



## Fachartikel

# Lernen im Widerspruch – mit problemorientiertem Unterricht MINT-Fächer lebendiger machen

Dieser Fachartikel zeigt, wie problemorientierter Unterricht MINT-Fächer erlebbar macht. Lernende begegnen dabei Situationen, in denen ihr bisheriges Wissen nicht mehr ausreicht – ein produktiver Widerspruch, der Neugier weckt und Denkprozesse anstößt. Genau hier setzt Lernen am Problem an: Entscheidend ist, dass eine Fragestellung neu, bedeutsam, offen und fachlich lösbar ist.

Unter diesen Bedingungen entwickeln die Lernenden eigene Hypothesen, führen Experimente durch und erarbeiten selbstständig Lösungen. Beispiele aus dem Lernfeld Handwerk im Besonderen aus dem Bereich Sanitär-Heizung-Klima (SHK) verdeutlichen, wie alltagsnahe Phänomene reale Erklärungs-lücken sichtbar machen – und damit den Ausgangspunkt für ein tieferes Verständnis bilden. So erwerben die Schülerinnen und Schüler jene Kompetenzen, die moderne MINT-Bildung erfordert: selbstständig zu denken, forschend zu arbeiten und komplexe Herausforderungen systematisch zu bewältigen.

## Was ist problemorientierter Unterricht?

Ziel der MINT-Bildung ist es, Lernende zu befähigen, aktiv und selbstständig Lösungen für neue Aufgabenstellungen zu finden – eine Kompetenz, die durch das gezielte Lernen am Problem nachhaltig gefördert wird. Problemorientierter Unterricht beginnt dort, wo ein reales oder realitätsnahes Problem einen Denkprozess auslöst. Streller et al. (2019)<sup>1</sup> beschreiben Probleme als Auslöser eines Widerspruchs zwischen dem bisherigen Wissensstand und neuen Informationen: Lernende geraten in Erklärungsnot – und genau diese Lücke wird zum Motor des Lernens.

Solche Probleme müssen nicht spektakulär sein: Auch alltägliche Situationen und einfache Fragestellungen können als Ausgangspunkt dienen, solange sie bedeutsam, verständlich und offen genug sind, um eigene Lösungswege zu ermöglichen. Beinbrech (2015)<sup>2</sup> betont dabei die aktive Beteiligung der Lernenden an der Problemlösung – in den MINT-Fächern häufig durch Versuche, Messungen oder Simulationen. Problemorientierter Unterricht schafft so Lernumgebungen, in denen Schülerinnen und Schüler nicht nur Antworten finden, sondern kompetent, neugierig und methodisch reflektiert denken lernen.

## Didaktische Ansätze für problemorientiertes Lernen

Eine Problemfrage oder Problemstellung im problemorientierten Unterricht zeichnet sich dadurch aus, dass sie bei den Lernenden einen kognitiven Konflikt auslöst: Ihr bisheriges Wissen reicht zunächst nicht aus, um die gegebene Situation oder das Phänomen vollständig zu erklären, und gleichzeitig ist das Problem so gestaltet, dass eine Lösung grundsätzlich erreichbar ist. Die Problemfrage besitzt einen authentischen Alltagsbezug, ist fachlich relevant und ermöglicht verschiedene Lösungswege oder Hypothesen. Ein gutes Problem ist weder zu einfach noch zu komplex, sondern fordert die Lernenden heraus, ihr Vorwissen zu aktivieren, gezielt Informationen zu suchen, Vermutungen zu prüfen und neue Erkenntnisse zu generieren. Zugleich muss es die Lernenden kognitiv aktivieren, indem es anspruchsvolle Denkprozesse anstößt, die über reines Wiedergeben hinausgehen und die Lernenden dazu bringen, Zusammenhänge herzustellen, Annahmen kritisch zu hinterfragen und eigene Lösungswege zu entwickeln. Ein geeignetes Problem weist dabei vier Eigenschaften auf:



- **neu** – die Lösung ist nicht bekannt.
- **bedeutsam** – es knüpft an die Lebenswelt an.
- **offen** – es gibt mehrere Wege oder Hypothesen.
- **lösbar** – fachliche Mittel reichen zur Lösung aus.

