

Das Thema Wasser im Chemieanfangsunterricht - Von den Eigenschaften und der biologischen Bedeutung zur Struktur

R. Heimann

Dieser Beitrag ist erschienen in: R. Heimann: Das Thema Wasser im Chemieanfangsunterricht. Von den Eigenschaften und der biologischen Bedeutung zur Struktur. PdN-Chemie in der Schule 63 (2), 5-9 (2014)

1 Einleitung

Die im Folgenden dargestellte Unterrichtseinheit ist Teil eines größeren Konzepts für den Chemieunterricht, des Konzepts Chemie³. Chemie³ zielt schwerpunktmäßig auf drei Dimensionen ab: Chemie Verstehen, mit Chemie Naturphänomene erklären und mit Chemie naturwissenschaftliches Denken entwickeln. Diese drei Dimensionen lassen sich natürlich auch unabhängig voneinander in speziellen Unterrichtseinheiten und Lernmaterialien realisieren. Im Rahmen von Chemie³ sind sie als tragende Prinzipien in ein umfassendes Konzept integriert. Sie sollen nun kurz erläutert werden.

- Chemie Verstehen: Die Schülerinnen und Schüler sollen wesentliche Grundlagen der Chemie nicht nur kennen lernen und Wissen ansammeln, sondern ein echtes Verständnis wird angestrebt, was dann auch Erfolgserlebnisse nach sich zieht. Dabei werden Schülervorstellungen einbezogen und weiterentwickelt. Von Anfang an werden die Phänomene auf der submikroskopischen Ebene erklärt. Die zu erarbeitenden Inhalte sind aufeinander bezogen und miteinander vernetzt. Sie werden immer wieder aufgegriffen und zu neuen Inhalten in Beziehung gesetzt. Diese Dimension wird z.B. auch in [1, 2] realisiert.

- Mit Chemie Naturphänomene erklären: An vielen Stellen wird bei der Erarbeitung der chemischen Inhalte ein Bezug zu Naturphänomenen aus der belebten und der unbelebten Natur hergestellt. Diese können mit den chemischen Erkenntnissen erklärt werden. So wird erkennbar, wie das chemische Wissen hilft, unsere Umwelt besser zu verstehen. Fächergrenzen werden immer wieder punktuell überschritten. Diese Dimension wird z.B. auch im Rahmen des Konzepts "Chemie mit Bezug zur Natur" (z.B. in [3-5]) realisiert. Viele dieser Beispiele sind direkt in Chemie³ integriert oder integrierbar.

- Mit Chemie naturwissenschaftliches Denken entwickeln: Das naturwissenschaftliche Denken soll kontinuierlich gefördert werden. Zu diesem Zweck werden die Schülerinnen und Schüler zum einen von Anfang an angehalten, selbstständig zu denken, Experimente zu planen und angemessen auszuwerten, Hypothesen zu überprüfen und Modelle einzusetzen. Es findet also ein angeleiteter, problemorientierter Chemieunterricht statt. Zum anderen werden Aspekte des naturwissenschaftlichen Vorgehens und die Natur von Modellen auch thematisiert und bewusst gemacht. Diese Dimension wird z.B. auch im Rahmen kognitiv anspruchsvoller Stationenlernen (z.B. [6-7]) und im Rahmen von experimentellen Denkaufgaben (z.B. [8-9]) realisiert. Einige der dortigen Beispiele sind in Chemie³ integriert, weitere sind grundsätzlich integrierbar.

Das Konzept Chemie³ beachtet viele chemiedidaktische Prinzipien, wie die Berücksichtigung von Schülervorstellungen, die Integration von fächerübergreifenden und lebensnahen Inhalten und die Förderung von Kompetenzen. Der erste Abschnitt dieses Konzepts ist kein Konkurrenzkonzept zum START-Konzept [10], sondern setzt andere Akzente. Die Formelsprache und die damit verbundenen stöchiometrischen Betrachtungen stehen weniger im Mittelpunkt, dafür ist der Bezug zu Kontexten aus der Natur sehr stark ausgeprägt. Beide Konzepte lassen sich auch kombinieren.

Der Einstieg in die Chemie erfolgt wie in [10] über die Luft. Dann wird die Chemische Reaktion ausführlich erarbeitet, und daran schließt sich das Thema Wasser an. Die oft in Lehrplänen genannten Themen "Stoffe und ihre Eigenschaften" und "Stofftrennung" werden nicht separat behandelt, sondern sind in die genannten Themen integriert.

Die Materialien für das im Folgenden dargestellte Stationenlernen und die Versuchsvorschriften für die im Rahmen der Unterrichtseinheit verwendeten Versuche können bei der Verfasserin angefordert werden.

