

Kompetenzorientierte Zielsetzung der Unterrichtsstunde

Thema: Sprüh, wisch und weg? Ethanol als Universalreiniger für polare und unpolare Farbstoffe

Hauptlernziel: Die Lernenden erklären, warum Ethanol sowohl polare als auch unpolare Farbstoffe lösen kann, indem sie die Löslichkeit auf Teilchenebene darstellen und mit der Molekülstruktur von Ethanol und den zwischenmolekularen Wechselwirkungen begründen.

Die Lernenden ...

- beschreiben die experimentelle Beobachtung, dass sich sowohl polare als auch unpolare Farbstoffe in Ethanol lösen und dabei eine einphasige Lösung entsteht.
- erläutern anhand von Strukturformeln und geeigneten Modellen den Aufbau des Ethanolmoleküls mit polarem und unpolarem Molekülanteil.
- erklären die Löslichkeit polarer und unpolarer Farbstoffe in Ethanol mithilfe zwischenmolekularer Wechselwirkungen (Wasserstoffbrückenbindungen, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Van-der-Waals-Kräfte).
- begründen auf der Grundlage von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, weshalb Ethanol als Lösemittel für polare und unpolare Farbstoffe geeignet ist.
- vergleichen die Löslichkeit polarer und unpolarer Farbstoffe in Ethanol mit den zuvor untersuchten Systemen Wasser/Heptan.
- leiten aus den Ergebnissen begründete Vermutungen über die Eigenschaften eines „Universalreinigers“ ab und stellen einen fachlichen Bezug zu grenzflächenaktiven Stoffen her.

Curriculare Anbindung

Die Unterrichtsstunde „**Sprüh, wisch und weg? Ethanol als Universalreiniger für polare und unpolare Farbstoffe**“ ist curricular im Inhaltsfeld *Stoffe und ihre Eigenschaften* verortet und leistet einen zentralen Beitrag zum Kompetenzbereich **Fachwissen und Erkenntnisgewinnung**, insbesondere zur Erklärung von Stoffeigenschaften mithilfe **zwischenmolekularer Wechselwirkungen**. Damit greift sie ein zentrales Anliegen des Kernlehrplans Chemie Sekundarstufe II auf: die systematische Verknüpfung von **Molekülstruktur und beobachtbaren Stoffeigenschaften**.

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Sie sollten hier passend zitieren, z. B. MSB NRW 2022, S. x, darüber hinaus kann ein Verweis auf den schulinternen Lehrplan ggf. sinnvoll sein.]

Lernausgangslage der Lerngruppe im Bezug auf die Stunde

Die Lerngruppe verfügt über ein tragfähiges fachliches und methodisches Fundament, um das neue Phänomen der **einphasigen Lösung in Ethanol** nicht nur zu beschreiben, sondern auf **Teilchenebene erklärend zu durchdringen**.

Fachliche Lernvoraussetzungen

Die Lernenden kennen den Phasenbegriff und haben am Beispiel von Wasser und Heptan nachvollzogen, warum sich polare und unpolare Stoffe nicht dauerhaft mischen. Sie verfügen über gesichertes Vorwissen zu Polarität von Molekülen sowie zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen (Wasserstoffbrückenbindungen, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Van-der-Waals-Kräfte). Die Lernenden haben in der vorangegangenen Stunde die selektive Löslichkeit polarer und unpolarer Farbstoffe in Wasser bzw. Heptan untersucht und fachlich begründet. Strukturformeln einfacher organischer Moleküle sind bekannt und können hinsichtlich polarer und unpolarer Molekülanteile interpretiert werden.

Methodische Lernvoraussetzungen

Die Lernenden sind mit der **arbeitsteiligen Gruppenarbeit** in experimentellen Lernphasen vertraut. Sie haben bereits mehrfach **Whiteboards im „Thinking Classroom“** genutzt, um Ergebnisse zu strukturieren, zu visualisieren und im Plenum zu präsentieren.

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Sie sollten hier passend zitieren, z. B. Liljedahl, 2020]

Die Lernenden kennen die **modellhafte Darstellung auf Teilchenebene** und haben Erfahrung im Arbeiten mit **3D-Modellen und Skelettmodellen**, um Molekülstrukturen und Wechselwirkungen darzustellen.

