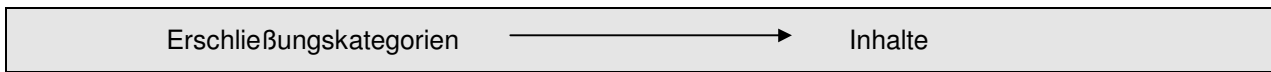


## I.1 Inhaltliche Dimensionen

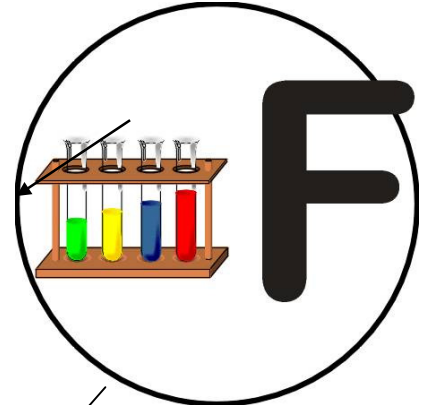


### ALLTAG

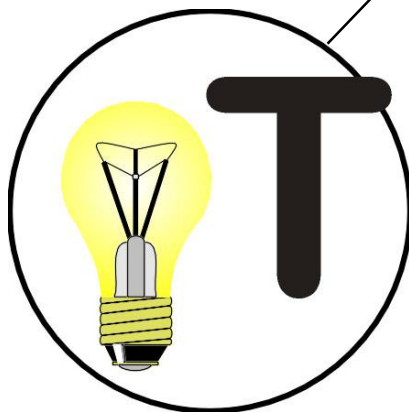
Ordnungs- und Aufbewahrungskriterien im Supermarkt, Baumarkt, Haushalt



Fachwissenschaft  
Abgrenzung zur Physik  
Unterscheidung Körper / Stoff  
Stoffsystematik  
Aggregatzustände  
Aufbau der Materie, Teilchenmodell

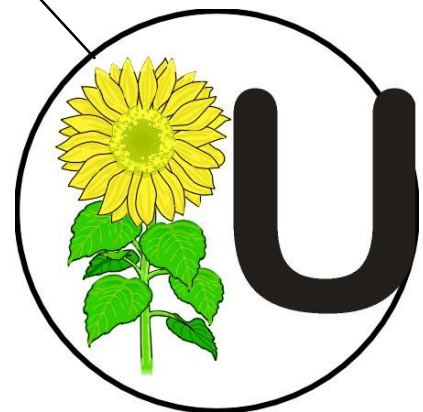


**Stoffeigenschaften**  
Abgrenzung Körper / Stoff  
Aggregatzustände  
Kennzeichnende Stoffeigenschaften  
Erkennungs- und Prüfmethode



### TECHNIK

Nachweis- und Trennverfahren bei der Herstellung von Nahrungsmitteln  
Material- und Werkstoffprüfung



### UMWELT

Wertstoffe, kompostierbare Stoffe, Schadstoffe  
Unterscheidung von natürlichen, natur-identischen und künstlichen Stoffen

## I.2 Erläuterung des Inhaltsfeldes Stoffeigenschaften

### Erkennbare Stoffeigenschaften

Bei den ersten Erkundungen von Stoffeigenschaften geht es um ein Erfassen mit den Sinnen.

Das *Aussehen* (**Farbe, Glanz, Transparenz, Oberflächenstruktur, Homogenität**) liefert für viele Stoffe schon hinreichend charakterisierende Merkmale. Wo die Adjektive der Alltagssprache zur Unterscheidung des Beobachteten nicht ausreichen, können vergleichende Begriffe unserer Sprache anreichern, z.B. bei Glanz: Glasglanz, Metallglanz („metallic“), Fettglanz usw.

Doch keinesfalls sollte man sich auf das Auge beschränken. Viele Stoffe werden für uns wiedererkennbar durch ihren **Geruch** und auch der Tastsinn stellt über die **relative Oberflächentemperatur** Stoffeigenschaften wie **Wärmeleitfähigkeit** oder **Wärmekapazität** fest.

Auf Geschmacksproben sollte im Chemieunterricht an allgemeinbildenden Schulen aus grundsätzlichen Sicherheitserwägungen verzichtet werden.

Wenn Schülerinnen und Schüler sich im intensiven Gespräch über Eindrücke und Wahrnehmungen austauschen, gewinnt der Unterricht eine kommunikationsfördernde Komponente.

### Experimentell prüfbare und messbare Eigenschaften

Im zweiten Schritt geht es um Stoffeigenschaften, die erst durch experimentelle Untersuchungen und Materialprüfungen erkennbar und auch messbar werden. Begriffspaare und -reihen wie **biegsam - spröde, plastisch - elastisch - formstabil, zähflüssig - dünnflüssig** u.ä. lassen sich durch entsprechenden Umgang mit den Stoffen herausarbeiten.

