

Kompetenzorientierung in Lehramtsausbildung und Physikunterricht

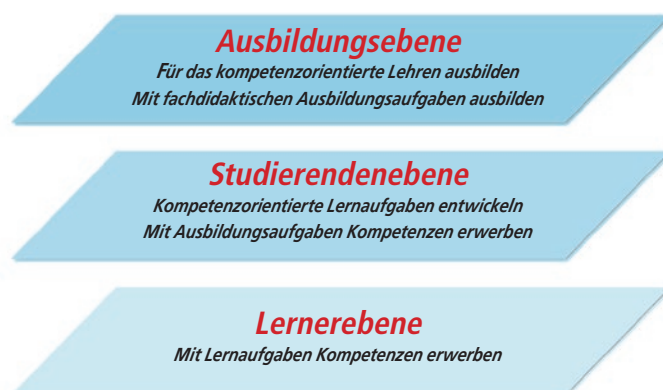
Josef Leisen

Zusammenfassung

Aufgabenstellungen sind fundamental für die Kompetenzentwicklung und für jedwedes Lernen, sei es physikalisches Lernen bei Schülerinnen und Schülern oder sei es fachdidaktisches Lernen bei Studierenden und Referendaren. An einem konkreten Beispiel aus der Elektrizitätslehre wird gezeigt, wie kompetenzorientierte Lernaufgaben für Schüler und Schülerinnen gestaltet werden und zu Lernprodukten führen, an denen der Kompetenzstand diagnostiziert und rückgemeldet werden kann. An der Aufgabe wird die Frage nach dem didaktischen Verhältnis von Kompetenzen und Kontexten erörtert. Aus der Lernaufgabe und den Lernprodukten werden fachdidaktische Ausbildungsaufgaben für Studierende und Referendare im Fach Physik entwickelt. Eine Ausbildungsaufgabe ist eine Aufgabe aus dem Lernraum der Studierenden bzw. der Referendare zum Zwecke der beruflichen Kompetenzentwicklung. Es werden immer auswertbare fachdidaktische Lernprodukte erstellt, an denen der Kompetenzstand diagnostiziert und rückgemeldet werden kann. Abschließend wird gezeigt, wie Ausbildungsaufgaben in fachdidaktische Seminare integriert werden.

Kompetenzorientierung auf verschiedenen Ebenen

Im Folgenden werden Aufgaben vorgestellt und beschrieben, die auf verschiedenen Ebenen liegen.



Lernaufgaben auf der **Lernerebene** dienen dem Lernen und der Kompetenzentwicklung im Fach. Dazu müssen diese Aufgaben eine lernpsychologisch stimmige Schrittfolge beachten und gleichzeitig die Kompetenzentwicklung in der Breite und in der Tiefe passend abdecken.

Prof. Josef Leisen hat an der Universität Mainz Physikdidaktik gelehrt.
E-Mail: Leisen@josefleisen.de

Ausbildungsaufgaben auf der **Studierendenebene** sind Lernaufgaben für Studierende, mit denen diese zum einen ihre fachdidaktische Kompetenz erwerben und entwickeln und zum anderen lernen, selbst kompetenzorientierte Lernaufgaben für den Physikunterricht zu entwickeln.

Auf der **Ausbildungsebene** bilden Ausbilder in der Fachdidaktik für das kompetenzorientierte fachdidaktische Lernen aus. Dies kann erfolgen mit fachdidaktischen Ausbildungsaufgaben, die Ausbilder zu diesem Zwecke entwickeln und gestalten. Im Sinne des Modelllernens bilden die fachdidaktischen Ausbildungsaufgaben das Modell für die Lernaufgaben für Schülerinnen und Schüler.

Eine kompetenzorientierte Lernaufgabe

Die folgende Aufgabe (VOGT, 2011) zum Unterricht in der Klassenstufe 9 im Bereich Elektrizitätslehre bezieht sich auf einen Wasserkocher mit dem Datenblatt aus dem Internet. Das authentische Lernmaterial dient nach Kuhn der materialen Situierung (KUHN u.a., 2010).

Artikel Wasserkocher

Artikel-Nr. WK 3314 / schwarz-silber
EAN.Nr. 4008146331404

Abmessungen 245 mm (B)
235 mm (H)
187 mm (T)

Beschreibung

- leistungsstarker, abnehmbarer Wasserkocher
- beidseitige, transparente Wasserstandanzeige
- Beheizung ca. 3000W
- Kochzeit für 1 Liter Wasser ca. 2,5 Min.
- Inhalt bis 1,7 Liter
- durch Edelstahlplatte verdecktes Heizelement
- kabellos durch separaten Gerätesockel
- Überhitzungsschutz
- Dampfstopp-Automatik
- Ein- und Ausschalter
- Kontrolleuchte
- Ausgusszotte mit Sieb zur sicheren Handhabung
- Deckel mit Sicherheitsverschluss
- 360° centra-cordless-system – aus jeder Richtung auf den Gerätesockel aufsetzbar
- rutschfeste Gummifüße
- Kabelaufwicklung



Abb. 1: Datenblatt

Aufgabe A1

1. Berechne die Zeit, um 1 Liter Wasser mit 3000 W zum Sieden zu bringen. Vergleiche mit den Angaben auf dem Datenblatt.
2. Berechne die elektrische Stromstärke und den elektrischen Widerstand des Wasserkochers.
3. Bestimme experimentell die Effektivleistung und berechne den Wirkungsgrad des Wasserkochers.
4. Berechne die Energiekosten, um 1 Liter Wasser zum Sieden zu bringen bei einem Kilowattstundenpreis von 20 Cent.





