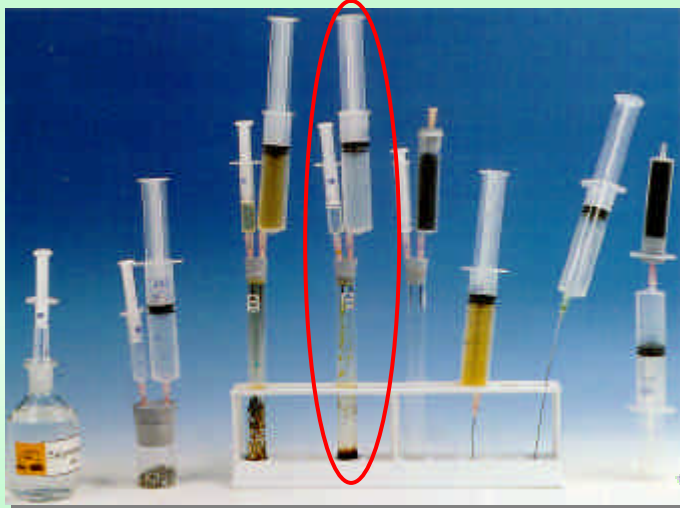
So...



Bild: dc2.uni-bielefeld.de



... oder so!



Gasentwickler-Varianten nach Obendrauf

Einsatz von
Chemikalien und **Energie**

Unterrichts-
themen

Unterrichts-
konzepte

Nachhaltigkeit im
Chemieunterricht



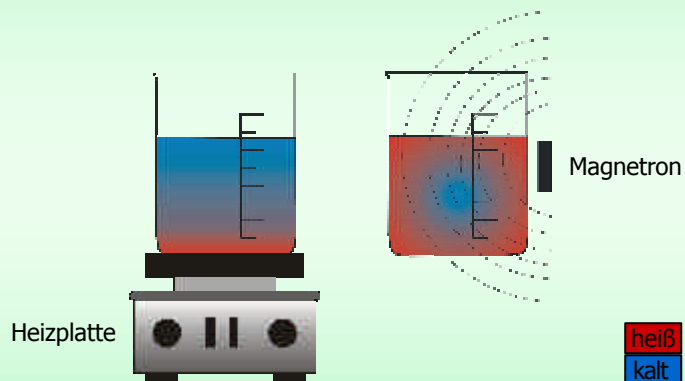
Mikrowelle – die „Grüne Welle“???



Bild: www.wdr5.de



Temperaturverteilung beim Erwärmen einer Flüssigkeit
auf der Heizplatte und im Mikrowellenfeld

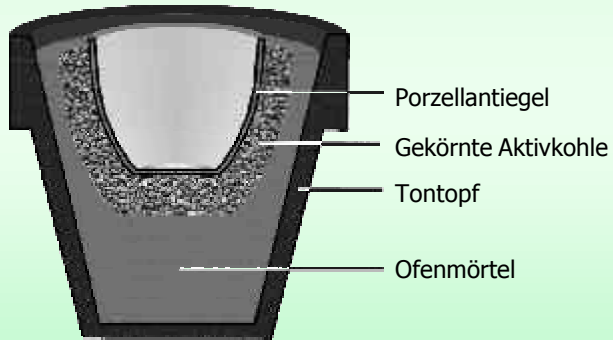


heiß
kalt



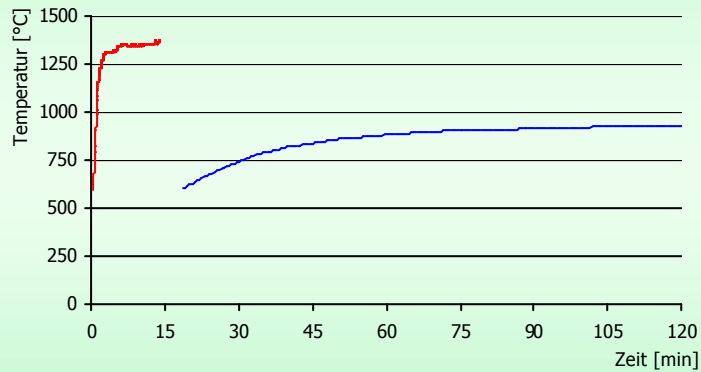
AST-Technik

Aktivkohle wird als Mikrowellen-Suszeptor eingesetzt, der einen Tiegel aus Porzellan aufheizt.