Ritzversuche mit Fingernagel, dickem Kupferdraht und Stahlnagel führen bei der Stoffeigenschaft **Härte** schon zu einer einfachen Skala, in die sich eine Reihe von untersuchten Metallen, Mineralien oder Werkstoffen einordnen lassen. Beobachtungsergebnisse werden dadurch vergleichbar und reproduzierbar.

Bei der Bestimmung der **Dichte** üben Schülerinnen und Schüler den Umgang mit Waage und Volumenmessgeräten. Sie erfahren dabei, dass nicht nur der Umgang mit physikalischen Größen, sondern auch mathematische Operationen zur Arbeitsweise in der Chemie gehören.

Die Untersuchung der **magnetischen Eigenschaften** und der **elektrischen Leitfähigkeit** von Stoffen baut auf Erkenntnissen aus dem Physikunterricht auf und lässt sich zu Alltagserfahrungen in Beziehung setzen (z.B. Nutzung von Kabel- und Isolationsmaterial).

### Verhalten beim Erhitzen, Verhalten gegenüber Lösemitteln

Die dritte Stufe einer systematischen Eigenschaftsuntersuchung bilden Versuche, bei denen die untersuchten Stoffe gezielt dem Einwirken von thermischer Energie, von Lösemitteln oder anderen Stoffen ausgesetzt werden, um ihr „Reagieren“ zu untersuchen.

Das Verhalten von Stoffen beim Erhitzen trifft bei Schülerinnen und Schülern immer auf besonders großes Interesse. Ob Stoffe in der Hitze schmelzen, sieden, erweichen, glühen, anlaufen, sich zersetzen oder brennen, lässt sich schnell und problemlos am Gasbrenner untersuchen, wobei der Schutz vor gefährlichen Dämpfen, Zersetzungs- oder Verbrennungsprodukten gewährleistet sein muß. Besondere Vorsicht ist bei Schwelversuchen mit Kunststoffen geboten!

Auch hier lassen sich zu den Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Brennstoffen, Fett und Wachs, mit Klebepistole oder LötKolben Bezüge herstellen.

Die experimentellen Möglichkeiten umfassen auch die Messung der Schmelz- und Siedetemperaturen. Ergebnisse lassen sich tabellarisch erfassen und mit Literaturwerten vergleichen, Siedetemperaturkurven können graphisch dargestellt werden.

Zur weiteren Charakterisierung eines Stoffes sollte seine Löslichkeit (bei Flüssigkeiten Mischbarkeit) in Wasser untersucht werden. Diese Stoffeigenschaft ist mit Blick auf die später zu erarbeitenden Trennungsmethoden besonders bedeutsam. Auf andere Lösemittel wie Ethanol und Benzin lassen sich diese Versuche ausdehnen (Sicherheitsregeln beachten).

### I.3 Didaktische Hinweise: Der aufbauende Lernprozess

Die Wahrnehmung und Beschreibung von Stoffeigenschaften steht als erste Annäherung bei zahlreichen Unterrichtsgegenständen im Vordergrund. Bei Stoffen und Stoffgruppen, denen Schülerinnen und Schüler in den Jahrgangsstufen 9 und 10 begegnen, wird eine stärkere Nuancierung in der Stoffbeschreibung notwendig sein, wobei je nach unterrichtlichem Kontext neue Stoffeigenschaften kennen gelernt werden können:

*Themenkomplex Luft/ Verbrennung:*

- Unterscheidung der Luftbestandteile in bezug auf Siedetemperaturen und auf Reaktionsbestreben / Reaktionsträgheit
- Unterscheidung der Brennstoffe in bezug auf Heizwert, der Kraftstoffe in bezug auf Klopfestigkeit, der Erdölprodukte in bezug auf Viskosität, der brennbaren Flüssigkeiten in bezug auf Flammpunkt u.ä.

*Themenkomplex Lösen/ Lösemittel:*

- Unterscheidung der Salze in bezug auf die Leicht- oder Schwerlöslichkeit in Wasser und auf die Kristallformen,
- Unterscheidung der Alkohole und fetten Öle in bezug auf Mischbarkeit mit Wasser und Benzin

*Themenkomplex Boden:*

- Unterscheidung der Bodenarten in bezug auf Quellfähigkeit, Bindigkeit, Wasserhaltevermögen u.ä.

*Themenkomplex Werkstoffe (Metalle, Kunststoffe u.a.):*

- Unterscheidung verschiedener Gebrauchsmetalle in bezug auf technisch relevante Eigenschaften wie Schmiedbarkeit, Wärmekapazität, und -leitfähigkeit
- Unterscheidung von Kunststoffen in bezug auf Plastizität, Elastizität, Wärmeverhalten
- Vergleich von Werkstoffen (Glas, Metall, Holz und andere Naturstoffe, Kunststoffe ...) in bezug auf technisch relevante Eigenschaften, Gebrauchstauglichkeit, Recyclingfähigkeit, Rottefähigkeit

#### **Möglichkeiten der Straffung (zeitökonomische Umsetzung)**

Aus der Vielzahl der beobachtbaren und experimentell bestimmbareren Stoffeigenschaften gilt es für den Anfangsunterricht eine Auswahl zu treffen, die mit Blick auf spätere Erarbeitungsmöglichkeiten - siehe obige Zusammenstellung - nichts vorwegnimmt.