2 Das Konzept zum Themenbereich Wasser

Als Vorwissen bringen die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse zur Zusammensetzung der Luft und zu den Merkmalen der chemischen Reaktion (Abb. 1) mit. Außerdem kennen sie die Bedeutung chemischer Reaktionen für die Lebewesen. Neben der einfachen Teilchenvorstellung kennen sie auch das Dalton-Modell und haben damit bereits chemische Reaktionen erklärt. Die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur und der Konzentration der Ausgangsstoffe wurde mit dem einfachen Teilchenmodell gedeutet.

Beim Thema Wasser werden nun zuerst Vorkommen des Wassers im menschlichen Körper zusammengestellt. Dann wird ein Stationenlernen zu typischen Eigenschaften des Wassers durchgeführt. Die so kennen gelernten Eigenschaften werden genutzt, um die Wirkungsweise des Wassers im Körper und dessen Bedeutung für den Menschen zu verstehen. Weitere Eigenschaften des Wassers werden hinzugenommen und mit der einfachen Teilchenvorstellung erklärt. Die Tatsache, dass sich Wasser beim Gefrieren ausdehnt, führt allerdings zu einem kognitiven Konflikt, der durch Strukturbetrachtungen gelöst werden kann. Dem gehen Betrachtungen zur Zusammensetzung des Wassermoleküls und eine Einführung in die Formelsprache voraus.

2.1 Wasser - Grundlegende Eigenschaften und Bedeutung für den menschlichen Körper

Wasser ist für das Leben unverzichtbar. Der Mensch besteht zu 60-65 % aus Wasser. Bereits der Verlust von 15 % Wasser ist tödlich [11]. Zunächst wird zusammengestellt, wo im menschlichen Körper Wasser vorhanden ist. Viele Vorkommen werden von den Schülern genannt werden, weitere werden ggf. vom Lehrer ergänzt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Zusammenstellung noch keineswegs vollständig ist. Die Vorkommen werden auf einem Arbeitsblatt notiert (Abb. 2), wo später nach Untersuchung grundlegender Eigenschaften des Wassers festgehalten wird, welche Funktion das Wasser für den menschlichen Körper aufgrund welcher Eigenschaften ausüben kann.

Als Frage, der im Folgenden nachgegangen werden soll, wird festgehalten:

Welche Funktionen hat das Wasser im menschlichen Körper und aufgrund welcher Eigenschaften kann es diese Funktionen erfüllen?

Als ersten Schritt führen die Schüler ein Stationenlernen zu den Eigenschaften des Wassers durch. Die Versuche von zwei Stationen finden sich bei veränderten Auswertungsaufgaben auch in [7]. An Station 1 werden die Abkühlung beim Verdunsten von Wasser und das langsamere Abkühlen von Wasser gegenüber Luft (höhere Wärmekapazität des Wassers) experimentell ermittelt. Daraus wird die Bedeutung von Wasser für den Wärmehaushalt des Menschen abgeleitet, aber auch die ausgleichende Wirkung der Ozeane auf das Klima. Station 2 widmet sich der Frage nach der Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser (siehe auch [17]). In der Auswertung zu der Station wird deutlich, dass der in der Tränenflüssigkeit gelöste Sauerstoff der Versorgung der Hornhaut dient. Bei der späteren Auswertung im Anschluss an das Stationenlernen wird herausgestellt, dass die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser aber zu gering ist, um den ganzen Körper mit Sauerstoff zu versorgen und die Bedeutung des Roten Blutfarbstoffs angeführt. An Station 3 geht es um die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser und in Station 4 um die Löslichkeit von Zucker, Kochsalz, Vitamin C und Harnstoff. Aus Station 4 kann abgeleitet werden, dass durch die gute Löslichkeit Nährstoffe und andere für den Körper wichtige Stoffe durch das Wasser im Körper verteilt werden können und Abfallstoffe in Wasser gelöst ausgeschieden werden können. Die letzte Station zeigt schließlich, dass beim Mischen von Feststoffen in der Re-

gel keine chemischen Reaktionen ablaufen, sondern dass dies erst im wässrigen Milieu passiert. Dazu werden zum einen Citronensäure und Natron gemischt und dann mit Wasser versetzt und zum anderen Eisen(III)-chlorid mit Kaliumrhodanid. Die Gasentwicklung bzw. Rotfärbung tritt erst nach Zugabe von Wasser ein. Dies sollen die Schülerinnen und Schüler auch auf der Teilchenebene erklären. Durch das Lösen in Wasser werden die Bausteine der Ausgangsstoffe beweglich und können dann miteinander in Kontakt kommen und reagieren.