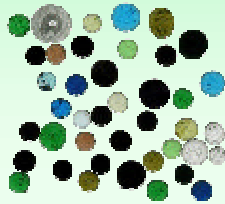


Erwärmung eines Tiegels

- mit AST-Technik (MW 800 Watt)
- im Simon-Müller-Ofen (1.000 Watt)



Schmelzen mit der Mikrowellen-AST-Technik

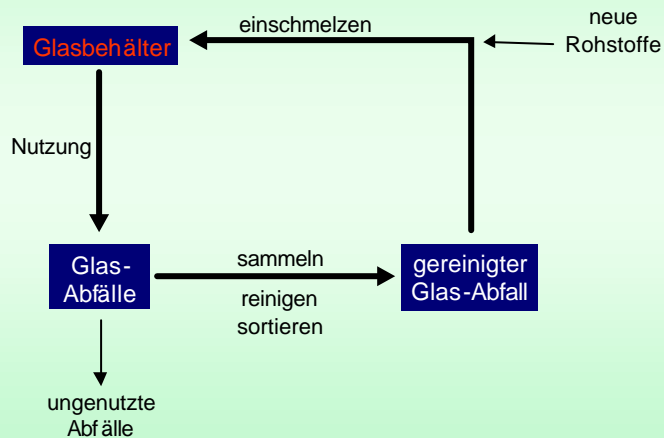


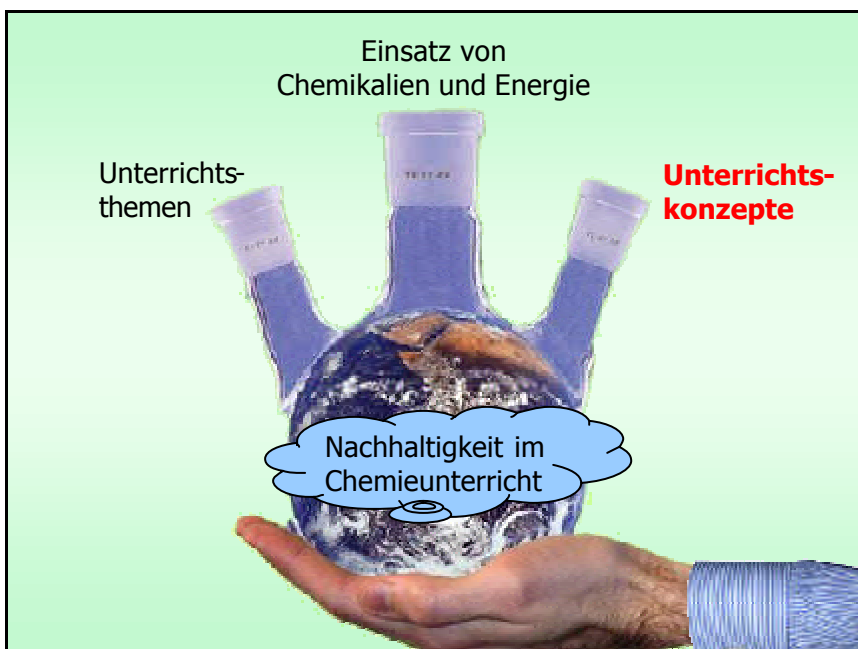
- Darstellen verschiedener **Gläser**, insbesondere bleifreier (!) Borosilikatgläser
- Legieren (**Bronzen**, **Messinge**, usw.)
- Umschmelzen von **Altglas**
- Brennen von **Emaile**
- Umschmelzen verschiedener **Metalle** (z.B. Aluminium/Silber-Recycling)
- Schmelzen verschiedener **Salze**



Vollständiges physikalische Recycling

Beispiel: Recycling von Glas





Kompetenzbereiche und Basiskonzepte im Chemieunterricht für eine „Scientific Literacy“

