# Reinstoffe erkennen

Einleitung

Auf molekularer Ebene unterscheiden sich Reinstoffe dadurch, dass sie unterschiedliche kleinste Teilchen aufweisen. Diese kleinsten Teilchen können Atome, Moleküle, ein- oder mehratomige Ionen sein. Auf der Ebene unserer Erfahrungswelt unterscheidet man verschiedene Reinstoffe aufgrund ihrer messbaren und beobachtbaren Eigenschaften. Um einen Reinstoff zu charakterisieren und zu identifizieren bestimmt man einige seiner Eigenschaften. Die Anzahl und Auswahl von Eperimenten kann von Stoff zu Stoff variieren. Ein geschicktes Vorgehen führt oft rascher zum Ziel.   
Folgende Eigenschaften können in Labor-Experimenten ermittelt werden:

|  |  |
| --- | --- |
| • Geruch | • Farbe |
| • Schmelzpunkt | • Siedepunkt |
| • Löslichkeit in diversen Lösungsmitteln | • Dichte |
| • Verhalten beim Erhitzen | • Brennbarkeit |
| • elektrische Leitfähigkeit | • Geschmack (**nicht praktiziert, da ev. giftig**) |

Ziele

* Stoffeigenschaften kennen und Stoffe nach Eigenschaften sortieren
* analytisches Denken und experimentelle Methoden zur Stoffeinteilung anwenden
* richtiges Ablesen des Volumenpegels bei Messzylindern
* Reinstoffe und Gemische unterscheiden
* molekulare Stoffe von ionischen Stoffen unterscheiden
* ionische Stoffe nach deren Siedepunkte einordnen

Experimenteller Teil

Unbekannte Substanzen **A - I** (9 Reinstoffe) sollen mittels geeigneter experimenteller Untersuchungen richtig identifiziert und beschriftet werden. Sie lernen, wie messbare und beobachtbare Eigenschaften von Reinstoffen in Versuchen gezielt ausgenutzt werden und dadurch die Unter­scheidung und das Erkennen von Stoffen erlauben.

Folgende Reinstoffe sind in den Flaschen (**A** - **I**) enthalten.

Ordnen Sie diese aufgrund der Stoffeigenschaften den folgenden Stoffen zu:

- Kupfersulfat Pentahydrat - Ethanol

- Saccharose - Heptan

- Salicylsäure - Naphthalin

- Toluol - Natriumchlorid

- Wasser

*Tabelle 1*: Zusammenstellung der Literaturdaten

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Reinstoff** | **Literaturwerte ausgewählter Eigenschaften** | | | | | | |
|  | **Summenformel/**  **Strukturformel** | **Molmasse**  **(g/mol)** | **Tm /Tb**  **( ........... )** | **Aggregats-**  **Zustand**  **\*** | **Dichte**  **( ........... )** | **Löslichkeit**  **in H2O** | **Besondere Eigenschaften**  **(Farbe, Geruch, …)** |
| Ethanol |  | 46.07 | -114/ 78 | liquid (l) | 0.79 | ++ | Geruch wie Brennsprit |
| Heptan |  | 100.21 | -91/ 98 | l | 0.68 | - | Geruch vergleichbar mit Benzin |
| Naphthalin |  | 128.17 | 80/ 218 | solid (s) | 1.14 | - | Leicht reizender Geruch < (Achtung!) |
| Natriumchlorid | NaCl | 58.44 | 801/ 1465 | s | 2.17 | + | weiss |
| Kupfersulfat Pentahydrat | CuSO4∙(H2O)5 | 249.69 | Nach Merck nicht anwendbar | s | 2.284 | + | blau |
| Saccharose |  | 342.3 | 186/ ----- | s | 1.57 | ++ | weiss |
| Salicylsäure |  | 138.12 | 158.3/ 211 | s | 1.44 | - | weiss |
| Toluol |  | 92.14 | -95/ 111 | l | 0.87 | - | Geruch vergleichbar mit Benzin |
| Wasser |  | 18 | 0/ 100 | l | 1 | ++ | Geruch neutral |