Anschließend bearbeiten die Schülerinnen und Schüler in Gruppen noch weitere Auswertungsaufgaben, bei denen das an den Stationen erarbeitete Wissen noch einmal angewendet wird. Zum Beispiel soll eine typische Verhaltensweise von Afrikanischen Mistkäfern, in der Mittagshitze auf Dungbälle zu klettern [12], mit der Kühlwirkung beim Verdunsten des in den Bällen enthaltenen Wassers erklärt werden.

Alle Auswertungsaufgaben (Aufgaben an den Stationen und die weiteren Aufgaben) werden besprochen und entsprechende Erkenntnisse in das Arbeitsblatt (Abb. 2) eingetragen und vom Lehrer durch weitere Informationen ergänzt. Es wird deutlich, dass Wasser aufgrund seiner typischen Eigenschaften für den menschlichen Körper von großer Bedeutung ist.

2.2 Oberflächenspannung und Dichte

Der Lehrer zeigt nun ein Experiment. Eine mit rot angefärbtem Pflanzenöl gefüllte, unverschlossene Flasche wird in Wasser getaucht. Es passiert nichts, obwohl eigentlich – wie die Schüler aus dem Alltag wissen (man kann es auch noch einmal zeigen) – Öl auf Wasser schwimmt. Erst wenn man Spülmittel hinzugibt, steigt das Öl auf, und die Flasche füllt sich mit Wasser. Das Wasser setzt offensichtlich dem Öl einen Widerstand entgegen. Als Ursache nennt der Lehrer die hohe Oberflächenspannung des Wassers, also die Tendenz des Wassers, eine möglichst kleine Oberfläche zu bilden. Sie verhindert das Auslaufen des Öls. Die hohe Oberflächenspannung des Wassers bietet auch Vorteile für die Pflanzen. Sie führt dazu, dass ein Teil des Wassers wie ein Film die Bodenpartikel überzieht und dann von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann [13].

Nun ist der geeignete Zeitpunkt nach einer Erklärung für einige besondere Eigenschaften des Wassers zu suchen und zwar für die hohe Verdampfungswärme und die große Oberflächenspannung. Das einfache Teilchenmodell für flüssiges Wasser wird wiederholt. Im Unterrichtsgespräch wird herausgearbeitet, was beim Verdampfen von Wasser geschieht. Im Wasserdampf liegen die Wasserteilchen weit voneinander entfernt vor und zwischen ihnen sind keine Anziehungskräfte wirksam. Im flüssigen Wasser hingegen bestehen Anziehungskräfte. Diese müssen also überwunden werden. Dafür ist Energie notwendig, die als Wärme der Umgebung entzogen wird. Daher kommt es zu einer Abkühlung. Da die Verdampfungswärme von Wasser recht hoch ist, heißt das, dass die Anziehungskräfte zwischen den Wasserteilchen im flüssigen Zustand relativ groß sein müssen. Dies erklärt auch die hohe Oberflächenspannung, die dazu führt, dass sich Wasser wie eine elastische Folie verhält.

Nach diesen Überlegungen sollen die Schüler in Partnerarbeit Hypothesen zum Dichteverlauf von Wasser bei unterschiedlichen Temperaturen (im Bereich von -10 bis $+40$ °C) anstellen. Außerdem sollen sie überlegen, wie man die Hypothesen überprüfen könnte. Dazu haben sie 5 Minuten Zeit. Danach werden die Hypothesen zusammengetragen und mit dem einfachen Teilchenmodell begründet. Da sich die Wasserteilchen mit zunehmender Temperatur immer schneller bewegen, ist zu vermuten, dass sie immer mehr Platz einnehmen. Die Dichte von Wasser müsste also mit steigender Temperatur abnehmen. Im Feststoff sind die Anziehungskräfte am stärksten ausgeprägt. Hier wird eine größere Dichte als beim flüssigen Wasser vermutet. Wenn ein Schüler schon an dieser Stelle einwirft, dass Eis aber auf Wasser schwimmt, wird dies bereits einbezogen und als Widerlegung der zweiten Hypothese festgehalten.

Nun wird überlegt, wie man die Hypothesen experimentell überprüfen könnte. Einfach zu realisierende Schülervorschläge werden aufgegriffen.