Entscheidend ist, dass das Problem eine echte Erklärungs- oder Handlungslücke sichtbar macht – erst dadurch entsteht die Motivation, sich explorativ, experimentell oder analytisch mit dem Sachverhalt auseinanderzusetzen.

### Problemorientierter Unterricht in Phasen

Angelehnt an Schmidkunz und Lindemann (1992)<sup>3</sup> ergeben sich die folgenden Schritte im Unterricht:

Die **Problemfindung** stellt die erste Phase dar, welche zum Beispiel durch eine experimentelle Beobachtung oder eine alltägliche Aussage initiiert wird. Alle Lernenden sollen die Aspekte der Problemstellung erfassen und den kognitiven Widerspruch erkennen.

In der zweiten Phase geht es um das Aufstellen von **Hypothesen**, die getestet werden können. Ideen und Vorschläge der Lernenden können bereits vorab diskutiert und bei Bedarf begründet aussortiert werden. Dabei wird bekanntes Vorwissen und Kenntnisse aus dem Alltag aktiviert.

Die dritte Phase ist die **Erarbeitung/Untersuchung** der Hypothesen mit geeigneten Mitteln. Dabei kommen je nach Thema und Alter der Lernenden verschiedene Medien, Messwerte, Textquellen oder Experimente zum Einsatz. Lernende arbeiten dabei oft in Partner- oder Gruppenarbeit, bei geeignetem Thema auch arbeitsteilig.

Die gewonnenen Ergebnisse und Daten müssen von den Lernenden ausgewertet, beurteilt und auf Fehler analysiert werden. Diskussion und Sicherung erfolgen meist mit der Lehrkraft (**Auswertung/Erkenntnisgewinn**).

Das neu erworbene Wissen wird in der letzten Phase (**Transfer/Anwendung**) auf neue Kontexte übertragen und so der Transfer des Wissens gewährleistet.

Das problemorientierte Vorgehen passt zu naturwissenschaftlichen Fächern, da es vielfältige Parallelen zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg aufweist. Aufstellen und Testen von Hypothesen bilden ein zentrales Element der naturwissenschaftlichen Forschung. Dieses

Konzept ist in den Lehrplänen der naturwissenschaftlichen Fächer als „Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung“ verankert (KMK 2005: S.12)<sup>4</sup>.

Von gesundheitlichen Fragen bis hin zu globalen Herausforderungen wie regenerativen Energien, Verfügbarkeit und Aufbereitung von Trinkwasser und nachhaltiger Ressourcennutzung erweitert sich der Themenkreis der Lernenden stetig. Möchte man als Lehrkraft einen innovativen Ansatz verfolgen, dann bietet es sich an, das Sanitär-, Heizungs- und Klimahandwerk – kurz SHK-Handwerk – ~~SHK-Handwerk~~ als Lernfeld in den Fachunterricht zu integrieren. Denn das Handwerk spielt in der Lebenswelt aller Menschen eine zentrale und dauerhafte Rolle. Schülerinnen und Schüler dafür zu sensibilisieren, schafft nicht nur Zukunftsperspektiven, sondern weckt auch die Neugier, theoretische Phänomene alltagspraktisch zu erforschen. Die Themenvielfalt des Handwerks liefert mannigfaltige inhaltliche Impulse für alltagsnahe Problemfragen, die den Einstieg und den Ablauf eines problemorientierten Unterrichts erleichtern. Ein geeignetes Beispiel für diesen Ansatz stellt das SHK-Handwerk dar, weil es praktische Anknüpfungspunkte für theoretische Aufgabenstellungen in MINT-Fächern bietet.

