



## Station 1 – Ist Wasser ein Dipol-Molekül?

### **AUFGABEN:**

1. Führen Sie das Experiment laut Anleitung durch!
2. Ergänzen Sie das Protokoll zum Experiment! Sie können die Versuchsanleitung mit einer Schere entsprechend zurechtschneiden und gegebene Informationen in das Protokoll einkleben.

### **Frage**

- Ist Wasser ein Dipol-Molekül?

### **Theoretische Vorüberlegungen**

- Definieren Sie den Begriff „elektrostatische Anziehungskräfte“!
- Erklären Sie den Aufbau des Wassermoleküls!
- Zusatzinformation: Reibt man einen Glasstab an einem Katzenfell, so lädt sich dieser positiv auf. Reibt man einen Kunststoffstab an Wolle, so lädt sich dieser negativ auf.

### **Hypothese**

- Lesen Sie sich die Versuchsdurchführung durch!
- Verknüpfen Sie die Zusatzinformation der theoretischen Vorüberlegungen mit Ihren Kenntnissen über den Aufbau des Wassermoleküls.
- Formulieren Sie eine Hypothese, indem Sie in einem Wenn-dann-Satz aufschreiben, was Ihrer Meinung nach passieren wird! („Wenn man..., dann...“)
- Es ist nicht schlimm, wenn Ihre Vermutung falsch ist und durch das Experiment widerlegt wird. Ein solches Ergebnis ist nämlich genau so richtig wie die Bestätigung einer richtigen Vermutung. Die Schreibarbeit ist auch gleich, denn die Bestätigung einer Hypothese muss ebenso begründet werden wie die Widerlegung einer Hypothese.

### **Planung**

- Fertigen Sie mit Hilfe der Material- und Chemikalienliste eine beschriftete Skizze des Versuchsaufbaus an! Die beiden Experimente können in einer Darstellung kombiniert werden.
- Materialliste: Auslaufbürette, Becherglas, Stativ und Stativklammern, Glasstab, Kunststoffstab, Katzenfell, Wolle
- Chemikalien: Leitungswasser

### **Durchführung**

- Befestigen Sie die Auslaufbürette ca. 30 cm über der Tischoberfläche am Stativ und füllen Sie diese mit Leitungswasser.
- Stellen Sie das Becherglas unter die Bürette.
- Reiben Sie im ersten Durchgang mit dem Katzenfell am Glasstab, drehen Sie dann die Bürette auf und halten Sie den Glasstab neben den auslaufenden Wasserstrahl.
- Wiederholen Sie den Durchgang mit dem Kunststoffstab, den Sie an der Wolle gerieben haben.
- Machen Sie Ihren Arbeitsplatz trocken. Das Wasser kann in den Ausguss geschüttet werden.

### **Beobachtung**

- Halten Sie Ihre Beobachtungen stichwortartig oder in Tabellenform fest!
- In den Beobachtungen wird nur das aufgeschrieben, was man sieht, fühlt, riecht, misst, usw. Sämtliche Erklärungen gehören in den Abschnitt „Erklärungen“. Denn vielleicht begründet eine andere Person die gleichen Phänomene anders.

### **Erklärung**

- Erklären Sie die Phänomene unter Beachtung der im Folgenden aufgeführten Punkte!
- Wurde Ihre Hypothese widerlegt oder bestätigt? An welchen Beobachtungen machen Sie dies fest?
- Erklären Sie das Phänomen! Warum erfolgt die Ablenkung des Wasserstrahls immer in Richtung des Stabes, egal ob dieser nun positiv oder negativ aufgeladen ist? Sie können sich bei der Erklärung Arbeit sparen, wenn sie sich auf ihre theoretischen Grundlagen beziehen – vorausgesetzt, dass Sie dort alle notwendigen Informationen begründet dargestellt haben.
- Beantworten Sie die einleitende Frage!