Prozess- und kommunikationsbezogene Voraussetzungen

Die Lernenden sind daran gewöhnt, **Hypothesen zu formulieren**, Beobachtungen zu überprüfen und Ergebnisse fachlich zu diskutieren. Präsentation und **wertschätzende Diskussion von Lernprodukten** im Plenum sind eingeübte Unterrichtsroutinen.

Sachanalyse und didaktische Schwerpunktsetzung

Potenzial des Unterrichtsgegenstandes

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Dieser Baustein zeigt exemplarisch auf, was man formulieren kann. Vermeiden Sie Redundanzen zu einem etwaigen Baustein „Stellung in der Reihe“]

Der Unterrichtsgegenstand „Ethanol als Universalreiniger für polare und unpolare Farbstoffe“ ermöglicht es vertiefend, die Löslichkeit als Folge zwischenmolekularer Wechselwirkungen zu betrachten.

Die für die Erklärung notwendigen zwischenmolekularen Wechselwirkungen wurden in der Unterrichtsreihe bereits im Zusammenhang mit der Betrachtung von **Siedetemperaturen** eingeführt. In diesem Kontext analysierten die Lernenden die Stärke der Anziehungskräfte **zwischen jeweils gleichen Molekülen**, um Unterschiede in makroskopischen Stoffeigenschaften zu erklären. Im Kontext der Löslichkeit wurden und werden diese bekannten Konzepte nun funktional weitergeführt, indem sie erneut systematisch genutzt werden, um **Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Teilchen** auf Teilchenebene zu beschreiben und zu begründen. Damit wird ein zentraler konzeptioneller Schritt vollzogen: Die Übertragung eines bekannten Erklärungsprinzips auf einen neuen fachlichen Zusammenhang.

Am Beispiel von Ethanol kann heute gezeigt werden, dass ein Molekül sowohl polare als auch unpolare Anteile besitzen kann und dadurch in der Lage ist, mit unterschiedlichen Stofftypen Wechselwirkungen einzugehen. Die Stunde verdeutlicht, dass Löslichkeit aus dem Zusammenspiel verschiedener Wechselwirkungen resultiert und nicht allein durch eine einfache Kategorisierung von Stoffen als „polar“ oder „unpolar“ erklärbar ist.

Innerhalb der Unterrichtsreihe nimmt die Stunde eine zentrale Übergangsfunktion ein. Während üblicherweise die Löslichkeit eines Stoffes (z. B. eines polaren Stoffes) in verschiedenen Alkoholen miteinander verglichen wird, wird hier bewusst ein anderer Zugang gewählt: **polare und unpolare Stoffe werden in einem Alkohol (Ethanol) betrachtet**. Diese Perspektive ermöglicht es, Ethanol als Sonderfall mit Brückenfunktion zu verstehen und bereitet konzeptionell auf die folgende Auseinandersetzung mit grenzflächenaktiven Stoffen und Emulsionen vor.

Didaktische Reduktion mit Blick auf angebrachte Vereinfachungen

Die didaktische Reduktion erfolgt zugunsten einer tragfähigen Konzeptbildung. Ethanol wird als kleines Molekül mit polarem und unpolarem Molekülanteil eingeführt und als verbindendes Element zwischen polaren und unpolaren Systemen verstanden. Eine detaillierte Behandlung komplexerer Phänomene wie Tenside und Mizellenbildung wird in den weiteren Verlauf der Reihe verlagert.

Die Auswahl der Farbstoffe erfolgt in didaktischer Vereinfachung, indem diese bereits zuvor als eindeutig als polar bzw. unpolar klassifiziert wurden.

Strukturierung der Lernprogression aus Perspektive der Lernenden

Die Lernenden sollen im Verlauf der Stunde eine gedankliche Progression durchlaufen, die sie zu einer eigenständigen Erklärung des Phänomens befähigt.