### Problemorientierung über das Lernfeld des SHK-Handwerks

Das SHK-Handwerk eignet sich in besonderem Maße für problemorientierten Unterricht, weil es an realen und für Lernende unmittelbar erfahrbaren Phänomenen arbeitet und kognitive Konflikte aufwirft: Heizverhalten, Raumluftqualität, Energieverluste und Feuchteschutz betreffen den Alltag jedes Privathaushalts. Komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge, etwa zwischen Temperatur, Materialeigenschaften, Feuchte, aber auch Energieeffizienz und Nachhaltigkeit, werden im SHK-Kontext zu anschaulichen, authentischen Problemen, die sich ideal zur Entwicklung von Hypothesen, zum Experimentieren und zum vernetzten Denken eignen. Die Lernenden erleben, dass theoretische Modelle nicht abstrakt bleiben, sondern in modernster Technik, berufspraktischen Aufgabengebieten und wichtiger kritischer Infrastruktur konkrete Wirkung entfalten.



Beispielhafte Problemstellungen aus dem SHK-Handwerk zeigen, wie kognitive Konflikte über das Lernfeld erzeugt werden können.

*Warum bleibt das Badezimmer trotz regelmäßigem Lüften dauerhaft feucht – und was steckt wirklich dahinter?*

- Das Problem wirkt zunächst alltäglich, eröffnet aber eine echte Erklärungslücke: Lernende erleben die Situation selbst, können sie aber mit ihrem Vorwissen zu Lüftung, Temperatur und Luftfeuchte nicht ausreichend erklären. Zugleich sind verschiedene Hypothesen möglich (falsches Lüftungsverhalten, zu geringe Heizleistung, geringe Luftwechselrate), die fachlich fundiert untersucht und bewertet werden können.

*Warum entstehen Kalkablagerungen und was hat die Wasserhärte damit zu tun?*

- Die Lernenden kennen Kalkablagerungen aus ihrem Alltag, wissen aber nicht, wie sie entstehen oder warum sie in manchen Regionen stärker vorkommen. Die Problemfrage fordert dazu auf, ein bekanntes Phänomen mit bislang unbekanntem chemischen Konzepten wie Ionen, Wasserhärte und Löslichkeit zu verknüpfen. So entsteht ein natürlicher Widerspruch zwischen Erfahrung und fehlendem Wissen, der zum Nachdenken anregt und den Lernprozess aktiviert.

Gerade die Diskrepanz zwischen den alltagsnahen Hypothesen der Lernenden und den technischen Erfordernissen im SHK-Handwerk ermöglicht es, physikalische, chemische und biologische Aspekte systematisch miteinander zu verknüpfen. Temperaturverläufe in Bauteilen, Materialeigenschaften und Wärmedurchgangskoeffizienten greifen physikalische Prinzipien auf; Kondensation, Verdunstung und Wasserdampfdiffusion verweisen auf chemische und thermodynamische Prozesse; mikrobielles Wachstum in feuchten Räumen erweitert die Perspektive um biologische Grundlagen. Das SHK-Handwerk macht diese Zusammenhänge nicht nur sichtbar, sondern zwingt – im besten Sinne – zu einem vernetzten Denken: Wer verstehen will, wie ein Gebäude energieeffizient bleibt, muss Wärme, Feuchte und Luftqualität gemeinsam betrachten. Genau diese fachübergreifende Vernetzung unterstützt der problemorientierte Unterricht im SHK-Kontext in besonderer Weise.

## Problemfragen aus dem SHK-Handwerk für problemorientierten Unterricht

*Warum kann eine Wärmepumpe ein Haus heizen, obwohl sie scheinbar nur ‚kalte‘ Umweltenergie nutzt?*



Wärmepumpe im Winter (AdobeStock, V.J.Matthew)

Der Unterricht beginnt mit einem Alltagsproblem: „Mitten im Winter zeigt das Thermometer draußen  $-2$  °Celsius. Trotzdem heizt die Wärmepumpe eines Wohnhauses zuverlässig. Wie kann ein Gerät aus kalter Außenluft Wärme erzeugen?“ Die Schülerinnen und Schüler sollen diese scheinbare Unmöglichkeit auf Grundlage ihres Vorwissens erklären. Vermutungen im Think-Pair-Share (Unterrichtsmethode) führen schnell zu widersprüchlichen Vorstellungen: Wenn es kalt ist, „ist doch keine Wärme da“. Genau dieser Denkfehler bildet den Ausgangspunkt des Lernprozesses. Der überraschende Widerspruch regt die Schülerinnen und Schüler dazu an, ihr Alltagswissen zu Temperatur und Wärme zu hinterfragen. In einem kurzen Austausch wird deutlich, dass „kalt“ im physikalischen Sinne keineswegs bedeutet, dass keine Energie vorhanden ist.