## Station 2 – Temperaturveränderungen beim Lösen von Stoffen in Wasser

### AUFGABEN:

1. Führen Sie das Experiment laut Anleitung durch!
2. Ergänzen Sie das Protokoll zum Experiment! Sie können die Versuchsanleitung mit einer Schere entsprechend zurechtschneiden und gegebene Informationen in das Protokoll einkleben.

### Thema

- Beim Lösen von Stoffen in Wasser kann es zu Temperaturveränderungen kommen

### Theoretische Vorüberlegungen

- Definieren Sie die Begriffe „Hydratisierungsenergie“ und „Gitterenergie“!
- Erklären Sie den Vorgang des Löseprozesses von Salzen in Wasser!

### Hypothese

- Lesen Sie sich die Versuchsdurchführung durch!
- Verknüpfen Sie Ihre theoretischen Vorüberlegungen mit dem geplanten Versuchsablauf.
- Formulieren Sie zu jedem Experiment je eine Hypothese, indem Sie in Wenn-dann-Sätzen aufschreiben, was Ihrer Meinung nach passieren wird! („Wenn man..., dann...“)
- Es ist nicht schlimm, wenn Ihre Vermutungen falsch sind und durch das Experiment widerlegt werden. Solche Ergebnisse sind nämlich genau so richtig wie Bestätigungen von richtigen Vermutungen. Die Schreibearbeit ist auch gleich, denn die Bestätigung einer Hypothese muss ebenso begründet werden wie die Widerlegung einer Hypothese.

### Planung

- Fertigen Sie mit Hilfe der Material- und Chemikalienliste eine beschriftete Skizze des Versuchsaufbaus an! Die beiden Experimente können in einer Darstellung kombiniert werden.
- Materialliste: Schutzbrillen, Bechergläser, Glasstäbe, Thermometer, Spatellöffel
- Chemikalien: Leitungswasser, Ammoniumnitrat, Natriumhydroxidplättchen [C]

### Durchführung

- Setzen Sie die Schutzbrillen auf!
- Befüllen Sie zwei Bechergläser halb mit Leitungswasser!
- Messen Sie die Wassertemperaturen und notieren Sie diese in einer Beobachtungstabelle (Spalte „vorher“).
- Geben Sie mit je einem Spatellöffel Natriumhydroxid und Ammoniumnitrat in jeweils ein mit Wasser gefülltes Becherglas und rühren Sie mit dem Glasstab um. Bitte weder die Spatellöffel in die Lösungen eintauchen, noch mit den Thermometern umrühren.
- Messen Sie regelmäßig die Temperaturen. Wenn Sie eine Temperaturveränderung feststellen, so notieren Sie diese in der Beobachtungstabelle (Spalte „nachher“).
- Schütten Sie die Lösungen in den Ausguss. Machen Sie Ihren Arbeitsplatz trocken.
- Anmerkung: Natriumhydroxid ist stark ätzend. Nehmen Sie die Sicherheitsvorkehrungen ernst und entsorgen Sie nicht vollständig gelöste Natriumhydroxidplättchen im Waschbecken mit viel nachlaufendem Wasser. Achtung: Das Spritzwasser ist gefährlich für die Augen! Schutzbrille!



### Beobachtung

- Halten Sie Ihre Beobachtungen in Tabellenform fest!
- In den Beobachtungen wird nur das aufgeschrieben, was man sieht, fühlt, riecht, misst, usw. Sämtliche Erklärungen gehören in den Abschnitt „Erklärungen“. Denn vielleicht begründet eine andere Person die gleichen Phänomene anders.

### Erklärung

- Erklären Sie die Phänomene unter Beachtung der im Folgenden aufgeführten Punkte!
- Wurde Ihre Hypothese widerlegt oder bestätigt? An welchen Beobachtungen machen Sie dies fest?
- Erklären Sie die Phänomene in Textform sowie unter Verwendung einer schematischen Darstellung! Sie können sich bei der Erklärung Arbeit sparen, wenn sie sich auf ihre theoretischen Grundlagen beziehen – vorausgesetzt, dass Sie dort alle notwendigen Informationen begründet dargestellt haben.