So attraktiv diese Aufgabe auf den ersten Blick ist, so ist sie – abgesehen vom attraktiven experimentellen Teil in Teilaufgabe 3 – eine "Berechnungsaufgabe". Nachfolgend ist die Aufgabe in die Sprache der "Gegeben-Gesucht-Aufgaben" des Jahres 1975 überführt.

Aufgabe A2

Gegeben ist ein elektrischer Widerstand mit einer elektrischen Leistung von 3000 W bei der Spannung 230 V.

1. Berechne die elektrische Stromstärke I und den elektrischen Widerstand R .
2. Berechne die Zeit, um 1 Liter Wasser mit der Leistung 3000 W zum Sieden zu bringen.
3. Wie würde man die Effektivleistung bestimmen, wenn der Widerstand ein Tauchsieder wäre? Berechne den Wirkungsgrad η , wenn die Effektivleistung 2500 W beträgt.
4. Berechne in 2. die Energiekosten bei einem kWh-Preis von 20 Pfennig.

Eine Einordnung der Aufgabe in die Kompetenzmatrix der Nationalen Bildungsstandards zeigt, dass im wesentlichen der Kompetenzbereich "Fachwissen" und im Aufgabenteil 3 der Kompetenzbereich "Erkenntnisgewinnung" angesprochen werden.

		Kompetenzbereiche (Naturwissenschaften)			
		Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
					
Anforderungsbereiche	I	Fakten und einfache Sachverhalte wiedergeben	Fachmethoden nachvollziehen	einfache Sachverhalte in vorgegebenen Formen darstellen	Auswirkungen fachlicher Erkenntnisse benennen
	II	Wissen in einfachen Kontexten anwenden	vorgegebene Fachmethoden nutzen	vorgegebene Kommunikationsformen situations- und adressatengerecht einsetzen	fachliche Erkenntnisse, Standpunkte und Lösungsvorschläge bewerten
	III	Wissen auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden	Fachmethoden kombiniert und problembezogen auswählen und nutzen	Kommunikationsformen situations- und adressatengerecht auswählen und einsetzen	fachliche Erkenntnisse, Standpunkte und Lösungsvorschläge multiperspektivisch bewerten

Tab. 1: Kompetenzmatrix

Setzt man sich zum Ziel, auch die Kompetenzbereiche "Kommunikation" und "Bewertung" auszubauen, gehe man von der Frage aus: Welche Lernprodukte können die Lerner kompetenzfördernd erstellen?

Somit ist eine sinnstiftende Lernumgebung zu gestalten, die curriculare Vorgaben berücksichtigt, fachlich und fach-

didaktisch relevante Kompetenzen entwickelt, die Lernvoraussetzungen beachtet, die methodisch herausfordernd und ansprechend ist mit einer lernpsychologisch wirksamen Lernschrittfolge.

Zuerst ist zu klären, was fachlich ansteht, nämlich die Stromkreisgesetze (vgl. Abb. 3). Gemäß den Lernvoraussetzungen sind die ersten vier Gesetze bekannt und geübt. Die letzten beiden Gesetze sind für die Lerner neu und sollen in der Lernaufgabe neu gelernt und angewendet werden. Folglich ist zu überlegen, wie das neue Wissen methodisch einspeist werden kann, über einen Lehrervortrag, einen Text, eine Materialbox, eine elektronische Präsentation, eine Expertenrunde, ...

Die Lernprozessorientierung fordert, die Lernschritte nicht entlang der Sachlogik der Stromkreisgesetze zu konzipieren, sondern als Lernschritte entlang der zu entwickelnden Kompetenzen. Dann rückt folgende Frage ins Zentrum: welche Lernprodukte können und sollen die Lerner erstellen, um die intendierten Kompetenzen zu entwickeln? Hier muss konsequent kompetenzorientiert und aus der Lernerperspektive heraus gedacht werden. Handlungsleitend ist die folgende Grundüberzeugung.

Kompetenzen werden nicht unterrichtet, sondern in Handlungen und in unterrichtlichen Anforderungssituationen an fachlichen Inhalten mit und durch Aufgaben erworben. Kompetenzerwerb gibt es nur mit und an Inhalten!