**\* =** Standardbedingungen: 25°C, 1013 hPa (Umgebungsdruck) Tm = Schmelztemperatur / Tb = Siedetemperatur

**Vorgehen**

1. Teilen Sie alle Reinstoffe in die Aggregatszustände bei RT (= Raumtemperatur) ein:

*fest flüssig*

Naphthalin Ethanol

Natriumchlorid Heptan

Kupfersulfat Pentahydrat Toluol

Saccharose Wasser

Salicylsäure

3. Prüfen Sie nun für jede Stoffgruppe die Löslichkeit in Wasser:

Geben Sie in ein Reagenzglas deionisiertes Wasser 5 cm hoch. Geben Sie bei Feststoffen eine kleine Spatel zu, bei Flüssigkeiten eine Pasteurpipette. Schliessen Sie mit einem Gummistopfen und schütteln Sie.

Resultate:

Feststoffe: löslich: C,F, I unlöslich: B, H

Flüssigkeiten: löslich: A, G unlöslich: D, E

Tragen Sie Ihre Resultate in Tabelle 2 ein.

Welche Stoffe lassen sich aufgrund des Aggregatzustandes, der Löslichkeit und evtl. besonderer Eigenschaften schon eindeutig identifizieren?

1. individuelle Angaben

……………………………………………………………………………………………………………..………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………….

4. Bestimmen Sie für die noch nicht identifizierten Flüssigkeiten die Dichte.

Dazu haben Sie einen 10 ml Messzylinder und eine Waage zur Verfügung.

Überlegen Sie ein geeignetes Vorgehen

Resultate:

1. Anhand Tabelle
2. Heptan(E) kleinere Dichte als Toluol (D)
3. Ethanol (A) kleinere Dichte als Wasser (G)

Sie sollten nun alle flüssigen Stoffe zugeordnet haben.

Die noch nicht identifizierten Feststoffe können anhand ihres chemischen Verhaltens mit den folgenden Experimenten näher untersucht werden.  
Dazu müssen die Stoffe zum Teil in Wasser gelöst werden.  
Führen Sie diese Tests nur für die Stoffe durch, bei welchen die eindeutige Unterscheidung aufgrund von messbaren Eigenschaften (z.B. Löslichkeit) schwierig bis unmöglich ist.

Diese Tests werden in sauberen Reagenzgläsern (RG’s) durchgeführt.

* a) Lösungen von chloridhaltigen Salzen ergeben mit einigen Tropfen Silber(I)-nitrat-Lösung (AgNO3-Lsg.) einen Niederschlag von schwer- löslichem Silber(I)-chlorid (AgCl).
* b) Erhitzt man vorsichtig in einem Reagenzglas Salze, die Kristallwasser enthalten, so kann man im oberen Teil des Reagenzglases an der Wand Kondenswasser beobachten.
* c) Saccharose wird bei vorsichtigem Erhitzen bräunlich und entwickelt   
   einen typischen Caramel-Geruch.
* d) Eine wässrige Lösung von Salicylsäure, die nur sehr wenig löslich ist, färbt ein pH-Universalindikator-Papier gelb bis rot, weil die Lösung   
   sauer ist.

*Tabelle 2:* Eintrag der tatsächlich **gemessenen** Werte (zur Übersicht):

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Probe** | **Gemessene Eigenschaft** | | * **Tests (bei festen Stoffen):**   **Chemisches Verhalten** | | | |
|  | H2O-  Löslichkeit | Dichte | a) | b) | c) | d) |
| **A** | JA |  |  |  |  |  |
| **B** | NEIN |  | NEIN | NEIN | NEIN | NEIN |
| **C** | JA |  | NEIN | NEIN | JA | NEIN |
| **D** | NEIN |  |  |  |  |  |
| **E** | NEIN |  |  |  |  |  |
| **F** | JA |  | JA | NEIN | NEIN | NEIN |
| **G** | JA |  |  |  |  |  |
| **H** | NEIN |  | NEIN | NEIN | NEIN | JA |
| **I** | JA |  | NEIN | JA | NEIN | NEIN |

**Entsorgung**

• Proben, die einem Test mit Silber(I)-nitrat-Lösung unterzogen wurden, müssen in die Flasche für Silber-Abfälle gegeben werden.