## Station 3 – Tropfenbildung von kaltem und erhitztem Wasser

### **AUFGABEN:**

1. Führen Sie das Experiment laut Anleitung durch!
2. Ergänzen Sie das Protokoll zum Experiment! Sie können die Versuchsanleitung mit einer Schere entsprechend zurechtschneiden und gegebene Informationen in das Protokoll einkleben.

### **Frage**

- Welchen Einfluss hat die Temperatur auf die Tropfenbildung?

### **Theoretische Vorüberlegungen**

- Definieren Sie die Begriffe „Kohäsionskräfte“, „Wasserstoffbrücken“, „Oberflächenspannung“ und „Aggregat“!
- Erklären Sie in Textform sowie unter Verwendung einer geeigneten Skizze, weshalb sich Wassermoleküle zu runden Tropfen zusammenlagern und weshalb sich bei höheren Temperaturen weniger Wassermoleküle zu Aggregaten zusammenlagern können als bei kühleren Temperaturen!

### **Hypothese**

- Lesen Sie sich die Versuchsdurchführung durch!
- Verknüpfen Sie Ihre theoretischen Vorüberlegungen mit dem geplanten Versuchsablauf.
- Formulieren Sie eine Hypothese, indem Sie in einem Wenn-dann-Satz aufschreiben, was Ihrer Meinung nach passieren wird! („Wenn man..., dann...“)
- Es ist nicht schlimm, wenn Ihre Vermutungen falsch sind und durch das Experiment widerlegt werden. Solche Ergebnisse sind nämlich genau so richtig wie Bestätigungen von richtigen Vermutungen. Die Schreibearbeit ist auch gleich, denn die Bestätigung einer Hypothese muss ebenso begründet werden wie die Widerlegung einer Hypothese.

### **Planung**

- Fertigen Sie mit Hilfe der Material- und Chemikalienliste beschriftete Skizzen der Versuchsaufbauten an!
- Materialliste: Schutzbrillen, Bunsenbrenner, Streichhölzer, Dreifuß, Keramiknetz, Bechergläser, Thermometer, Trichter, Auslaufbürette, Stativ mit Stativklammern
- Chemikalien: Leitungswasser

### **Durchführung**

- Setzen Sie die Schutzbrillen auf! Immer wenn man Glasgefäße erhitzt, können diese zerspringen. Besonders dann, wenn sie schon öfter gespült und in Kisten gelagert wurden.
- Befüllen Sie die Bechergläser 1 und 2 zu zwei Drittel mit Leitungswasser.
- Messen Sie die Wassertemperatur in Becherglas 1 und erhitzen Sie das Wasser in Becherglas 2 mit auf ca. 60 °C.
- Geben Sie das kalte Wasser aus Becherglas 1 in die Bürette und lassen Sie es langsam austropfen. Notieren Sie Temperatur, Tropfengestalt und Tropfengröße. Wiederholen Sie diesen Ablauf mit dem erhitzten Wasser aus Becherglas 2.



### **Beobachtung**

- Halten Sie Ihre Beobachtungen in Tabellenform fest!
- In den Beobachtungen wird nur das aufgeschrieben, was man sieht, fühlt, riecht, misst, usw. Sämtliche Erklärungen gehören in den Abschnitt „Erklärungen“. Denn vielleicht begründet eine andere Person die gleichen Phänomene anders.

### **Erklärung**

- Erklären Sie die Phänomene unter Beachtung der im Folgenden aufgeführten Punkte!
- Wurde Ihre Hypothese widerlegt oder bestätigt? An welchen Beobachtungen machen Sie dies fest?
- Erklären Sie die Phänomene in Textform sowie unter Verwendung einer schematischen Darstellung! Sie können sich bei der Erklärung Arbeit sparen, wenn sie sich auf ihre theoretischen Grundlagen beziehen – vorausgesetzt, dass Sie dort alle notwendigen Informationen begründet dargestellt haben.
- Beantworten Sie die einleitende Frage!