Auf jeden Fall werden die zwei folgenden Experimente durchgeführt: Mit dem einen Experiment wird untersucht, ob kaltes Wasser in warmem Wasser bzw. warmes Wasser in kaltem Wasser aufsteigt (siehe [7]). Das zweite Experiment (verändert nach [14]; Abb. 3) zeigt die Volumenzunahme beim Erstarren von Wasser in einer Messpipette, die angefärbtes Wasser enthält und in einem Kältebad abgekühlt wird. Die beiden Experimente werden zunächst in den Gruppen ausgewertet und im Hinblick auf die Hypothesen diskutiert. Anschließend wird die in Abb. 4 dargestellte Aufgabe [7] bearbeitet, in der die bisherigen Erkenntnisse auf ein Diagramm bezogen werden müssen. Außerdem wird auf die biologische Bedeutung der Dichteanomalie eingegangen.

Nun wird explizit herausgestellt, dass die zweite Hypothese widerlegt ist, obwohl die Hypothese nach dem einfachen Teilchenmodell sehr plausibel ist. Wie lässt sich dieser Widerspruch erklären? Wie kann es sein, dass die Teilchen im festen Zustand weiter voneinander entfernt sind als im flüssigen Zustand? Um das zu verstehen, müssen die Schüler mehr über den molekularen Aufbau des Wassers wissen.

2.3 Wie sind die Bausteine des Wassers aufgebaut?

Der Lehrer erhitzt mit einem Brenner in einem großen Reagenzglas 20 mL Wasser, das mit 3 Siedesteinchen versetzt wurde, zum Sieden und wirft in das heiße Wasser ein brennendes Streichholz, das erwartungsgemäß erlischt. Anschließend – nach Entfernen des Streichholzes - entzündet er ein 4-5 cm langes Stück Magnesiumband (**Vorher unbedingt die Schüler warnen, nicht direkt in die Flamme zu sehen**) und lässt es ebenfalls in das heiße Wasser fallen. Das Magnesium brennt im Wasser heftig weiter. Es entsteht ein weißer Feststoff. Die Schüler sollen nun 3 Minuten mit ihrem Nachbarn zusammen überlegen, wie sie diese Beobachtung erklären können. Da die Schüler bei Behandlung der chemischen Reaktion bereits die Reaktion von Magnesium mit Kohlenstoffdioxid kennen gelernt haben, ist dies von den Schülern leistbar. Danach soll jeder Schüler in der Lage sein, einen Erklärungsansatz zu liefern und diesen zu begründen. Mehrere Schüler kommen zu Wort, bevor der Lehrer Rückmeldung gibt. Es sollte deutlich werden, dass Magnesiumatome vermutlich den Bausteinen des Wassers Sauerstoffatome entzogen haben. Der weiße Stoff wäre dann Magnesiumoxid. Beim Kohlenstoffdioxid blieb Kohlenstoff zurück. Im Fall des Wassers könnte es entweder ein Gas oder ein zweiter weißer Feststoff sein, evtl. auch eine farblose Flüssigkeit. Die Bausteine des Wassers enthalten also Sauerstoffatome.

Wie kann man weitere Bausteine ermitteln? An dieser Stelle kann der Lehrer die Elektrolyse des Wassers als Demonstrationsexperiment durchführen oder in vereinfachter Variante als Schülerversuch einsetzen. Die dabei entstehenden Gase können aufgefangen und nachgewiesen werden.

Als Produkte werden Sauerstoff und ein neues Gas, der Wasserstoff, identifiziert. Auf das Volumenverhältnis wird nur eingegangen, wenn die Schüler dies ansprechen. Die Bausteine des Wassers enthalten also Sauerstoff- und Wasserstoffatome.

Nun sollen die Schüler in Einzelarbeit die Elektrolyse von Wasser selbstständig auf der Teilchenebene (Daltonmodell) darstellen. Dazu benötigen sie die Information, dass die Bausteine des Wassers Wassermoleküle sind und wie die Teilchenbilder für Wassermoleküle, Wasserstoffmoleküle und Sauerstoffmoleküle aussehen. Die Schüler sollen anschließend erklären, was der Satz "Die Fische können im Wasser atmen, weil Wasser Sauerstoff enthält." bedeutet. Dabei wird herausgearbeitet, dass der gelöste Sauerstoff gemeint ist, aber nicht die im Wassermolekül enthaltenen Sauerstoffatome.

2.4 Erste Formeln

Der Lehrer fragt, ob jemand die chemische Formel von Wasser kennt. Es gibt in der Regel immer Schüler, die die Formel H_2O nennen. Falls die Schüler dies sogar schon vorher einbringen, kann es gewürdigt werden, wird aber erst an dieser Stelle ausführlicher betrachtet. Was bedeutet die Formel? Durch Vergleich der Formel mit dem Teilchenbild eines Wassermoleküls wird deutlich, dass die Formel die Zusammensetzung des Wassermoleküls wiedergibt, wobei der Index, also die kleine tiefer gesetzte Zahl, die Anzahl der H-Atome angibt und sich nur auf diese bezieht. Um diese Erkenntnis anzuwenden, wird eine Übung bearbeitet.