- Sie müssen mit Blick auf ein Universallösemittel erkennen, dass ihr Vorwissen zur Löslichkeit zwar tragfähig ist, jedoch **nicht unmittelbar ausreicht**, um das Problem eines „Universalreinigers“ zu erklären. Daraus ergibt sich ein fachlich begründeter Erklärungsbedarf.
- Die Lernenden müssen **naheliegende Lösungsansätze kritisch prüfen und verwerfen**, etwa die Idee eines Wasser-Heptan-Gemischs, und daraus die Notwendigkeit eines anderen Lösemittelkonzepts ableiten.
- Sie können die folgende Vermutung und Beobachtung, dass sich polare und unpolare Farbstoffe in Ethanol lösen, als Anlass nutzen, ihre bisherigen Vorstellungen zu erweitern.
- Die Lernenden müssen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen nun **auf Wechselwirkungen zwischen rein polaren, rein unpolaren und polar/unpolaren Teilchen übertragen** und diese mithilfe eines Teilchenmodells strukturieren.
- Sie müssen dabei Ethanol als Stoff mit polarem und unpolarem Molekülanteil **begrifflich und modellhaft einordnen** und die beobachtete Löslichkeit als Folge einer Struktur-Eigenschafts-Beziehung erklären.
- Abschließend sollen die Lernenden ihr neues Verständnis **vernetzen**, indem sie Ethanol mit Wasser und Heptan vergleichen, und können erkennen, dass dieser Perspektivwechsel den fachlichen Übergang zu grenzflächenaktiven Stoffen und Emulsionen vorbereitet.

Didaktisch-methodische Entscheidungen

Erläuterungen zu den didaktischen Entscheidungen

Die didaktisch-methodische Strukturierung der Stunde orientiert sich am **Basismodell der Konzeptbildung nach Oser**.

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Hier korrekt zitieren, z. B. (Krabbe, Zander & Fischer, 2015).]

Ziel der Stunde ist nicht die Anwendung oder Optimierung einer bekannten Lösungsstrategie, sondern der Aufbau eines neuen fachlichen Konzepts, das es den Lernenden ermöglicht, Löslichkeitsphänomene differenziert und begründet zu erklären.

Die Stunde ist bewusst problemorientiert gerahmt, jedoch **nicht als Problemlöseunterricht** im Sinne Osers angelegt. Zwar wird im Einstieg mit dem vermeintlichen „Universalreiniger“ eine Problemstellung eröffnet, diese dient jedoch ausschließlich der Motivation und der Offenlegung einer Erklärungslücke. Der Zielzustand – Ethanol als Molekül mit polarem und unpolarem Anteil, das Wechselwirkungen zu unterschiedlichen Stofftypen eingehen kann – ist den Lernenden zu Beginn nicht bekannt und kann nicht allein aus vorhandenen Strategien oder Routinen erschlossen werden. Damit fehlt ein zentrales Merkmal des Basismodells Problemlösen, bei dem ein klar definierter Zielzustand und die Entwicklung von Lösungsstrategien im Vordergrund stehen.

Stattdessen wird im Sinne der Konzeptbildung ein prägnanter Prototyp eingeführt: die Löslichkeit eines polaren und eines unpolaren Farbstoffs in Ethanol. Aufbauend auf aktiviertem Vorwissen zu Polarität, Phasenbildung und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erarbeiten die Lernenden eigenständig die entscheidenden Merkmale des neuen Konzepts. Dabei werden bekannte Wechselwirkungen systematisch übertragen.

Erläuterungen zu methodischen Entscheidungen

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Hier wird einmal gezeigt, dass diese Erläuterung nicht chronologisch phasendurchschreitend erfolgen muss, sondern exemplarisch sein kann.]

Die **Erarbeitungsphase** der Stunde ist methodisch an zentralen Elementen der Methode „Thinking Classroom“ orientiert.

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Hier korrekt zitieren.]

Wesentliche Merkmale dieser Methode sind das aktive, sichtbare Denken der Lernenden, die Bearbeitung herausfordernder Aufgaben, die externe Darstellung von Denkprozessen sowie der soziale Austausch über entstehende Ideen und Modelle. Die Lernenden arbeiten dabei nicht reproduktiv, sondern entwickeln, prüfen und präzisieren eigene Erklärungsansätze.

Diese methodische Ausrichtung ist für die vorliegende Stunde besonders passend, da die angestrebten Kompetenzen nicht auf das Anwenden bekannter Regeln, sondern auf den Aufbau eines neuen fachlichen Konzepts zielen. Die Lernenden sollen verstehen, warum Ethanol als Molekül mit polarem und unpolarem Anteil Wechselwirkungen zu unterschiedlichen Stofftypen eingehen kann. Dieses Verständnis erfordert aktives Denken, Modellieren und Begründen.