• Wasser, Ethanol, Saccharose und Natriumchlorid können unter Nachspülen mit Leitungswasser in den Abguss gegeben werden.

• Heptan und Toluol werden zusammengegossen. In diesem Gemisch löst man die Salicylsäure und das Naphthalin auf. Die entstandene Lösung wird in den Kanister für nicht halogenhaltige organische Abfälle (blaue angehängte Etikette) gegeben.

• Kupfersulfat wird im Abfall für anorganische Stoffe mit Schwermetallen entsorgt.

Auswertung / Aufgaben

Nun können Sie die zehn Verbindungen den Buchstaben **A - I** zuordnen!

**A** Ethanol **F** Natriumchlorid

**B** Naphthalin **G** Wasser

**C** Saccharose **H** Salicylsäure

**D** Toluol **I** Kupfersulfat (Pentahydrat

**E** Heptan

**Fragen**

1. Warum können messbare und beobachtbare (spezifische) Eigenschaften nur für Reinstoffe angegeben werden, und nicht auch für Gemische?

Nur Reinstoffe weisen konstante spezifische Eigenschaften auf, die allerdings von den äusseren Bedingungen abhängig sind. Bei Gemischen ändern diese Eigenschaften mit der prozentualen Zusammensetzung bezüglich der einzelnen Komponenten.

1. Warum ist die Nennung des Aggregatzustandes eines Reinstoffes ohne zusätzliche Angabe keine spezifische Eigenschaft?

Der Aggregatszustand eines Stoffs hängt von der Temperatur ab. Somit müsste die Temperatur mit angegeben werden (z.B. Raumtemperatur)

Die bessere Angabe ist jedoch die Schmelz-/Siedetemperatur Tm, Tb , die einen Stoff besser charakterisiert als der Aggregatszustand, bei dem ja nur drei Angaben möglich sind (fest, flüssig, gasförmig)

1. Warum ist streng genommen auch die Angabe der Siedetemperatur eines Reinstoffes für sich allein keine spezifische Eigenschaft? Was muss zusätzlich auch noch angegeben werden?

Der Siedepunkt eines Reinstoffes ist abhängig vom Druck: Je grösser der Druck, desto höher ist auch die Siedetemperatur. Deshalb muss mit der Siedetemperatur auch der Druck angegeben werden.

Fehlt die Angabe, gilt in der Regel die stillschweigende Abmachung, dass sich die Angabe auf Normalbedingungen bezieht (1 atm =1013.105 Pa)

1. Warum haben Salze üblicherweise einen viel höheren Schmelzpunkt als die meisten Molekülverbindungen (flüchtige Stoffe)?

In alzen herrschen zwischen den geladenen Ionen wesentlich stärkere Anziehungskräfte als zwischen den Molekülen (zwischenmolekulare Kräfte: VdW-Kräfte, Dipolkräfte und H-Brücken)

1. Welches Salz hat wohl den höheren Schmelzpunkt: Calciumoxid oder Natriumacetat? Begründen Sie! Überprüfen Sie Ihre Vermutung anhand von Literaturdaten.

Calciumoxid: CaO

Natriumacetat: NaCH3COO

Calciumoxid hat den höheren Schmelzpunkt als Natriumacetat – aus zwei Gründen:

1. Die Ionenladungen sind grösser als bei Natriumacetat

2. Die Ionenradien sind kleiner als bei Natriumacetat

Der Schmelzpunkt von Salzen wird durch die Gitterenergie bestimmt, d.h. durch die Anziehungskräfte zwischen den Ionen, die beim Schmelzen überwunden werden müssen.

Literatur-Werte: Smp. (CaO) = 2600 °C

Smp. (NaCH3COO) = 324 °C