Anschließend wird der Frage nachgegangen, wie die Formel eines Stoffes aussieht, der nicht aus Molekülen, sondern aus Gitterausschnitten aufgebaut ist, wie das Kupferoxid und das Magnesiumoxid (vgl. auch [10]). Die Angabe der Formel des Kupferoxids zeigt, dass sie den Aufbau eines Gitterausschnitts angibt. Aus der Formel selbst kann man nicht erkennen, ob ein Stoff aus Molekülen oder aus Gitterausschnitten besteht. Nun werden die Betrachtungen auf die Reaktionsgleichungen ausgeweitet. Die Bedeutung der Faktoren wird herausgearbeitet. Mehrere Übungen zur Formelsprache werden angeschlossen.

2.5 Der strukturelle Aufbau von Eis und Wasser

Es wird Rückgriff auf die noch ausstehende Frage genommen, warum Eis eine geringere Dichte als flüssiges Wasser hat, also auf Wasser schwimmt. Diese Frage kann durch die bisherigen Kenntnisse immer noch nicht erklärt werden. Dazu muss nun die Anordnung von Wassermolekülen im Eis näher betrachtet werden. Hierzu eignet sich z.B. die Flashanimation der Chemiedidaktik an der Universität Wuppertal [15]. Vorher sollte allerdings geklärt werden, dass man die Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen im flüssigen und festen Wasser als Wasserstoffbrückenbindungen bezeichnet. Als Fazit wird herausgearbeitet, dass die Wassermoleküle im Eis zwar einen festen Platz einnehmen, dass ihr Abstand voneinander aber größer als im flüssigen Wasser ist (Abb. 5).

Der starke Zusammenhalt der Wassermoleküle im flüssigen und festen Zustand beruht auf den Wasserstoffbrückenbindungen. Deswegen hat Wasser auch eine hohe Siedetemperatur. Es muss viel Energie aufgewendet werden, um die Wasserstoffbrückenbindungen zu überwinden und die Wassermoleküle voneinander zu trennen.

2.6 Weitere Aspekte

Von dem gesamten Wasser auf der Erde können nur 3 % als Trinkwasser verwendet werden. Davon liegen 75 % in den Polarregionen als Eis vor. Nur 0,05 % des gesamten Wassers der Erde ist unmittelbar für die menschliche Ernährung verfügbar ([16]). Es wird nun noch erarbeitet, warum Salzwasser zum Trinken nicht geeignet ist. Dabei wird auch die Destillation als Methode zur Herstellung von salzfreiem Wasser kennen gelernt.

Zum Abschluss der Einheit werden auf der Grundlage des bisherigen Wissens arbeitsteilig die Prinzipien von Heiß- und Kaltwassergeysiren anhand entsprechender Arbeitsblätter erarbeitet. Weitere biologische Bezüge zum Wasser sind in [17] zu finden.

3 Schluss

Im Rahmen der vorliegenden Einheit werden über die Eigenschaften des Wassers dessen biologische Funktionen verständlich. Mit dem einfachen Teilchenmodell können viele Eigenschaften erklärt werden, nicht aber alle. Betrachtet man den strukturellen Aufbau des Wassers so wird auch die geringe Dichte des Eises verstehbar. Auf diese Weise sind die Beziehungen zwischen Eigenschaft, Struktur und Funktion am Beispiel des Wassers nachvollziehbar.