Die Arbeit mit 3D-Teilchenmodellen in Kombination mit den Whiteboards unterstützt zentrale Prinzipien des Thinking Classroom. Gedanken werden externalisiert, indem Lernende ihre Vorstellungen zur Molekülstruktur und zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen räumlich anordnen und sichtbar machen. Dadurch werden Denkprozesse nicht nur für die Lernenden selbst, sondern auch für Mitschülerinnen und Mitschüler sowie für die Lehrkraft zugänglich. Fehlvorstellungen, Vereinfachungen oder tragfähige Ansätze werden unmittelbar erkennbar.

Im Durchlaufen des Prototypen (polarer und unpolarer Farbstoff in Ethanol) entfaltet die Methode ihr besonderes Potenzial. Die Lernenden sind gezwungen, bekannte Konzepte (Polarität, zwischenmolekulare Wechselwirkungen) neu zu verknüpfen, da einfache Zuordnungen („polar“ vs. „unpolar“) nicht ausreichen.

Das eingesetzte Experiment ist in seiner Grundstruktur für die Lernenden bekannt, da vergleichbare Untersuchungen zuvor mit Wasser und Heptan durchgeführt wurden. Neu ist nicht die experimentelle Methode, sondern der untersuchte Stoff Ethanol. Ich habe mich zudem für den wahlweisen Einsatz einer alternativen Videografie des Experiments entschieden. Dies stellt keine methodische Schwächung dar, da die zentrale Funktion des Experiments – die gesicherte Beobachtung auf Stoffebene – vollständig erhalten bleibt. Die Erklärung des Phänomens erfolgt in der Stunde nicht auf der Handlungsebene, sondern im anschließenden konzeptbildenden Arbeiten auf Teilchenebene. Entscheidend ist somit die Verfügbarkeit einer eindeutigen Beobachtung, nicht die individuelle Durchführung. Die parallele Bereitstellung von Experiment und Video eröffnet Wahlmöglichkeiten für die Lernenden, ermöglicht die Nacharbeitung bei Abwesenheit und erhöht die Nachhaltigkeit des Materials durch spätere oder digitale Nutzung. Der Videoeinsatz ersetzt das Experiment nicht, sondern erweitert es funktional, ohne den fachlichen Anspruch der Stunde zu reduzieren.

Im **Einstieg** bedarf es nach dem Basiskonzept von Oser einer Motivation für die Einführung eines erweiterten Konzepts. Die im Unterricht bereitgestellten Materialien orientieren sich an einem OER-Material aus dem Projekt „Lebensnaher Chemieunterricht (LNCU)“, das die Problemstellung kontextualisiert aufbereitet (*vgl. von Borstel & Weninger, LNCU, o. J.*) Zu Beginn der Stunde präsentiert die Lehrkraft das Bild einer Sprühflasche mit dem Etikett „Universalreiniger für alle Whiteboardmarker – permanent und nicht permanent“. Im gemeinsamen Gespräch wird deutlich herausgearbeitet, dass ein Wasser-Heptan-Gemisch als Inhalt einer Sprühflasche nicht sinnvoll sein kann. Zum einen wird dies aus praktischer Perspektive begründet: Aufgrund der Phasenbildung würden die Flüssigkeiten übereinanderliegen, sodass ein solcher Reiniger vor jeder Anwendung geschüttelt werden müsste und dennoch keine gleichmäßige Wirkung zu erwarten wäre. Zum anderen wird der Aspekt der Stoffsicherheit thematisiert: Heptan ist als Gefahrstoff für den Einsatz in einem Alltagsreiniger ungeeignet. Durch den Ausschluss naheliegender Alternativen verdichtet sich die Problemstellung: Wenn weder Wasser allein noch ein Wasser-Heptan-Gemisch als Universalreiniger infrage kommen, stellt sich für die Lernenden die Frage, welches Lösemittel dennoch in der Lage sein könnte, sowohl polare als auch unpolare Farbstoffe zu lösen. Die Lernenden entdecken die Fragestellung damit eigenständig und entwickeln erste Vorstellungen über die möglichen Eigenschaften eines solchen Stoffes. Der Einstieg schafft so eine kognitive Spannung, die fachlich begründet ist, an das Vorwissen

anknüpft und den Übergang in die experimentelle Untersuchung sowie die modellhafte Erklärung auf Teilchenebene logisch vorbereitet.