Die Lernenden müssen demnach mit Aufgaben und geeignetem Material zum handelnden Umgang mit den Stromkreisgesetzen am Wasserkocher gebracht werden. Im handelnden Umgang entstehen Lernprodukte. Was aber sind geeignete Lernprodukte im Zusammenhang mit den Stromkreisgesetzen am Wasserkocher zur Förderung der Kompetenzen "Fachwissen", "Erkenntnisgewinnung", "Kommunikation" und "Bewertung"?

Aufgabe B

1. Markiere im Datenblatt die Informationen zur Physik in blau und die zum Komfort in rot.
2. Ihr seid bei "Stiftung Warentest". Überprüft, ob die physikalischen Daten korrekt sind und erstellt einen Prüfbericht. Nutzt die Materialbox und die Hilfen.
3. Schreibe einen Testbericht für www.testberichte.de und vergleiche bewertend deinen Testbericht mit dem folgenden.
4. Ein Kunde fragt: "Kann ich den auch in den USA mit 115 V nutzen. Muss ich dann länger warten?"

Abb. 2: Aufgabenstellung

<p style="text-align: center;">Experimentierbox</p>  <p>The image shows an experiment kit for a physics experiment. It includes a black electric kettle with a digital display, a thermometer, a stopwatch, and a technical data plate. The data plate is for a 'petra electric' kettle, model 'WK 200.07', with a power rating of 1800 W and a voltage of 230 V. The data plate also features a 'KEMA KEUR' certification mark, a 'CE' mark, and a recycling symbol. The text '230 V ~ 1800 W' is circled in red on the data plate.</p>	<p style="text-align: center;">Wissensbox</p> <p>Das Typenschild zeigt eine Leistung $P = 1800 \text{ W}$. Bestimme die Effektivleistung P_{eff}: Erhitze 1 Liter Wasser um eine Temperaturdifferenz ΔT und berechne die Wärmeenergie. Messe die Zeit t und berechne die Effektivleistung. Suche Gründe für den Unterschied und erkläre dir den Begriff Wirkungsgrad.</p>
	<p style="text-align: center;">Stromkreisgesetze</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elektrischer Widerstand: $R = U/I$ 2. Elektrische Leistung: $P = U \cdot I$ 3. Elektrische Energie: $E = P \cdot t$ 4. Wärmeenergie: $E = c \cdot m \cdot \Delta T$ 5. Effektivleistung: $P_{\text{eff}} = E/t$ 6. Wirkungsgrad: $\eta = P_{\text{eff}}/P$

Abb. 3: Materialbox

Hilfe 1

Die Energie, die dem Wasser gegeben wird, kann berechnet werden mit: $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$

Hilfe 2

Die Zeit zum Erwärmen folgt aus der Definition für die Leistung: $P = E/t$

Hilfe 3

Die elektrische Leistung wird berechnet mit: $P = U \cdot I$ und der Widerstand mit $R = U/I$

Hilfe 4

Die Effektivleistung ist der Quotient aus der aufgenommenen Wärmeenergie und der Zeit.

Hilfe 5

Umrechnung:
1 kW_s = 1/3600 kWh

Hilfe 6

Experiment: Zeit zwischen Ausgangstemperatur und Endtemperatur messen

Abb. 4: Hilfekarten (nach Vogt, 2011, S. 34)

Testbericht "Severin WK 3314": Ohne langes Warten

Der Severin WK 3314 erspart einem langes Warten, denn der Wasserkocher bringt Wasser innerhalb kurzer Zeit zum Kochen. Dafür arbeitet der Severin mit 3000 Watt, die laut Hersteller einen Liter in 2,5 Minuten zum Blubbern bringen. Für eine angenehme Handhabung ist das kabellose Gerät mit einem Zentralkontakt versehen. So kann der Kocher aus allen Richtungen auf den Sockel gesetzt werden. Damit der Kocher stabil steht und nicht verrutscht, steht der Sockel auf Gummifüßen. Der Deckel ist per Knopfdruck zu öffnen, was eine Einhandbedienung ermöglicht. Insgesamt passen 1,7 Liter in den WK 3314. Eine Mindestmenge wird an der Skala nicht angezeigt. Da die Skala erst bei 800 ml beginnt, könnte man vermuten, dass das auch die Mindestfüllmenge ist. Zum Bereiten von nur einer Tasse Tee ist der Kocher demnach weniger geeignet. Ebenfalls von Nutzern bemängelt wurde der Ausguss, der etwas zu groß geraten ist, so dass es gerade bei kleinen Gefäßen zu Kleckereien kommen kann.

<http://www.testberichte.de/p/severin-tests/wk-3314-testbericht.html>

Abb. 5: Testbericht

Erläuterungen zur Aufgabe B

Die Teilaufgaben sind so konzipiert, dass Lernprodukte im handelnden Umgang entstehen.

Zu Teilaufgabe B1: Als Vorübung, damit Lerner sich mit dem Datenblatt vertraut machen und in die Lesart hineinfinden, kategorisieren und markieren sie die angegebenen Daten in solche, die der Physik bzw. dem Komfort zugehörig sind.