Anschließend analysiert die Klasse ein vereinfachtes Schema einer Wärmepumpe und vergleicht es mit dem Prinzip eines Kühlschranks. Schrittweise erkennen die Lernenden, dass die Wärmepumpe keine Wärme erzeugt, sondern Wärme transportiert. Kleine Experimente – etwa die Temperaturänderung bei der Kompression von Luft – verdeutlichen, warum der Kompressor eine zentrale Rolle spielt: Durch Druckerhöhung steigt die Temperatur des Arbeitsmediums, sodass die aufgenommene Umweltwärme im Haus abgegeben werden kann.



Die Schülerinnen und Schüler setzen die Prozessschritte des Kreislaufs zusammen: Wärmeaufnahme bei niedriger Temperatur, Verdampfung, Kompression, Wärmeabgabe im Haus und erneute Entspannung des Mediums. Die Problemfrage wird zum Abschluss beantwortet und so das erworbene Wissen sichtbar gemacht.

### Warum ist gute Wärmedämmung entscheidend für energiesparendes Heizen?



Wärmedämmung am Haus (AdobeStock, Ingo Bartussek)

Bei den Lernenden wird ein kognitiver Konflikt ausgelöst, indem sie zwei Situationen miteinander vergleichen sollen: Zwei identische Häuser stehen nebeneinander. Beide werden gleich beheizt und trotzdem ist es in einem Haus warm und im anderen zieht es und bleibt kühl. Wie kann das sein? Die Schülerinnen und Schüler äußern in einem Blitzlicht (Unterrichtsmethode) Vermutungen. Schnell entstehen konkurrierende Erklärungsansätze: Liegt es an der Heizungsanlage? An der Temperatur? Oder „verschwindet“ die Wärme irgendwo? Diese Unsicherheit bildet den Ausgangspunkt für die eigentliche Problemfrage: „Warum ist gute Wärmedämmung entscheidend für energiesparendes Heizen?“.

Ein Impulsversuch, etwa zwei Becher mit warmem Wasser, einer umwickelt und einer ohne Isolierung, zeigt direkt: Beide starten gleich, aber einer kühlt deutlich schneller aus. Die Lernenden beobachten, dass der Energieverlust nicht sichtbar ist, aber mithilfe eines Thermometers messbar. Dadurch entsteht der zentrale Aha-Moment: Nicht die Heizung bestimmt, wie warm ein Haus bleibt, sondern wie viel Wärme es verliert. Daraufhin

analysieren die Schülerinnen und Schüler typische Wärmewege wie Wärmeleitung durch Wände und Fenster, Konvektion durch Undichtigkeiten, Wärmestrahlung an kalten Außenflächen. Mit alltagsnahen Analogien wie beispielsweise dem Unterschied zwischen einer dicken Winterjacke und einem dünnen T-Shirt wird verdeutlicht, dass Dämmmaterialien den Wärmestrom verlangsamen, nicht verhindern. Die Lernenden erschließen selbst, dass weniger entweichende Wärme bedeutet, dass die Heizung weniger Energie nachliefern muss. Die Schülerinnen und Schüler formulieren im Plenum eine Erklärung: Gute Wärmedämmung wirkt wie ein Schutzmantel, der Wärme im Haus hält und verhindert, dass ständig neue Energie aufgewendet werden muss.

Abschließend wird die Ausgangsfrage beantwortet und das gewonnene Wissen auf weiterführende Fragen übertragen: Warum sind Fenster oft der „schwächste Punkt“? Weshalb sparen gedämmte Dächer besonders viel Energie?