Die langfristige Unterrichtsplanung gewinnt hier besondere Bedeutung: Hat man bereits Unterrichtsgegenstände für die Jahrgangsstufen 9 und 10 festgelegt, an denen später die verbindlichen Inhalte des Lehrplans umgesetzt werden sollen, so kann man Zeit gewinnen, indem man eine Reihe spezifischer Stoffeigenschaften zunächst nicht thematisiert.

Eine breit angelegte Untersuchung möglichst vieler Stoffeigenschaften käme über das Phänomenbetrachten und Begrifflernen nicht hinaus.

Vor allem für die Arbeit im gymnasialen Bildungsgang geht es auch um Zusammenhänge zwischen Stoffeigenschaften und den Strukturen der Stoffe. Diese Korrelierung gelingt aber erst nach der Entwicklung eines Teilchenmodells.

Beispiel: Thermoplastische / duroplastische Eigenschaften und Elastizität bei Kunststoffen - Abhängigkeit vom makromolekularen Aufbau.

Auch durch eine Einbindung von experimentellen Eigenschaftsuntersuchungen in die Inhaltsbereiche *Verhalten von Stoffen*, *Ordnungsprinzipien* oder *Stoffgemische / Trennungen* lässt sich Zeit einsparen.

## I.4 Übersicht: Untersuchung von Stoffeigenschaften

Eigenschaft	Kategorien	Untersuchungsobjekte (Bsp.)
Farbe	alle denkbaren Farbnuancen	Holzarten, metallische Werkstoffe, Bodenproben, Mineralien der Quarzfamilie
Glanz	Glasglanz, Fettglanz, Metallglanz oder: hochglänzend, seidenmatt, matt	Mineralien (Quarz, Feldspat, Glimmer, Marienglas, Marmor, Calcit, Pyrit ...), Glas, Gummi, Ton, div. Kunststoffe, diverse Metalle, Wachs, Seife
Transparenz	durchsichtig, durchscheinend, undurchsichtig	Plastikfolien, Papiere und Pappen, Mineralien
Oberflächenstruktur	amorph, kristallin, homogen, feinkörnig, grobkörnig, blättrig, faserig, porös, kristallin ...	Gesteine (Basalt, Diabas, Granit, Sandstein, Schiefer, Gneis ...), Erze, Kork, Holz
Geruch	unterschiedliche Kategorien je nach Objekten	petrochem. Produkte, Lösemittel, Haushaltschemikalien, Aromen, Düfte, Gewürze, Wasserproben
Plastizität / Elastizität	<i>Quetschprobe auf harter Unterlage:</i> plastisch, spröde <i>Biegeversuche:</i> (gummi-)elastisch, hartelastisch, biegesteif	Körnchen von Salzen, organischen Feststoffen, Metallen Streifen gleicher Dicke von Metallen, Kunststoffen, Holz
Härte (Ritzhärte)	entsprechend der Mohs'schen Härteskala oder weich (R. mit Fingernagel) - hart (R. mit Eisennagel) - sehr hart	Blechstücke div. Metalle, Mineralien (Marienglas, Calcit, Quarz, Feldspat, Steinsalz ...) Plättchen von Kunststoffen
Dichte	berechnete Werte nach Massen und Volumenbestimmung	Kugeln, Würfel oder Brocken verschiedener Werkstoffe, org. Flüssigkeiten, Salzlösungen unterschiedlicher Konzentration
Magnetische Eigenschaften	magnetisch - unmagnetisch, magnetisierbar	metallische Bleche, Stäbe oder dicke Drähte
Elektrische Leitfähigkeit	leitend - nicht leitend	alle Werkstoffe
Schmelztemperatur	exakter Smp. durch Ermittlung im Kapillarröhrchen oder im Reagenzglas mit Sparflamme des Gasbrenners schmelzbar, mit blau-gelber Flamme ..., mit rauschender Flamme ...	div. organische Feststoffe, (Naphthalin, Paraffin, Zucker, Campher ...) Metalle, Salze
Siedetemperatur	exakter Sdp. durch Ermittlung	Lösemittel, Salzlösungen, Öle
Löslichkeit	löslich - unlöslich (scheinbar unlöslich) - schwerlöslich	alle denkbaren Feststoffe Kalk- oder Gips-Suspension (filtrieren und eindampfen)
(Flüss.:) Mischbarkeit	mischbar - nicht mischbar (mit Wasser)	Lösemittel, petrochem. Flüss.
Verhalten beim Erhitzen	glüht, schmilzt, verdampft, läuft an, zersetzt sich, verkohlt, verbrennt,	Metalle, Salze, Kunststoffe, organische Feststoffe, Mineralien, Naturstoffe
Rottefähigkeit	biologisch abbaubar (langsam - schnell)	Materialien von Verpackungen, Faserstoffe, Naturstoffe aller Art