## Station 4 – Dichteanomalie des Wassers

### AUFGABEN:

1. Führen Sie das Experiment laut Anleitung durch!
2. Ergänzen Sie das Protokoll zum Experiment! Sie können die Versuchsanleitung mit einer Schere entsprechend zurechtschneiden und gegebene Informationen in das Protokoll einkleben.

### Thema

- Dichteanomalie des Wassers

### Theoretische Vorüberlegungen

- Definieren Sie die Begriffe „Aggregatzustand“, „Dichte“ und „Wasserstoffbrücken“!
- Erklären Sie anhand des Teilchenmodells, weshalb Wasserdampf eine geringere Dichte hat als flüssiges Wasser!
- Erklären Sie, weshalb normalerweise flüssige Stoffe (z.B. erhitzte Metalle) eine geringere Dichte haben als in ihrer Festform!

### Hypothese

- Lesen Sie sich die Versuchsdurchführung durch!
- Verknüpfen Sie Ihre theoretischen Vorüberlegungen mit dem geplanten Versuchsablauf.
- Formulieren Sie eine Hypothese, indem Sie in einem Wenn-dann-Satz aufschreiben, was Ihrer Meinung nach passieren wird! („Wenn man..., dann...“)
- Es ist nicht schlimm, wenn Ihre Vermutungen falsch sind und durch das Experiment widerlegt werden. Solche Ergebnisse sind nämlich genau so richtig wie Bestätigungen von richtigen Vermutungen. Die Schreibearbeit ist auch gleich, denn die Bestätigung einer Hypothese muss ebenso begründet werden wie die Widerlegung einer Hypothese.

### Planung

- Materialliste: Molekülbau-Koffer

### Durchführung

- Mit dem Molekülbaukasten lassen sich dreidimensionale Molekülstrukturen nachbilden. Die modellierten Teilchen lassen sich nur in bestimmten Konstellationen verknüpfen, weil sie entsprechend ihrer Stellung im Periodensystem der Elemente (PSE) nur eine bestimmte Anzahl an Verknüpfungspunkten (für Elektronenpaarbindungen zur Verfügung stehende Valenzelektronen) besitzen. Das hat zur Folge, dass wenn man Wassermoleküle mit den dafür vorgesehenen Atomnachbauten nachbildet (Sauerstoff – rot; Wasserstoff – weiß), man Moleküle aus maximal drei Atomen erhält. Zum Nachbau von Eiskristallen müsste man Klebstoff verwenden, was wir aber aus Rücksicht auf die Umwelt nicht machen. Wir werden dies mit Hilfe von anderen Atomnachbauten (z.B. dreiwertige Atome) versuchen und so neben den Atomen und Bindungen des Wassermoleküls auch die Wasserstoffbrücken zwischen den verschiedenen Wassermolekülen nachbauen.
- Bauen Sie einmal einzelne Wassermoleküle nach und simulieren Sie anhand dieser flüssiges Wasser. Bauen Sie zudem mit Hilfe anderer Atomnachbauten Eiskristalle nach. Vergleichen Sie!

### Beobachtung

- Halten Sie Ihre Beobachtungen, die Volumina im Vergleich, in einer Tabelle fest!
- In den Beobachtungen wird nur das aufgeschrieben, was man sieht, fühlt, riecht, misst, usw. Sämtliche Erklärungen gehören in den Abschnitt „Erklärungen“. Denn vielleicht begründet eine andere Person die gleichen Phänomene anders.

### Erklärung

- Erklären Sie die Phänomene unter Beachtung der im Folgenden aufgeführten Punkte!
- Wurde Ihre Hypothese widerlegt oder bestätigt? An welchen Beobachtungen machen Sie dies fest?
- Erklären Sie das Phänomen der Dichteanomalie von Wasser. Sie können sich bei der Erklärung Arbeit sparen, wenn sie sich auf ihre theoretischen Grundlagen beziehen – vorausgesetzt, dass Sie dort alle notwendigen Informationen begründet dargestellt haben.
- Diskutieren Sie kritisch! Listen Sie die Vor- und Nachteile des Modellnachbaus auf! Wo funktioniert das Modell gut, wo „lügt“ es? Eignet sich der Modellbaukasten zum Erklären des Phänomens?