### Wenn sauberes Wasser für uns jederzeit aus dem Hahn kommt – warum ist es trotzdem weltweit knapp?



Trinkwasser aus dem Wasserhahn (AdobeStock, andrea)

Die Lernenden führen einen Rechercheauftrag durch: Sie sollen in Kleingruppen zwei kurze Infokarten vergleichen – eine zeigt den täglichen Wasserverbrauch pro Kopf in Deutschland, die andere berichtet über Regionen, in denen Menschen weniger als 20 Liter Wasser pro Tag zur Verfügung haben. Anschließend wird im Plenum die Leitfrage formuliert: „Wenn bei uns jederzeit sauberes Wasser aus dem Hahn kommt – warum ist Wasser weltweit trotzdem knapp?“ Die Diskrepanz zwischen persönlicher Erfahrung und globaler



Realität erzeugt den gewünschten kognitiven Konflikt.

Im nächsten Schritt arbeitet die Klasse mit einer vereinfachten Weltkarte und verschiedenen Wasserquellen. Die Lernenden entdecken, dass der Großteil des Wassers salzig oder in Gletschern gebunden ist und nur ein minimaler Anteil als nutzbares Süßwasser verfügbar ist. Ein kurzes Experiment mit drei unterschiedlich großen Behältern (Ozeane, Eis, nutzbares Wasser) macht dieses Missverhältnis anschaulich. Damit wird deutlich, dass Verfügbarkeit nicht dasselbe ist wie tatsächliche Nutzbarkeit. Anschließend analysieren die Schülerinnen und Schüler, warum die Wasserverteilung weltweit so ungleich ist. Sie betrachten klimatische Faktoren wie Niederschläge und Trockenzeiten, aber auch menschliche Einflüsse: Verschmutzung von Flüssen, Übernutzung von Grundwasser, Landwirtschaft mit hohem Wasserverbrauch oder das Wachstum von Megastädten.

Darauf aufbauend vergleichen die Lernenden lokale und globale Perspektiven. Während Deutschland über ausgebaute Infrastruktur, moderne Wasseraufbereitung und strenge Qualitätsstandards verfügt, fehlt in vielen Regionen die technische Möglichkeit, Wasser zu speichern, zu reinigen oder gerecht zu verteilen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen: Die Knappheit entsteht nicht nur durch fehlendes Wasser, sondern durch fehlende Zugänge, saubere Ressourcen und nachhaltiges Management.

Zum Abschluss formulieren die Lernenden in eigenen Worten eine Antwort auf die Ausgangsfrage und übertragen ihr Wissen auf konkrete Lebensbeispiele wie: Warum ist Wasserverbrauch in der Landwirtschaft so zentral? Was bedeutet „virtuelles Wasser“ in Produkten wie T-Shirts oder Fleisch? Und warum ist unser voller Wasserhahn kein Zeichen für weltweite Fülle, sondern für gut funktionierende Infrastruktur?

### **Herausforderungen des problemorientierten MINT-Unterrichts**

Das Gelingen problemorientierter Unterrichtseinheiten hängt entscheidend davon ab, inwieweit das gewählte Problem bei den Lernenden tatsächlich kognitive Konflikte auslöst – also

Zweifel, Widersprüche und den Bedarf nach einer eigenen Erklärung. Je nach Alter und Thema eignen sich dafür provokante Behauptungen, Experimente mit unerwartetem Ausgang oder widersprüchliche Beobachtungen. Die anschließende Hypothesenbildung bietet eine wertvolle Gelegenheit, das Vorwissen der Lernenden sichtbar zu machen, mögliche Fehlvorstellungen zu identifizieren und – falls nötig – knappe, gezielte Vorinformationen zu ergänzen.