## I.5 Charakterisierung von Stoffen in der (Fach-)Literatur

### Arbeitsblatt: Wir vergleichen Informationen über Stoffe

#### RÖMPP Chemie-Lexikon (Stuttgart 1989-92)

Magnesiumchlorid.  $MgCl_2$ , MG. 95,22. Farblose, bitter schmeckende, zerfließliche, hexagonale Krist., D. 2,41, Schmp.  $713^\circ$ , Sdp.  $1412^\circ$ , in Wasser gut löslich. M. bildet Hydrate mit 2, 4, 6, 8 u. 12 Mol Wasser. Beim Erhitzen des kristallwasserhaltigen Salzes tritt Zers. unter Bldg. von Oxidchlorid ein:



Die vollständige Entwässerung begegnet daher Schwierigkeiten; zur Herst. von wasserfreiem M. s. Magnesium.

$MgCl_2$  ist ein Hauptbestandteil der im Meerwasser gelösten Salze (nahezu 4%) u. kommt außerdem in zahlreichen Solequellen vor; daneben findet es sich in Form von  $MgCl_2 \cdot 6 H_2O$  als Bischofit sowie im Carnallit u. Tachhydrit als Doppelsalz.

#### Schülerduden: Die Chemie (Mannheim 1976)

Quecksilber, chemisches Element, Zeichen Hg, OZ 80, mittlere relative Atommasse 200,59

*Physikalische Eigenschaften:* Quecksilber ist ein silberglänzendes, bei Raumtemperatur flüssiges Metall, Fp.  $-38.87^\circ C$ , Dichte (bei  $20^\circ C$ )  $13,546 g/m^3$ .

*Chemische Eigenschaften:* Quecksilber wird von trockener Luft nicht, von oxidierenden Säuren dagegen leicht angegriffen. In seinen meist farblosen Verbindungen tritt es vorwiegend zweiwertig, weniger beständig auch einwertig auf. Quecksilber bildet mit Metallen leicht Legierungen, das Amalgam; das Metall selbst und seine wasserlöslichen Verbindungen sind starke Gifte.

#### Sachbuch: Chemie des Alltags (Stuttgart 1952)

Salmiakgeist. Salmiakgeist (=Ammoniakwasser = Ammoniakflüssigkeit) ist eine farblose, klare, stechend riechende Flüssigkeit, die aus Wasser und darin aufgelöstem Ammoniakgas besteht. Ein Liter Was-

ser kann bis zu 1000 Liter Ammoniakgas ( $NH_3$ ) aufnehmen; das Gas ist im Wasser größtenteils gelöst, zu einem kleinen Teil mit demselben zu  $NH_4OH$  verbunden. Infolge der OH-Gruppe reagiert Salmiakgeist alkalisch. Im Gegensatz zu Natronlauge und Kalilauge bläut Salmiakgeist einen feuchten, roten Lackmuspapierstreifen, wenn man ihn über die Kolbenöffnung hält. Ammoniak ist eine „flüchtige Base“, es entweicht als stark riechendes Gas aus dem Gefäß. Ein Tropfen Salmiakgeist, den wir auf eine Glasplatte bringen, verdunstet nach einiger Zeit vollständig.

#### Merck-Katalog (Ausgabe 1992/93)

*Alkohol, Ethylalkohol*

CAS-Nr. [64-17-5]