## Station 5 – Zusatzstation: Dichte von Salzlösungen

### AUFGABEN:

1. Führen Sie das Experiment laut Anleitung durch!
2. Ergänzen Sie das Protokoll zum Experiment! Sie können die Versuchsanleitung mit einer Schere entsprechend zurechtschneiden und gegebene Informationen in das Protokoll einkleben.

### Frage

- Haben Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen unterschiedliche Dichten?

### Theoretische Vorüberlegungen

- Definieren Sie die Begriffe „Salzlösung“ und „Dichte“!
- Erklären Sie, weshalb ein Ei die gleiche Dichte haben kann wie eine Salzlösung, obwohl es aus mehreren Stoffen verschiedener Dichten zusammengesetzt ist!
- **Vorexperiment:** Füllen Sie in einen 100 ml-Messzylinder 50 ml Reis und in einen weiteren 100 ml-Messzylinder 50 ml Erbsen. Die beiden unterschiedlichen Stoffe simulieren Stoffe aus unterschiedlich großen Teilchen. Schütten Sie den Reis auf die Erbsen, halten Sie dann den Messzylinder mit einer Hand zu und schütteln Sie ihn. Betrachten Sie sich genau die Anordnung von Reiskörnern und Erbsen. Lesen Sie das Volumen ab!
- Erklären Sie, weshalb beim Lösen von Salzen in Wasser das resultierende Volumen nicht der Summe der Ausgangsvolumina entspricht! Was bedeutet das für die Dichte von Salzlösungen!
- Zusatzinformation: Die Dichte roher Eier ist etwas höher als die von Leitungswasser.

### Hypothese

- Lesen Sie sich die Versuchsdurchführung durch!
- Verknüpfen Sie Ihre theoretischen Vorüberlegungen mit dem geplanten Versuchsablauf.
- Formulieren Sie eine Hypothese, indem Sie in einem Wenn-dann-Satz aufschreiben, was Ihrer Meinung nach passieren wird! („Wenn man..., dann...“)

### Planung

- Materialliste: Becherglas, Spatellöffel, Glasstab
- Chemikalienliste: Zwei rohe Eier, Leitungswasser, Kochsalz

### Durchführung

- Legen Sie vorsichtig je ein Ei in ein Becherglas und befüllen Sie beide Bechergläser mit Leitungswasser, bis der Wasserstand ca. zwei Zentimeter über die Eier reicht.
- Geben Sie immer nur in eines der Bechergläser gehäufte Spatellöffel Kochsalz hinzu und rühren Sie mit dem Glasstab um. Zählen Sie die Anzahl der gehäuften Spatellöffel. Das Experiment ist beendet, wenn sich kein Salz mehr löst oder etwas mit dem Ei passiert.

### Beobachtung

- Halten Sie Ihre Beobachtungen fest!
- In den Beobachtungen wird nur das aufgeschrieben, was man sieht, fühlt, riecht, misst, usw. Sämtliche Erklärungen gehören in den Abschnitt „Erklärungen“. Denn vielleicht begründet eine andere Person die gleichen Phänomene anders.

### Erklärung

- Erklären Sie die Phänomene unter Beachtung der im Folgenden aufgeführten Punkte!
- Wurde Ihre Hypothese widerlegt oder bestätigt? An welchen Beobachtungen machen Sie dies fest?
- Erklären Sie das Phänomen! Sie können sich bei der Erklärung Arbeit sparen, wenn sie sich auf ihre theoretischen Grundlagen beziehen – vorausgesetzt, dass Sie dort alle notwendigen Informationen begründet dargestellt haben.
- Beantworten Sie die einleitende Frage!

**ZUSATZAUFGABE:** Durch die Straße von Gibraltar gibt es einen regen Wasseraustausch zwischen Atlantik und Mittelmeer. In der oberen Schicht strömt das Wasser in die eine Richtung, in der unteren Schicht in die andere Richtung.

Welches Wasser bewegt sich in welcher Schicht in welche Richtung? Recherche und Begründung!