Zu Teilaufgabe B2: Ausgehend vom Aufgabenteil 3 in Aufgabe A1 erstellen die Lerner einen "Prüfbericht" (Lernprodukt), in dem sie überprüfen, ob die im Datenblatt angegebenen Daten korrekt sind. Die Lerner müssen dazu experimentieren, bekannte Stromkreisgesetze anwenden, sich neue erarbeiten und einen bewertenden Bericht erstellen. Damit sind die Kompetenzbereiche "Fachwissen", "Erkenntnisgewinnung" und "innerfachliche Bewertung" abgedeckt. Außerdem werden diese Lernprodukte kooperativ in der Sozialform Gruppenarbeit erstellt und sie sind diskursiv verhandelbar, weil eine gewisse Vielfalt entsteht.

Zur Erstellung dieses Lernproduktes benötigen sie Lernmaterialien. Die Materialbox (Abb. 3) enthält neben den Experimentiermaterialien eine Liste mit den Stromkreisgesetzen und eine Wissensbox mit dem neuen Wissen (Effektivleistung, Wirkungsgrad).

Die Aufgabenstellung mag für manche Lerner zu anspruchsvoll sein, sie dürfen auf Hilfekarten (Abb. 4) zurückgreifen.

Zu Teilaufgabe B3: Um den Kompetenzbereich "Kommunikation" anhand des Wasserkochers zu entwickeln, wird ein weiteres Lernprodukt, nämlich ein "Testbericht" erstellt. Das Format "Prüfbericht" ist faktenbezogen, kühl und sachlich zu halten, wie z.B. ein TÜV-Bericht, geht es doch um die Überprüfung der Korrektheit angegebener Daten. Der Adressat ist ein Fachkundiger. Ein "Testbericht" hingegen richtet sich an den Laien und zielt auf den Rat zum Kauf oder Nichtkauf des Gerätes. Er ist wertend und empfehlend und der Stil ist individuell. Trotzdem müssen die Behauptungen und Fakten durch Argumente oder Experimente begründet sein.

Testbericht

*Leider konnte uns das Model nicht überzeugen, da das Wasser erst bei 6 min anfang zu kochen. Das ist 3,5 min später als angegeben. Auch vom Design her kann er keine Pluspunkte sammeln. Nach ca. 3 min breitete sich ein unangenehmer Geruch um ihn herum aus. Auch die technischen Bedingungen mit 1010 Watt * und 220-240 Volt lassen zu wünschen übrig. Insgesamt gesehen, hält er nicht was er verspricht und kann deshalb unseren Test nicht bestehen. Wir empfehlen darum nicht zu einem Kauf. Ergebnis: durchgefallen.*

** Eig. sollte er 1010 Watt haben, doch aufgrund des fortgeschrittenen Alters oder mangelnder Leistung hat er nur 861 Watt.*