Physikalisch-chemische Daten

$C_2H_6O$  ◆ M = 46.07 g/mol ◆ 1 l = 0,79 kg

Schmelzp.  $-117^\circ C$  ◆ Siedep.  $78^\circ C$  ◆ Flammp.  $12^\circ C$

Viscosität/ $20^\circ C$  1,2 mPas ◆ Dipolmoment/ $20^\circ C$  1,7 Debye

Dielektrizitätskonst./ $20^\circ C$  24,3

Verdunstungszahl (DIN 53170) 8,3

Verdampfungswärme/ $78^\circ C$  855 kJ/kg

Sättigungskonz./ $20^\circ C$   $105 g/m^3$

Sicherheit/Transport

VbF-Klasse B ◆ WGK 0 ◆ RTECS KQ630000

MAK 1991 1000 ml/  $m^3$

Fruchtschädigender Arbeitsstoff, Gruppe D

LD50 orl rat 7060 mg/kg  $m^3$  ◆ LC50 ihl gpg 21900 ppm

R: 11 ◆ S: 7-16 ◆ EG-Nr.: 603-002-00-5

Entsorgung: 1 ◆ EINECS-Nr.: 2005786 ◆

Giftkl.(CH): F

GGVE/GGVS: 3/3b ◆ RID 3/3b ADR: 3/3b

IMDG-Code: 3.2/II UN 11760

IATA/ICAO: 3 UN 1170 PAX 305 CAO 307 ◆

Pack-Kat.: A

LGK: 3 A ◆ HS-Nr.: 2207 10 000

## I.6 Methodische Anregung: Stoffe mit den Sinnen erkennen

In dieser Unterrichtsphase sollen die Schülerinnen und Schüler das **Aussehen** von Stoffen, ihren **Geruch** und **Klang** sowie ihre **Oberflächenbeschaffenheit** beschreiben. Dabei soll herausgearbeitet werden, dass wir mit Hilfe unserer Sinne die Stoffe vorsortieren können, bei Stoffen mit ähnlichen Eigenschaften jedoch Unterscheidungsprobleme bekommen. Gleichzeitig werden **Sicherheitsmaßnahmen** wie "Chemisches Riechen", Vorsicht beim Anfassen von Stoffen und der Ausschluss der Stoffeigenschaft **Geschmack** besprochen.

Wichtigste Eigenschaft für das **Aussehen** eines Stoffes ist für die Schülerinnen und Schüler die **Farbe**. Wählt man Stoffe mit ähnlichen Farben, erkennen die Schülerinnen und Schüler schnell, wie schwierig es ist, Farbnuancen zu beschreiben. Beim Vergleich mit den Nachbarinnen und Nachbarn stellen sie fest, dass diese die Farbe manchmal anders wahrnehmen und beschreiben und dass das Licht einen entscheidenden Einfluss auf die Farbwirkung hat.

Vorschläge für Farbreihen:

Gelb: Schwefelpulver, Safran, Curry, gestoßene gelbe Kreide.

Grau: Aluminium, Zink, Eisen.

Weiß: Zucker, Kochsalz, Gips (evtl. kristallin).

Braun: Zimt, Muskat, Soßenpulver.

Weitere Eigenschaften wie **Glanz**, **Transparenz**, **Kristallstruktur** sollten zur genaueren Beschreibung hinzugezogen werden.

Das Beschreiben von **Gerüchen** erweist sich als noch schwieriger. Zwar erkennen die Schülerinnen und Schüler die Gerüche von Olivenöl, Spiritus und Essig (besonders geeignet sind Kräuternessig oder Balsamico), sie haben jedoch Probleme, passende Adjektive zu finden.

Außer den oben aufgeführten Stoffen eignen sich auch ätherische Öle, Gewürze, Kräuter oder Parfums. Gegebenenfalls sollte man einen Stoff ohne Eigengeruch hinzufügen. (Siehe auch: Exkurs „Stoffe haben Geruch“)

Stoffe wie Glas oder harte Metalle haben einen typischen **Klang**, sie lassen sich gut erkennen. Stoffe wie Blei, Hartgummi oder Steinkohle klingen dumpf und sind schwer zu unterscheiden. Man kann die Proben entweder auf den Boden fallen lassen oder mit einem Löffel anschlagen wie bei der Überprüfung von Porzellan.

Bei der Überprüfung von Stoffen mit Hilfe des **Tastsinns** sollten keine Objekte gewählt werden, die an der Form eindeutig zu erkennen sind. Wenn nicht schon geschehen, kann man hier auf die Unterscheidung zwischen der Form und dem Material eines Stoffen eingehen. Die Schülerinnen und Schüler sollen anhand der **Struktur** und der **Oberflächenwärme** das Material des Gegenstandes erkennen.

**Arbeitsblatt: Stoffe - Ganz von Sinnen**

Einige Stoffeigenschaften können wir mit unseren Sinnen wahrnehmen. Diese sind:

---

1. Bestimme die Farbe der drei vorliegenden Stoffe und vergleiche mit Deinem Nachbarn:

Schwefel: \_\_\_\_\_ Safran: \_\_\_\_\_ Kreidepulver: \_\_\_\_\_

Ergebnis: \_\_\_\_\_

---

2. Den Geruch einer Substanz stellt man fest, indem man

( ) die Nase möglichst dicht an den Stoff bringt und tief einatmet.

( ) sich den Geruch mit der Hand zufächelt.

Begründung: \_\_\_\_\_

Rieche an den drei Stoffen und lies deine Beschreibung Deiner Nachbarin / Deinem Nachbar vor.

Kann sie / er die Stoffe erkennen?

Olivenöl: \_\_\_\_\_ Spiritus: \_\_\_\_\_ Essig: \_\_\_\_\_

Ergebnis: \_\_\_\_\_

---

3. Schließe die Augen und höre genau hin. Was ist auf den Boden gefallen?

a) \_\_\_\_\_ b) \_\_\_\_\_ c) \_\_\_\_\_

Kann man Stoffe gut am Klang erkennen? \_\_\_\_\_

---

4. Schließe wieder die Augen. Du bekommst etwas in die Hand. Beschreibe es.

Unterscheide dabei die Form und die Oberfläche. Weißt Du, was es ist?