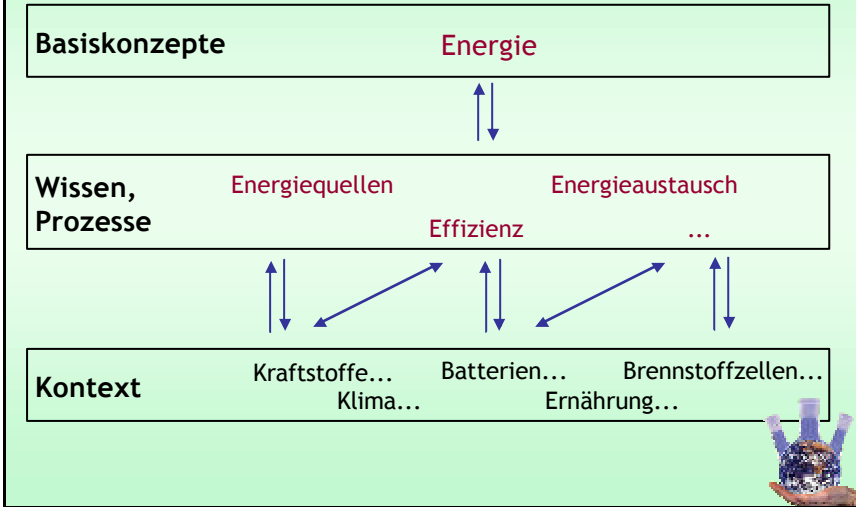
Kompetenzbereiche

- *Fachwissen*
- *Erkenntnisgewinnung*
- *Kommunikation*
- *Bewertung*

Basiskonzepte im Kompetenzbereich *Fachwissen*

- *Stoff-Teilchen-Beziehungen*
- *Struktur-Eigenschafts-Beziehungen*
- *Chemische Reaktion*
- *Energie*





Nachhaltige Lehrerbildung



Nachhaltigkeit durch Frühförderung





NaT-Working Projekt „Chemie mit dem Mikrowellenofen“



Das Projekt **CHEMÖKOL**



Nationalparkzentrum
Wilhelmshaven
~ Das Wattenmeerhaus ~

Lehrer
-ausbildung
-weiterbildung

kontextorientiert





Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum

- Nachhaltigkeit
- Gesetzliche Regelungen und Vorschriften
- Bewertungsverfahren für chemische Stoffe, Reaktionen und Abfälle
- Umweltmanagement (z.B. Abfallentsorgung)
- Inhalte und Erstellung einer Ökobilanz
- Energieeintrag in chemische Reaktionen
- Energiemessung und Energiekennzahlen
- Optimierung von Reaktionen und Minimierung der Abfälle

www.oc-praktikum.de



Ein GDCh-Beitrag zum
Jahr der Chemie 2003:



Zusammenfassung und Ausblick

Nachhaltiger Chemieunterricht bildet und erzieht Menschen, welche die Bedeutung und Möglichkeiten der Wissenschaft Chemie für die Realisierung einer umwelt- und gesellschaftsverträglichen Wirtschafts- und Lebensweise reflexiv kennen, nutzen und kommunizieren.



Zusammenfassung und Ausblick

- Fokus auf das Thema „Nachhaltige Chemie“ im Unterricht verstärken.
- Stetige fachdidaktische Forschung für den Experimentalunterricht zu aktuellen Themenfeldern.
- Einführung des Unterrichtsfachs „Umweltwissenschaften“???



Vision

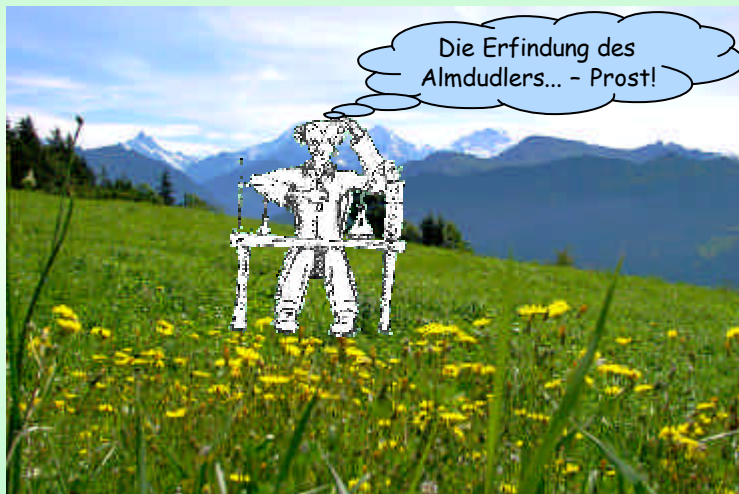
Ein Unterrichtsfach „Umweltwissenschaften“

Leitbild der reflexiven Umweltforschung

- Naturerkenntnis
- Welterschließung
- Subjekt-Objekt-Verbindung
- Anbindung
- Umgang mit Nicht-Wissen



Ich freue mich auf eine Diskussion!



Herzlichen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!