Abb. 6: Wörtlich transkribierter Testbericht einer Schülergruppe

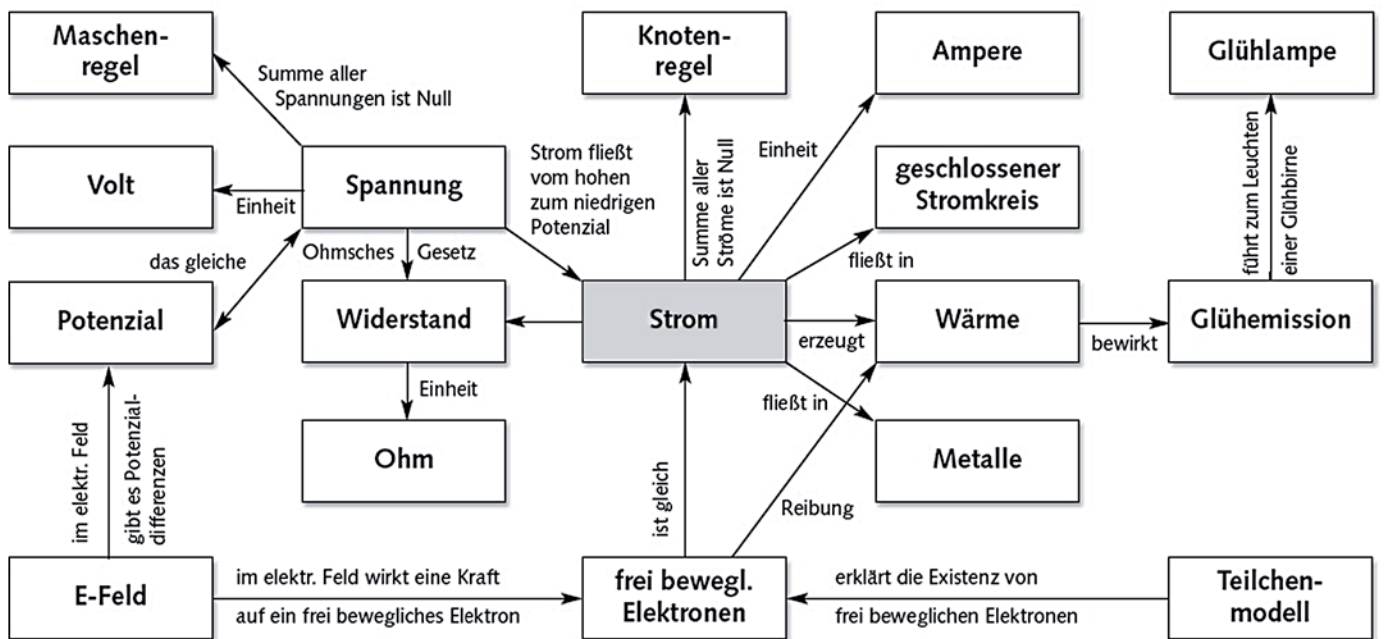


Abb. 7: Begriffsnetz zum elektrischen Stromkreis

Zu Teilaufgabe B4: In einer kleinen Transferaufgabe werden das Fachwissen und die Kompetenzen gesichert und transferiert. Die Festigung erfolgt durch Verortung der "neuen Stromkreisgesetze" im unterrichtsbegleitenden Begriffsnetz zur Elektrizitätslehre (Abb. 7).

Eine Aufgabenstellung für eine komplette Lernumgebung muss die lernpsychologisch stimmige Lernschrittfolge widerspiegeln. Diese Lernschrittfolge ist an anderer Stelle (LEISEN, 2011, S. 8) ausführlich beschrieben (Abb. 8).

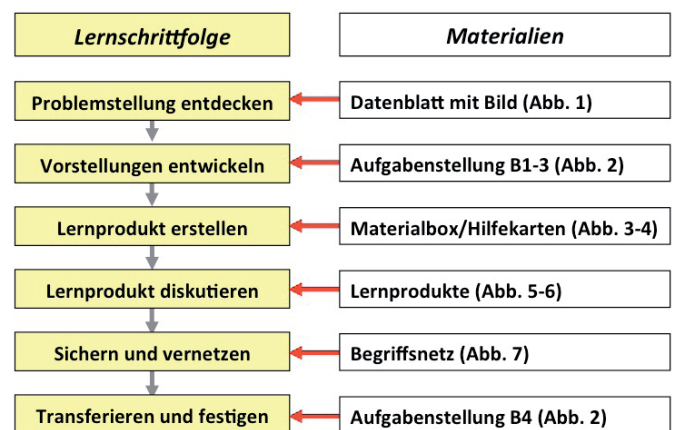


Abb. 8: Lernschrittfolge

Die beiden Aufgabenstellungen A und B zeigen deutliche Unterschiede.

Aufgabenstellung A	Aufgabenstellung B
<ul style="list-style-type: none"> • der Wasserkocher dient als Aufhänger zur Anwendung von Formeln • zielt direkt und fast ausschließlich auf die Berechnung anhand der Formeln ab, zzgl. einer experimentellen Bestimmung • gibt keine Hilfen • zeitsparend 	<ul style="list-style-type: none"> • der Wasserkocher wird in den Kontext elektrischer Alltagsgeräte gestellt • zielt auf Erkenntnisgewinnung, die adressatengerechte Kommunikation und Bewertung ab • gibt Hilfen (Hilfekarten, Materialbox) • die Lerner werden in den handelnden Umgang mit Wissen gebracht • zeitaufwändig

Kompetenzorientierung muss schon in der Aufgabenstellung angelegt sein und darf nicht bloß als Nebeneffekt erhofft werden. Die Aufgabenstellung mit Hilfen und Materialien führt zu vielfältigen Lernprodukten. Diese unterschiedlichen Lernprodukte werden in der Lerngruppe diskutiert und verhandelt. In der Unterschiedlichkeit liegt ein

didaktischer Mehrwert, der lernwirksam genutzt werden kann. Das Gelernte wird in einer neuen Schleife durchdacht, kommuniziert und damit gesichert. Andere Sehweisen und Akzentuierungen schärfen aus. Anhand dieser Lernprodukte kann die Lehrkraft den Kompetenzstand diagnostizieren und rückmelden (vgl. auch LEISEN, 2010).

Der Kompetenzbegriff und das didaktische Verhältnis von Kompetenzen und Kontexten

Die Diskussion um Kompetenzen ist keineswegs neu, sondern hat eine lange Tradition, wenngleich es eine deutliche Akzentverschiebung gibt: Kompetenzen müssen durch Handeln auch unter Beweis gestellt werden (Performanz). Die Referenzdefinition, die in den deutschsprachigen Veröffentlichungen zitiert wird, stammt von Weinert (WEINERT, 2001): Kompetenzen sind "die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen (d. h. absichts- und willensbezogenen) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können."