Form: \_\_\_\_\_ Oberfläche: \_\_\_\_\_ Es ist \_\_\_\_\_

Vorsicht beim Tasten! Warum? \_\_\_\_\_

---

5. Welches Sinnesorgan darf niemals zur Erkennung unbekannter Stoffe benutzt werden?

\_\_\_\_\_ Warum?

\_\_\_\_\_

## I.7 Exkurs: „Stoffe haben Geruch“

Aspekte	Erläuterung	Methodische Hinweise
<b>Geruch als Stoffeigenschaft</b>	Charakteristische Gerüche machen Stoffe wiedererkennbar, sie lassen sich unmittelbar und ohne Hilfsmittel wahrnehmen und sind sehr einprägsam. Für viele Menschen wird der Geruchseindruck zu einem bedeutenden (=definierenden) Merkmal im alltäglichen Umgang mit Stoffen und Gegenständen. Wahrnehmung und Umgang mit Gerüchen spielt in Bereichen der Forschung und Industrie eine große Rolle.	<b>Gerüche probieren</b> Vielfältige, zum Teil spielerisch umsetzbare Schülerübungen sind zum Kennenlernen der Stoffeigenschaft „Geruch“ denkbar. Geeignete Probensammlungen werden im Material 1 näher erläutert. <b>Texte über Gerüche</b> aus der Literatur können den Unterricht ergänzen. (Material 2) Berufsbilder: „Nasen“ gefragt. (Material 3)
<b>Gerüche warnen</b>	Wie Gerüche auf unser Unterbewusstsein wirken, kann man am Brandgeruch verdeutlichen. Brandgase in unerwarteten Situationen lösen mit der ersten Wahrnehmung eine kleine Schreckwirkung aus und erzeugen instinktive Wachsamkeit (... eine Situation wird <i>brenzlich</i> ...). Wer mit gefährlichen Chemikalien umgeht, kennt ihre spezifischen Gerüche und weiß, dass deren Wahrnehmung auf eine Freisetzung des Stoffes in die Atemluft schließen lässt. Geruchsproben bei unbekanntem Stoffen werden mit äußerster Vorsicht genommen (langsame Annäherung aus der Distanz, Zufächeln, Schnuppern).	Anlass für ein Unterrichtsgespräch sollte das <b>intensive Einüben</b> der fachgerechten Durchführung einer <b>Geruchsprobe</b> sein. Geeignete Stoffe hierfür finden sich in jeder Schulchemikaliensammlung.
<b>Leicht-flüchtigkeit als Eigenschaft einer Stoffgruppe</b>	Stoffe, die wir mit dem Geruchssinn wahrnehmen, haben meist neben dem charakteristischen Geruch weitere Merkmale, die sich unter Verwendung eines Teilchenmodells gut interpretieren lassen. Wenn sie nicht ohnehin als Gas oder niedrig siedende Flüssigkeit vorliegen, treten riechende Stoffe als Feststoffe mit niedriger Schmelztemperatur und geringer Härte auf. Das Raumbgitter ihrer Moleküle wird nur von schwachen Bindekräften zusammengehalten. Unter dem Begriff Leichtflüchtigkeit lässt sich diese Kombination von Stoffeigenschaften am besten zusammenfassen.	<b>Reihenuntersuchung</b> bei Feststoffen (Schmelztemperatur, Härte) und Flüssigkeiten (Schnelligkeit der Verdunstung)  <b>Vergleich</b> mit den Eigenschaften metallischer oder salzartiger Stoffe <b>Anwendung des Teilchenmodells:</b> Deutung der Leichtflüchtigkeit



## Methodische Anregung: Duftobjekte bereithalten (Material 1)

Für den Anfangsunterricht sollte man sich eine kleine Sammlung von Riechpräparaten zusammenstellen (kleine unbeschriftete Präparategläschen, nur mit einer Kennziffer versehen). Ein Wattebausch mit wenigen Tropfen der entsprechenden Substanz sorgt für gute Geruchsentfaltung.

Naheliegender ist die Nutzung der Schulchemikaliensammlung mit ihren zahlreichen Stoffen - vornehmlich aus dem Bereich der organischen Chemie. Petrochemische Produkte (Benzin, Heizöl, Petroleum ...), von Alkanolen, Carbonsäuren und Estern, von Naturstoffen (Ölen, Fetten, Wachsen ...) bieten eine umfangreiche Palette charakteristischer Gerüche.

Vielfach werden die Stoffe von Schülerinnen und Schülern am Geruch identifiziert oder mit bestimmten Geruchseindrücken aus dem Alltag gleichgesetzt.