Literatur

- [1] G. Harsch, R. Heimann, Von der Luft zu den "Lüften". Experimente und Teilchenbilder zur Entwicklung eines tragfähigen Gasbegriffs im Chemieanfangsunterricht. Teil 1 und 2. MNU **59**, 406-412 und 478-482 (2006)
- [2] R. Heimann, G. Harsch, Die Chemische Reaktion im Chemieanfangsunterricht. Eine experimentelle Erarbeitung am Beispiel der Verbrennung. Chemkon **14**, 75-83 (2007)
- [3] R. Heimann, Wasserstoffperoxid aus chemischer und biologischer Sicht. Ein Baustein zur Förderung von fächerübergreifendem Denken. MNU **57**, 13-19 (2004)
- [4] I. Geyer, R. Heimann, Pflanzenfarbstoffe – Erarbeitung eines Zusammenhangs zwischen ihren Eigenschaften und ihrer Lokalisation in den Zellen. MNU **63**, 38-44 (2010)
- [5] I. Geyer, R. Heimann, Chemische Begriffe im biologischen Kontext. Eine fächerübergreifende Einführung in das Thema Säuren. Chemkon **18**, 115-121 (2011)
- [6] R. Heimann, T. Eckert, I. Geyer, Stationenlernen als Methode zur Förderung des selbstständigen Denkens. Konkrete Beispiele für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I. Schöningh Verlag, Münster 2012
- [7] T. Eckert, R. Heimann, Dem Wasser auf der Spur. Erfahrungen mit einem Stationenlernen zur Förderung des selbstständigen integrativen Denkens. Unterricht Chemie **23** (122), 30-37 (2011)
- [8] R. Heimann, J. Scholz, M. Werner, Erprobte experimentelle Denkaufgaben für eine Arbeitsgemeinschaft "Chemisches Experimentieren" in den Klassenstufen 6 und 7. Schöningh Verlag, Münster 2009
- [9] M. Beckmann, R. Heimann, Eigene Strategien finden – Erprobte Aufgaben für den experimentellen Chemieunterricht. NiU-Chemie **17**, 42-47 (2006)
- [10] S. Benmokhtar, G. Harsch, R. Heimann, A. Wagner, Das START-Konzept. Teilchenmodelle und Formelsprache im Chemieanfangsunterricht. Aulis Verlag, Hallbergmoos 2013
- [11] A. Faller, Der Körper des Menschen. 9. Auflage. Thieme, Stuttgart 1980
- [12] Wochenzeitung *Die Zeit*, 25.10.2012
- [13] G. Richter, Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. 4. Auflage. Thieme, Stuttgart 1982
- [14] B. Wollny, Erprobung und Optimierung von Experimenten zum Thema Wasser für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe 1. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen des ersten Staatsexamens im Arbeitskreis Heimann 2004
- [15] www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de unter Flashanimationen; Dichteanomalie der Wassers Szene 1
- [16] P.W. Atkins, Moleküle. Die chemischen Bausteine der Natur. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg 1988
- [17] R. Heimann, B. Wollny, Wie ein Fisch im Wasser – Eine fächerübergreifende Unterrichtseinheit für den Chemieunterricht. PdN-ChiS **5** (55), 33-36 (2006)