Die Definition verdeutlicht, dass Kompetenz ein Gefüge und etwas Komplexes ist. Was unterscheidet die Kompetenzen von den vertrauten Lernzielen? Lernziele setzt die Lehrkraft, über Kompetenzen verfügen die Lerner. Lehrkräfte können Ziele erreichen, Lerner können Kompetenzen entwickeln und Lehrkräfte können die Entwicklung fördern.

Die obige Definition ist für die Verwendung im Schulalltag recht voluminös und kann in einem ersten Schritt handlicher formuliert werden: *Kompetenzen sind verfügbare Fertigkeiten und Fähigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen und die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich nutzen zu können und zu wollen.*

Eine noch handlichere Formulierung ist die Kurzformel: **Kompetenz = (willentlich) handelnder Umgang mit Wissen und Werten.** In dieser Definition wird deutlich, dass Kompetenz immer auch die Performanz (das Tun und Handeln) mit einschließt. Man muss es nicht nur können, man muss es auch zeigen. Das Zeigen geschieht ebenso wie das Erlernen im Handeln. Kompetenzen werden durch Handeln und im Handeln sichtbar. Aber man muss es auch wollen. Motivation, Interesse, Einstellungen, Verantwortungsbewusstsein, Lernwille, also die in der Definition von Weinert genannten motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten werden jedoch nur bedingt im Handeln, wenn überhaupt, sichtbar.

Kurzformulierungen:

- Kompetenz schließt die Performanz mit ein
- Kompetenz = Wissen + (Wollen) + Handeln
- Kompetenz = handelnder Umgang mit Wissen und Werten
- Kompetenzen werden im Handeln gelernt und im Handeln gezeigt

Kompetenzen werden erworben und nachgewiesen, wenn die Lerner authentische Anforderungssituationen bewältigen müssen. *"Die Verknüpfung von Wissen und Können darf also nicht auf Situationen 'jenseits der Schule' verschoben werden. Vielmehr ist bereits beim Wissenserwerb die Vielfalt möglicher Anwendungssituationen mit zu bedenken."* (KLIEME 2003, S. 79) Es werden Lernumgebungen gestal-

tet, welche die Lernenden in eine intensive, aktive, selbst gesteuerte kooperative Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand bringen. Das sind die idealen Lernsituationen.

Kompetenzen werden im handelnden Umgang mit Wissen erworben und zeigen sich im handelnden Umgang mit Wissen. Dieses Wissen umfasst das Fachwissen, aber auch das Methoden- und Strategiewissen, z.B. induktive, deduktive, experimentelle, ... Verfahren. Das Handeln umfasst auch das Sprachhandeln (vgl. LEISEN, 2005, 2013) in sprachlichen Standardsituationen, z.B. etwas (Gegenstand, Experiment, Prozess, Sachverhalt, Verfahren ...) darstellen und beschreiben, Darstellungsformen (Tabelle, Graph, Diagramm, Formel, Karte, Skizze, Bild ...) verbalisieren oder physiktypische Sprachstrukturen anwenden.

Der Zusammenhang von Kompetenzen und Kontexten

Die Kompetenzentwicklung ist nicht an Kontexte gebunden, diese begünstigen jedoch die Kompetenzentwicklung. Sinnstiftendes Lernen ist nachhaltiger und kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Ein in der Literatur immer wieder genannter Weg ist die Einbettung der Lerngegenstände in Kontexte, also die Kontextualisierung. Hinsichtlich der Wirksamkeit kontextorientierter und situierter Lernumgebungen gibt es noch einen Forschungsbedarf. "Trotz zahlreicher Analysen kann kein kohärenter empirischer Befund angeführt werden, der eine Überlegenheit eines Ansatzes aus dem Theorierahmen des Situiereten Lernens gegenüber anderen Formen des Lehrens und Lernens aufweist." (KUHN, 2010, S. 18)

Kontextorientiertes Lernen erfolgt in folgenden Lernschritten:

1. Die Lernenden entdecken und entfalten die Problemstellung (Fragestellung, Thema, Aufgabe, Relevanz, ...) an Sachverhalten, die in einen Kontext eingebunden sind.
2. Die Lerner entwickeln Hypothesen, Deutungsansätze, Bearbeitungsideen und individuelle Vorstellungen zur Problemstellung. Dazu werden auch Vorerfahrungen, Vorwissen, Meinungen, Einstellungen etc. eingebracht. Die Vorstellungen entfalten sich am und im Kontext.
3. Zusätzlich zum "alten Wissen" brauchen Lerner "neues Wissen". Sie brauchen Informationen, Daten, Erfahrungen, Anstöße von außen um weiterzukommen. Diese erhalten sie durch Lernmaterialien (Texte, Arbeitsblätter, Bilder, Experimentiermaterialien, Datenmaterial, ...), direkt durch die Lehrkraft (Lehrervortrag, Infoinput) oder begleitet durch Methoden-Werkzeuge (vgl. HEPP u.a., 2003). Unter dem Blickwinkel der Kontextorientierung ist entscheidend, dass das neue Wissen kontextualisiert erworben wird.
4. Die entwickelten Lernprodukte werden diskutiert und verhandelt und verfestigen sich zu Erkenntnissen und Lernzuwächsen. Unter dem Blickwinkel der Kontextorientierung verbleibt die Diskussion am Kontext und im Kontext. Die Sachverhalte hängen noch sehr eng am