Kampfer	⇒	Erkältungsmedikamente
Naphthalin	⇒	Mottenkugeln
p-Dichlorbenzol	⇒	Toilettensteine

Allerdings sind viele Substanzen wegen ihres Gefahrenpotentials für ein intensives Arbeiten im Schülerexperiment ungeeignet, vor allem auf den Einsatz von Stoffen, die ätzende Gase und Dämpfe abgeben, sollte verzichtet werden.

Dagegen bieten Lehrmittelfirmen und Chemikalienlieferanten eine Reihe interessanter Sammlungen von Riech- und Aromastoffen für den Einsatz im Unterricht.

*Zum Beispiel bietet die Fa. Aug. Hedinger / Stuttgart folgendes Set an:*

25 Substanzen in 10 ml- bzw. 5 ml-Fläschchen im Holzblock

### **Gruppe A: Ester, Aldehyde, Ketone und sonstige**

darunter Ethyl-, Propyl- und Amylacetat, Methyl-, Ethyl-, Amyl- und Benzylbutyrat, Anisaldehyd, Methyl-Jonon, Benzaldehyd, Diacetyl, Trans-2-Hexenal und Vanillin, Zimtaldehyd, Buttersäure.

### **Gruppe B: Ätherische Öle künstlicher und natürlicher Herkunft**

Darunter Anis- und Korianderöl, Geranium-, Nelken- und Neroliöl, Rosen-, Zimtrinden- und Zitronenöl.

### **Gruppe C: Parfümöle, aus vielen einzelnen Duftbausteinen komponierte Duftbasen**

„Apfel“, Chanel-Typ, „Charmille“, „Flieder“, Opium-Typ.

Ähnliche Sammlungen lassen sich auch leicht selbst zusammenstellen, zumal viele ätherischen Öle und Parfümöle im Drogeriefachhandel und in Naturkosmetik-Läden erhältlich sind. Synthetische Präparate wie Ester, Aldehyde, Ketone und Terpenkohlenwasserstoffe sind über den Fachhandel zu beziehen.

## Lesetexte: Geruchswelten in der Literatur (Material 2)

Patrick Süskind hat wie kein anderer Romancier zuvor die Gerüche der Dinge und die Duftwahrnehmungen des Menschen in den Mittelpunkt eines Kriminalromans gestellt. Gleich am Anfang führt er in die Pariser Geruchswelt des 17./18. Jahrhunderts ein:

*Zu der Zeit, von der wir reden, herrschte in den Städten ein für uns moderne Menschen kaum vorstellbarer Gestank. Es stanken die Straßen nach Mist, es stanken die Hinterhöfe nach Urin, es stanken die Treppenhäuser nach fauligem Holz und nach Rattendreck, die Küchen nach verdorbenem Kohl und nach Hammelfett; die ungelüfteten Stuben stanken nach muffigem Staub, die Schlafzimmer nach fettigen Laken, nach feuchten Federbetten und nach dem stechend süßen Duft der Nachttöpfe. Aus den Kaminen stank der Schwefel, aus den Gerbereien stanken die ätzenden Laugen, aus den Schlachthöfen stank das geronnene Blut. Die Menschen stanken nach Schweiß und nach ungewaschenen Kleidern; aus dem Mund stanken sie nach verrotteten Zähnen, aus ihren Mägen nach Zwiebelsaft, und an den Körpern, wenn sie nicht mehr ganz jung waren, nach altem Käse und nach saurer Milch und nach Geschwulstkrankheiten. Es stanken die Flüsse, es stanken die Plätze, es stanken die Kirchen, es stank unter den Brücken und in den Palästen. Der Bauer stank wie der Priester, der Handwerksgeselle wie die Meistersfrau, es stank der gesamte Adel, ja sogar der König stank, wie ein Raubtier stank er, und die Königin wie eine alte Ziege, sommers wie winters. Denn der zersetzenden Aktivität der Bakterien war im achtzehnten Jahrhundert noch keine Grenze gesetzt, und so gab es keine menschliche Tätigkeit, keine aufbauende und keine zerstörende, keine Äußerung des aufkeimenden oder zerfallenden Lebens, die nicht von Gestank begleitet gewesen wäre. (Süskind, Patrick: Das Parfüm. Zürich: Diogenes 1985 S.5/6)*

In diese duftende Welt hineingeboren wird Grenouille, ein Mensch mit außergewöhnlichem Geruchssinn, der sich schon in jungen Jahren bei verschiedenen Lehrmeistern die Geheimnisse der handwerklichen Kosmetika- und Duftstoffgewinnung aneignet ...