Abb. 1: Merkmale der chemischen Reaktion

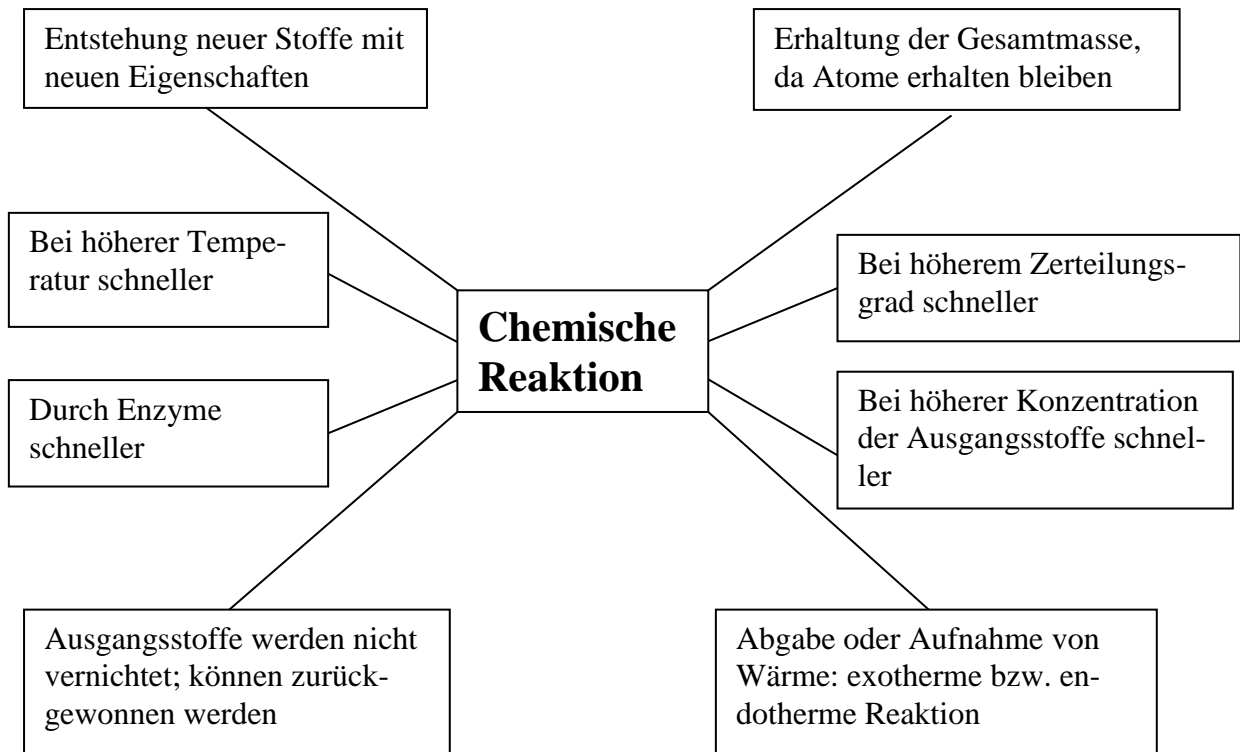


Abb. 2: Eigenschaften und biologische Bedeutung von Wasser

Wasser - lebensnotwendig

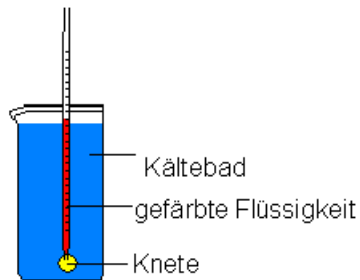
Vorkommen von Wasser im menschlichen Körper	Funktion des Wassers	Eigenschaft des Wassers, auf der die Funktion beruht
Schweiß	Schutz des Körpers vor Überhitzung	Abkühlen bei Verdunstung (hohe Verdampfungswärme), hohe Wärmekapazität des Wassers (Wasser kann viel Energie aufnehmen, bevor die Temperatur deutlich steigt und viel Energie abgeben, bevor die Temperatur deutlich sinkt)
Blut	Transport von Nährstoffen und Vitaminen, aber: Gase werden an Hämoglobin gebunden transportiert	Wasser ist ein gutes Lösungsmittel für viele Stoffe; relativ geringe Löslichkeit von Sauerstoff
Urin	Abtransport von Abfallstoffen	Wasser ist ein gutes Lösungsmittel für viele Stoffe
Tränenflüssigkeit	Versorgung der Hornhaut mit Nährstoffen und Sauerstoff	In Wasser sind Nährstoffe und Sauerstoff löslich.
Zellen Speichel Magensaft	ermöglicht chemische Reaktionen	In Wasser gelöst sind die Teilchen beweglich, so dass sie zusammenstoßen und dann miteinander reagieren können.

Abb. 3: Experiment zur Ausdehnung von Wasser beim Gefrieren

Wie ändert sich das Volumen von Wasser beim Gefrieren?

Materialien: 800 mL Becherglas hohe Form, 2 mL Messpipette mit 0,01 mL Skalierung, Peleusball, Knete, 50 mL Becherglas, Glasstab, Leitungswasser, Eis, Kochsalz, Rote Tinte, dest. Wasser

Versuchsdurchführung:



In das große Becherglas werden abwechselnd Eis und Salz gegeben und dann gut mit dem Glasstab verrührt. Dann wird mit Wasser aufgefüllt. Die Temperatur sollte nicht mehr als -10 °C betragen.

In das kleine Becherglas werden 10 mL dest. Wasser und 1 Tropfen rote Tinte gegeben und verrührt. In die Messpipette wird 1 mL des gefärbten Wassers aufgezogen. Die untere Pipettenöffnung wird mit einer Knetekugel (Durchmesser etwa 1,5 cm) verschlossen. Die Knetekugel kann danach auch wieder entfernt werden, da ein Teil der Knete in der Spitze bleibt.

Nun wird die Pipette senkrecht in das Kältebad gestellt, am besten ziemlich am Rand, so dass man das Pipetteninnere gut beobachten kann.

Ist die Flüssigkeit in der Pipette gefroren, wird das Volumen abgelesen. Dann lässt man das Eis in der Pipette durch Herausnehmen aus dem Kältebad wieder schmelzen und liest erneut das Volumen ab.

Ergebnisse:

Nach ca. 2-4 Minuten ist das Wasser in der Pipette gefroren. Es ist ein Volumen von 1,09-1,10 mL ablesbar. Nach dem Schmelzen liegen 1,00-1,01 mL Wasser vor.

Abb. 4: Aufgabe zur Dichte von Wasser

Betrachtet die folgenden Diagramme und kreuzt an, welches Diagramm die Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur für Wasser korrekt darstellt.