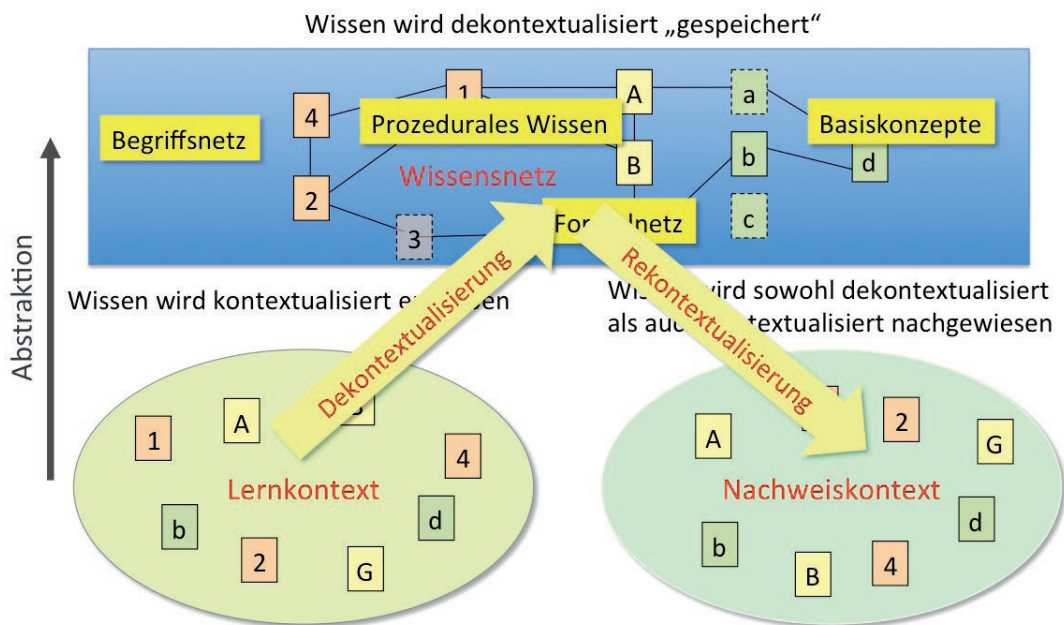


Abb. 9: Kontextualisierung, Dekontextualisierung und Rekontextualisierung

Kontext, Sachkontext und Lernkontext fallen nach wie vor zusammen. Hier darf der Unterricht nicht stehenbleiben und schon gar nicht abrechnen.

5. Wissen wird bei der Kontextorientierung kontextualisiert erworben, jedoch - wie wir aus der Neurobiologie wissen - dekontextualisiert gespeichert und rekontextualisiert gefestigt. Andernfalls entwickelt sich keine Wissensstruktur, die vom Kontext gelöst ist. Das neue Wissen wurde in einem bestimmten Kontext gelernt (= Lernkontext). Damit es aber verfügbar wird, muss es vom Kontext gelöst werden (Dekontextualisierung). Nachhaltiges Wissen wird in Begriffs- und Wissensnetzen verankert. Darüber hinaus wird in diesem Schritt Lernbewusstheit hergestellt, indem der Lernzuwachs dem Lerner deutlich und bewusst wird.

6. Im sechsten Schritt wird der Lernzuwachs nachhaltig im Langzeitgedächtnis verankert. Die Lerner wenden das Gelernte (= Wissensnetz) auf neue Aufgabenstellungen und in einem abgewandelten oder neuen Kontext (= Nachweiskontext) an. Es findet eine Rekontextualisierung statt. So wird erprobt, ob der Kompetenzzuwachs einem erfolgreichen handelnden Umgang standhält. Das Gelernte muss gefestigt und durch Übung verfügbar gemacht werden.

Kontextualisierung, De- und Rekontextualisierung sollten mit den Lernern metareflexiv angegangen und geübt werden. Kontextorientiertes Lernen unterstützt und fördert die Kompetenzentwicklung, ist aber weder eine notwendige noch eine hinreichende Bedingung für eine Kompetenzentwicklung (Abb. 9).

Fachdidaktische Ausbildungsaufgaben als ein Instrument der fachdidaktischen Ausbildung

Fachdidaktische Kompetenzen werden nicht gelehrt, sondern **durch fachdidaktisches Handeln** und in physikalischen und fachdidaktischen Anforderungssituationen **an physikalischen und fachdidaktischen Inhalten** u.a. mit fachdidaktischen Ausbildungsaufgaben erworben. Ausbildungsaufgaben sind in einen Ausbildungskontext und in ein Ausbildungscurriculum eingebettet. Das Ausbildungscurriculum ist nicht thematisch portioniert (kein Themenplan), sondern kompetenzorientiert nach Anforderungssituationen gestuft.