Während des Lernprozesses nimmt die Lehrkraft eher eine begleitende Rolle ein: Sie moderiert Denkprozesse, strukturiert bei Bedarf und gibt alters- und erfahrungsangemessene Hilfestellungen. Besonders bei der Planung von Lösungswegen und der Auswertung von Ergebnissen unterstützt sie die Lernenden durch gezielte Impulse, ohne den Problemlöseprozess vorwegzunehmen. Für jüngere oder weniger erfahrene Lernende können vorstrukturierte Arbeitsblätter sinnvoll sein, um Zeit zu sparen und die Orientierung zu erleichtern. Der 45-Minuten-Takt bleibt jedoch eine organisatorische Herausforderung: Messungen oder Experimente lassen sich nicht immer problemlos in der folgenden Woche fortsetzen und benötigen oftmals mehr Zeit, als eingeplant ist. Bei Zeitdruck können daher gut gewählte Videos, Simulationen oder kurze Sachtexte genutzt werden, die sich in kompakter Form bearbeiten lassen. Digitale Geräte und Apps ermöglichen zudem, Hypothesen zu sammeln, Prozesse zu dokumentieren und Ergebnisse transparent zu machen.

Für die Bewertung problemorientierten Unterrichts gilt: Entscheidend ist nicht primär die „richtige“ Lösung, sondern die Qualität des Denkens. Bewertet werden können unter anderem

- die Nachvollziehbarkeit und fachliche Angemessenheit von Hypothesen,
- der Einsatz von Fachbegriffen und die Begründung von Entscheidungsschritten,
- die Fähigkeit, Ergebnisse kritisch zu prüfen und alternative Erklärungen in Betracht zu ziehen,
- sowie die Reflexion des eigenen Vorgehens.

Damit verschiebt sich der Fokus von reinen Produktbewertungen hin zu einer prozessbezogenen Bewertung, die den individuellen



Lernfortschritt sichtbar macht und den Kern problemorientierten Arbeitens – das systematische, eigenständige Denken – würdigt.

Angesichts der Bandbreite an komplexen Alltagsfragen, wie sie exemplarisch im SHK-Bereich aufgezeigt wurden, ist der problemorientierte Unterricht ein Schlüssel, um die MINT-Fächer sinnstiftend zu vermitteln und die aktive Gestaltungskompetenz der Lernenden zu stärken.

### Fazit

Problemorientierter Unterricht stellt ein zentrales Prinzip moderner MINT-Bildung dar: Lernen beginnt nicht beim Erklären, sondern beim Staunen, Zweifeln und Fragen. Ein Problem schafft eine echte Erklärungs- oder Handlungslücke, die Lernende kognitiv herausfordert und sie motiviert, eigene Lösungswege zu entwickeln. Entscheidend ist dabei die aktive Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler: Sie formulieren Hypothesen, untersuchen diese mit geeigneten Mitteln, werten Daten aus und übertragen das neu gewonnene Wissen auf neue Kontexte.

Gute Probleme sind neu, bedeutsam, offen und lösbar – und damit eng an Alltagsbeobachtungen, naturwissenschaftliche Phänomene oder technische Anwendungen geknüpft. Das Vorgehen in klar strukturierten Phasen unterstützt den Lernprozess und spiegelt gleichzeitig den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg wider. So fördert problemorientierter Unterricht nicht nur Fachwissen, sondern auch zentrale Kompetenzen wie kritisches Denken, forschendes Arbeiten und die Fähigkeit, komplexe Herausforderungen systematisch zu bewältigen.

Im Zusammenspiel mit realitätsnahen Fragestellungen aus dem SHK-Handwerk – etwa Raumluftqualität, Lüftungsverhalten oder Energieeffizienz – zeigt sich, wie wirkungsvoll und lebensnah problemorientiertes Lernen sein kann: Es verbindet konkrete Alltagsprobleme mit wissenschaftlichen Methoden und macht MINT-Bildung sowohl verständlich als auch relevant.

### Literaturverzeichnis

- (1) Streller, S. Bolte, C. Dietz, D. Noto La Diega, R. (2019): Chemiedidaktik an Fallbeispielen. Springer Spektrum. Berlin
- (2) Beinbrech, C. (2015): Problemorientierter Sachunterricht. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S. & Wittkowske, S. (Hrsg.) (2015). Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn. Klinkhardt.
- (3) Schmidkunz, H. Lindemann, H (1992): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren: Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Westarp Wissenschaften. Essen
- (4) Kultusministerkonferenz KMK (2005): Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss. Luchterhand. München