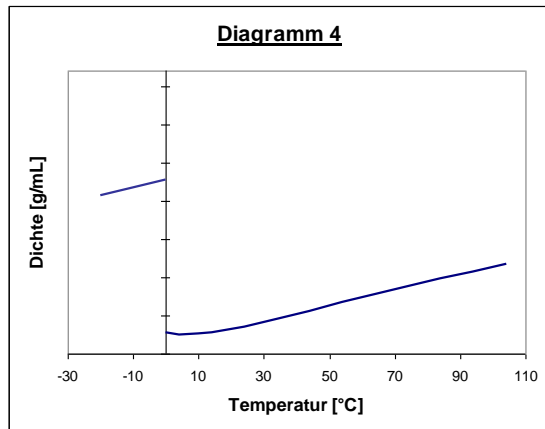
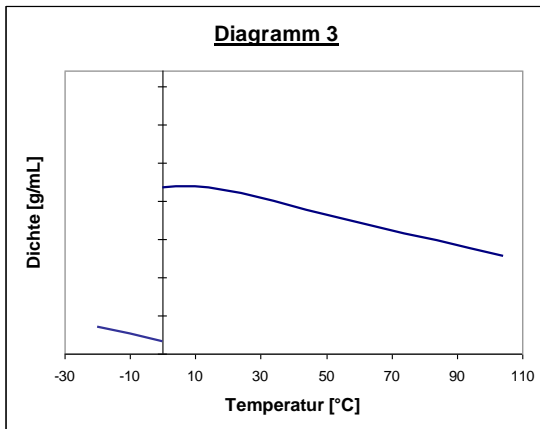
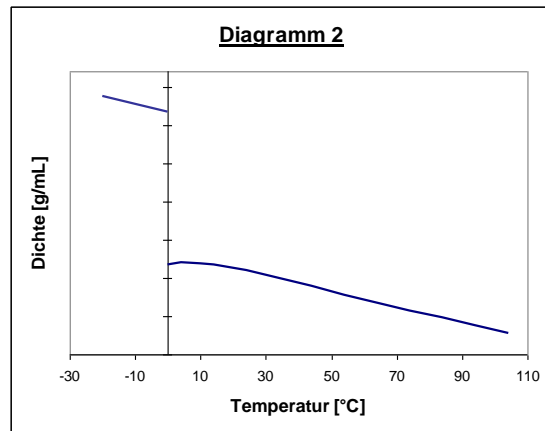
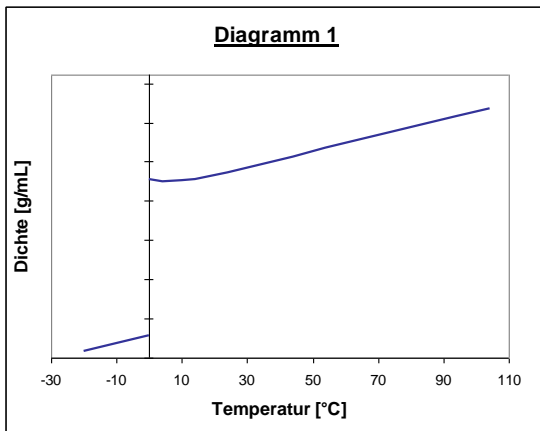


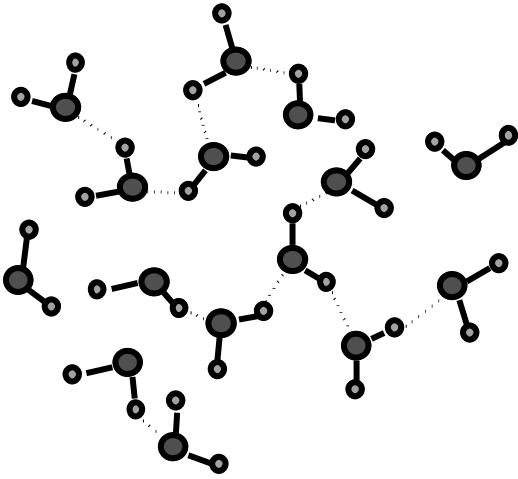
Diagramm 1 Diagramm 2 Diagramm 3 X Diagramm 4

Begründet eure Antwort.

Warmes Wasser hat eine geringere Dichte als kälteres Wasser (Experiment 1), also kommen Diagramm 1 und 4 nicht infrage. Eis hat eine geringere Dichte als Wasser (Experiment 2). Also ist Diagramm 2 ausgeschlossen.

Abb. 5: Wasser im festen und flüssigen Aggregatzustand auf der submikroskopischen Ebene in zweidimensionaler Darstellung

Struktur von flüssigem Wasser



Struktur von festem Wasser