Antizipation von Schwierigkeiten und Diagnosemethoden

Bei der Bearbeitung des Unterrichtsgegenstandes könnte dann Schwierigkeiten auftreten, wenn auf der Modellebene Wechselwirkungen noch unpräzise oder undifferenziert dargestellt werden („alles zieht sich irgendwie an“). Dann besteht die Gefahr, dass die beobachtete einphasige Lösung lediglich beschrieben, aber nicht fachlich erklärt wird. Dieser Schwierigkeiten wird durch eine klare Aufgabenstellung, bekannte Darstellungsformen (Whiteboards, 3D-Modelle) vor allem aber der Möglichkeit im „**Thinking Classroom**“ sich auch bei anderen Gruppen Impulse zu holen, entgegengewirkt.

Die **Diagnose** des Lernstandes erfolgt prozessbegleitend und produktorientiert. Bereits im Einstieg lassen sich anhand der geäußerten Erwartungen und Vermutungen Rückschlüsse auf das aktivierte Vorwissen der Lernenden ziehen. In der Erarbeitungsphase dienen die entstehenden Lernprodukte (modellhafte Darstellungen auf Whiteboards) als zentrales Diagnoseinstrument. Anhand dieser Lernprodukte wird sichtbar,

- ob Ethanol strukturell korrekt eingeordnet wird,
- ob zwischenmolekulare Wechselwirkungen fachlich angemessen genutzt werden,
- und ob die Erklärung auf Teilchenebene kohärent erfolgt.

Die Präsentation **ausgewählter Lernprodukte** im Plenum ermöglicht zudem eine diagnostische Sicherung, bei der Fehlvorstellungen aufgegriffen, präzisiert und gemeinsam korrigiert werden können.

Möglichkeiten der Binnendifferenzierung

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Dies zeigt eine optionale Möglichkeit, auf diesen Aspekt einzugehen.]

Die Stunde bietet mehrere Ansatzpunkte für Binnendifferenzierung. Auf der Darstellungsebene können Lernende unterschiedlich komplexe Modelle erstellen: von einer stark schematisierten Darstellung der Molekülanteile bis hin zu einer differenzierten Modellierung verschiedener Wechselwirkungen. Die Arbeit in Gruppen ermöglicht zudem eine natürliche Differenzierung durch arbeitsteilige Rollenverteilung (z. B. Modellierung, Beschriftung, sprachliche Erklärung).

Darüber hinaus können online zugängliche Materialien (z. B. Strukturformeln, Erläuterungen zu Wechselwirkungen) aus vorausgegangenen Stunden. In der Sicherungsphase eröffnet der Vergleich verschiedener Lernprodukte zusätzliche Differenzierungsmöglichkeiten, indem Lernende ihre Modelle miteinander abgleichen und weiterentwickeln.

Auf diese Weise wird sowohl leistungsstärkeren als auch lernunterstützungsbedürftigen Lernenden ermöglicht, sich dem Lernziel auf angemessenem Niveau zu nähern, ohne den konzeptionellen Kern der Stunde aus dem Blick zu verlieren.

Fazit

[Hinweis für Nutzer dieser Vorlage: Ein Fazit ist sicherlich fakultativ]

Die Stunde kann als gelungen betrachtet werden, wenn die Lernenden die Beobachtung der einphasigen Lösung in Ethanol fachlich korrekt erfassen und auf Teilchenebene erklären können. Dies zeigt sich daran, dass sie Ethanol als Molekül mit polarem und unpolarem Anteil einordnen und zwischenmolekulare Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Teilchen zur Begründung der Löslichkeit nutzen.

Literatur

Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB NRW) (2022): *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule. Chemie*. Düsseldorf.

Krabbe, Heiko; Zander, Simon; Fischer, Hans Ernst (2015): *Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht. Materialien zur Lehrerfortbildung*. Münster / New York: Waxmann.

Liljedahl, P. (2020): *Building Thinking Classrooms in Mathematics, Grades K–12*. Corwin Press.

von Borstel, Gregor; Weninger, David (o. J.): *Sprüh, wisch und weg? Ethanol als Universalreiniger für polare und unpolare Farbstoffe*. Lebensnaher Chemieunterricht (LNCU). Online verfügbar unter: <https://lncu.davidweninger.de/material/sprueh-wisch-und-weg/> Zugriff am: 05.01.2026.

Lizenz: Creative Commons CC BY-SA 4.0.