*Und so ließ er sich denn willig unterweisen in der Kunst des Seifenkochens aus Schweinefett, des Handschuhnähens aus Waschleder, des Pulvermischens aus Weizenmehl und Mandelkleie und gepulverten Veilchenwurzeln. Rollte Duftkerzen aus Holzkohle, Salpeter und Sandelholzspänen. Presse orientalische Pastillen aus Myrrhe, Benzoe und Bernsteinpulver. Knetete Weihrauch, Schellack, Vetiver und Zimt zu Räucherkügelchen. Siebte und spatelte Poudre Impériale aus gemahlener Rosenblättern, Lavendelblüte, Kaskarillarinde. Rührte Schminken, weiß und aderblau, und formte Fettstifte, karmesinrot, für die Lippen. Schlämmte feinstes Fingernagelpulver und Zahnkreiden, die nach Minze schmeckte. (...)*

*Mit besonderem Eifer war er hingegen bei der Sache, wenn Baldini ihn im Anfertigen von Tinkturen, Auszügen und Essenzen unterwies. Unermüdet konnte er Bittermandelkerne in der Schraubenpresse quetschen oder Moschuskörner stampfen oder fette graue Amberknollen mit dem Wiegemesser hacken oder Veilchenwurzeln raspeln, um die Späne in feinstem Alkohol zu digerieren. Er lernte den Gebrauch des Scheidetrichters kennen, mit welchem man das reine Öl gepresster Limonenschalen von der trüben Rückstandsbrühe trennte. Er lernte Kräuter und Blüten zu trocknen, auf Rosten in schattiger Wärme, und das raschelnde Laub in wachsversiegelten Töpfen und Truhen zu konservieren. Er erlernte die Kunst, Pomaden auszuwaschen, Infusionen herzustellen, zu filtrieren, zu konzentrieren, zu klarifizieren und zu rektifizieren.(ebd., S. 122 f.)*

**Arbeitsblatt: „Nasen“ gefragt. (Material 3)**

**Riechen als Beruf**

In vielen gewerblichen und industriellen Bereichen sind Spürnasen gefragt. Bei der Erzeugung von hochwertigen Nahrungs- und Genussmitteln ist die Nase bzw. der Geruchssinn der Mitarbeiter ein wertvolles und kaum durch Maschinen oder Geräte ersetzbares Instrument, mit dem die Rohstoffe ausgewählt und sortiert, der Produktionsprozess überwacht und die Qualität der Endprodukte ständig kontrolliert werden.

Die hohe Kunst des Riechens aber vollzieht sich in der mittlerweile bedeutenden Branche der Parfüm- und Aroma-Industrie. Hier arbeiten meist in der Verborgenheit kleiner Labors die Parfümeure, branchenintern auch als „Nasen“ bezeichnet, jene Künstler, die mit außergewöhnlichen Fähigkeiten der Geruchswahrnehmung, -differenzierung und mit einem sehr guten Duftgedächtnis begabt sind. Als Chemiker kennen sie die Strukturen und Reaktionen der Duftbausteine, also auch ihr Gegen- und Miteinander bei den Duftkompositionen. Als Biologen kennen sie sich in der Physiologie des Riechens und Schmeckens aus. Als Künstler aber verstehen sie es, Duft- und Aromavorstellungen aus einer inneren Empfindung heraus in konkrete Präparate umzusetzen, durch geduldiges Ausprobieren und sauberes Arbeiten, mit vorkomponierten Duftbasen und Hunderten einzelner Duftbausteine.

Vom Wassermeister bis zum Klärwärter, vom Schornsteinfeger bis zum Limnologen, auch im Umweltsektor und in der ökologischen Forschung gibt es Berufe, in denen Spürnasen gefragt sind. Eine ganze Reihe gasförmiger und flüssiger Schadstoffe können in Luft, Wasser und Boden anhand des charakteristischen Geruchs aufgespürt werden. Allerdings ersetzen diese Wahrnehmungen nicht eine genaue analytische Vorgehensweise mit definierter Probennahme und geeigneten maßanalytischen Verfahren. Die Nase kann höchstens Anhaltspunkte oder Verdachtsmomente für bestimmte Stoffeinträge in die Umwelt liefern.

**Übung: Wir untersuchen den Geruch von Wasserproben**

Aus Bächen, Flüssen, Tümpeln und Fischteichen, aber auch aus Brunnen, Regenwassertonnen und anderen Wasseransammlungen werden in sauber gespülten Flaschen Wasserproben mit in die Schule gebracht und in nummerierte Bechergläser (100 ml) verteilt.

Welche Wasserprobe lässt sich welcher Duftnuance zuordnen?

<b>Geruch:</b>	frisch		muffig		jauchig	
	erdig		faulig		chemisch	
	torfig		fäkalartig		brackig	

Erläuterung: Reines Wasser hat keinen Eigengeruch. Aber es trägt bisweilen zahlreiche Inhaltsstoffe, die ihren unverkennbaren Geruch verströmen. Schon die Begriffe für die Geruchsnuancen verraten, woher die Duftfracht in das Gewässer gelangt sein kann. Gerade bei chemischen Verunreinigungen treffen Experten manchmal noch viel genauere Aussagen über den Geruch (... lösemittelartig, ... petrochemisch, ... phenolartig usw.).