## Station 5 – Zusatzstation: Dichte von Salzlösungen

### AUFGABEN:

3. Führen Sie das Experiment laut Anleitung durch!
4. Ergänzen Sie das Protokoll zum Experiment! Sie können die Versuchsanleitung mit einer Schere entsprechend zurechtschneiden und gegebene Informationen in das Protokoll einkleben.

### Frage

- Haben Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen unterschiedliche Dichten?

### Theoretische Vorüberlegungen

- Definieren Sie die Begriffe „Salzlösung“ und „Dichte“!
- Erklären Sie, weshalb ein Ei die gleiche Dichte haben kann wie eine Salzlösung, obwohl es aus mehreren Stoffen verschiedener Dichten zusammengesetzt ist!
- **Vorexperiment:** Füllen Sie in einen 100 ml-Messzylinder 50 ml Reis und in einen weiteren 100 ml-Messzylinder 50 ml Erbsen. Die beiden unterschiedlichen Stoffe simulieren Stoffe aus unterschiedlich großen Teilchen. Schütten Sie den Reis auf die Erbsen, halten Sie dann den Messzylinder mit einer Hand zu und schütteln Sie ihn. Betrachten Sie sich genau die Anordnung von Reiskörnern und Erbsen. Lesen Sie das Volumen ab!
- Erklären Sie, weshalb beim Lösen von Salzen in Wasser das resultierende Volumen nicht der Summe der Ausgangsvolumina entspricht! Was bedeutet das für die Dichte von Salzlösungen!
- Zusatzinformation: Die Dichte roher Eier ist etwas höher als die von Leitungswasser.

### Hypothese

- Lesen Sie sich die Versuchsdurchführung durch!
- Verknüpfen Sie Ihre theoretischen Vorüberlegungen mit dem geplanten Versuchsablauf.
- Formulieren Sie eine Hypothese, indem Sie in einem Wenn-dann-Satz aufschreiben, was Ihrer Meinung nach passieren wird! („Wenn man..., dann...“)

### Planung

- Materialliste: Becherglas, Spatellöffel, Glasstab
- Chemikalienliste: Zwei rohe Eier, Leitungswasser, Kochsalz

### Durchführung

- Legen Sie vorsichtig je ein Ei in ein Becherglas und befüllen Sie beide Bechergläser mit Leitungswasser, bis der Wasserstand ca. zwei Zentimeter über die Eier reicht.
- Geben Sie immer nur in eines der Bechergläser gehäufte Spatellöffel Kochsalz hinzu und rühren Sie mit dem Glasstab um. Zählen Sie die Anzahl der gehäuften Spatellöffel. Das Experiment ist beendet, wenn sich kein Salz mehr löst oder etwas mit dem Ei passiert.

### Beobachtung

- Halten Sie Ihre Beobachtungen fest!
- In den Beobachtungen wird nur das aufgeschrieben, was man sieht, fühlt, riecht, misst, usw. Sämtliche Erklärungen gehören in den Abschnitt „Erklärungen“. Denn vielleicht begründet eine andere Person die gleichen Phänomene anders.

### Erklärung

- Erklären Sie die Phänomene unter Beachtung der im Folgenden aufgeführten Punkte!
- Wurde Ihre Hypothese widerlegt oder bestätigt? An welchen Beobachtungen machen Sie dies fest?
- Erklären Sie das Phänomen! Sie können sich bei der Erklärung Arbeit sparen, wenn sie sich auf ihre theoretischen Grundlagen beziehen – vorausgesetzt, dass Sie dort alle notwendigen Informationen begründet dargestellt haben.
- Beantworten Sie die einleitende Frage!

**ZUSATZAUFGABE:** Durch die Straße von Gibraltar gibt es einen regen Wasseraustausch zwischen Atlantik und Mittelmeer. In der oberen Schicht strömt das Wasser in die eine Richtung, in der unteren Schicht in die andere Richtung.

Welches Wasser bewegt sich in welcher Schicht in welche Richtung? Recherche und Begründung!