Definition der Ausbildungsaufgabe

- Eine Ausbildungsaufgabe ist eine Aufgabe aus dem Lernraum der Studierenden bzw. der Referendare zum Zwecke der beruflichen Kompetenzentwicklung.
- Sie sind an der Unterrichtspraxis orientiert.
- Sie sind dem Ausbildungsstand entsprechend gestuft gestaltet.
- Es werden immer auswertbare Lernprodukte erstellt, an denen der Kompetenzstand rückgemeldet werden kann.

Entsprechend dem Ausbildungsstand unterscheiden sich die Ausbildungsaufgaben:

- In den Ausbildungsaufgaben I wird in einem definierten Bereich in enger Betreuung fachdidaktisch analysiert, strukturiert, definiert, charakterisiert, Wissen umgewälzt, ... Die fachdidaktischen Lernprodukte sind oft "Schreibetischeprodukte". Die Aufgabenstellungen sind dergestalt, dass der Studierende/ Referendar nachahmen und adaptieren muss.
- In den Ausbildungsaufgaben II wird darüber hinaus unter beratender Betreuung fachdidaktisch entwickelt, gestaltet und in einem engen Bereich reduzierter Komplexität erprobt. Die Lernprodukte umfassen zusätzlich eine Evaluation und Selbstreflexion. Die Aufgabenstellungen sind dergestalt, dass der Studierende/ Referendar adaptieren und entwickeln muss.
- In den Ausbildungsaufgaben III wird darüber hinaus unter beobachtender Betreuung in einem weiten Bereich mit der gesamten fachdidaktischen Komplexität erprobt. Die Lernprodukte umfassen zusätzlich eine Evaluation und

Selbstreflektion. Die Aufgabenstellungen sind dergestalt, dass der Studierende/ Referendar entwickeln und ver-netzen muss.

Im Rückgriff auf die eingangs dargestellten Aufgaben A und B zum Wasserkocher werden drei gestufte Ausbildungsaufgaben konkret vorgestellt.

Ausbildungsaufgabe I:

Kompetenzen sehen und analysieren

1. Analysieren Sie die Aufgabenstellungen A und B im Hinblick auf Kompetenzbereiche und -stufen. Nutzen Sie dazu die Kompetenzmatrix.
2. Analysieren und bewerten Sie die Schreibprodukte der Schüler hinsichtlich der Kompetenzen.
3. Geben Sie den Schülern eine Rückmeldung.
4. Charakterisieren Sie die Aufgabenstellungen A und B vergleichend.
5. Beschreiben Sie die dahinterstehenden fachdidaktischen Konzepte und die Vorstellungen von Physikunterricht.

In der Ausbildungsaufgabe I analysieren die Studierenden und entdecken die zu fördernden Kompetenzen. Dazu werden Informationen zu den Nationalen Bildungsstandards incl. der Kompetenzmatrix eingespeist. Die Studierenden lernen Grundzüge der Diagnose und Rückmeldung kennen und geben den Schülern ein förderliches Feedback. Sie setzen sich anhand eines Skripts mit fachdidaktischen Konzepten und Vorstellungen auseinander und entdecken und formulieren diese an der konkreten Aufgabenstellung A bzw. B. Stellt sich die Ausbildungsaufgabe I im Sinne des Modelllernens noch als "Vormachaufgabe" dar, so erhöht sich der Grad der Selbstständigkeit in der Ausbildungsaufgabe II deutlich.

Ausbildungsaufgabe II:

Aufgabenstellungen entwickeln

1. Entwickeln Sie eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung B zur "Physik des Wasserkochers" unter Nutzung des beigefügten Datenblatts und des Testberichts im Kontrast zu der Aufgabenstellung A.
2. Entwickeln Sie die Materialbox, die Hilfen und stellen Sie die Aufgabe in eine Lernlinie.
3. Beschreiben Sie mögliche Lernprodukte, Kompetenzen, notwendiges Vorwissen, zu erwerbendes Wissen, Hilfen, Dokumentationsformen, ...
4. Stellen Sie Ihre kommentierte Aufgabe in Moodle ein.
5. Sichten und kommentieren Sie die Aufgaben der Studierenden.

In der Ausbildungsaufgabe II entwickeln die Studierenden bzw. die Referendare selbst eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung B unter der Voraussetzung, dass ihnen die Musterlösung nicht bekannt ist. Sie müssen die Materialbox und die Lernhilfen selbstständig entwickeln und mögliche Lernprodukte antizipieren. Notwendiges Vorwissen, zu erwerbendes Wissen und Dokumentationsformen sind als fachdidaktische Lernprodukte zu beschreiben und die fachdidaktischen Lernprodukte anderer Studierender sind zu kommentieren. Der Grad der Selbstständigkeit ist gegen-

über der Ausbildungsaufgabe I erhöht. Dieser erhöht sich nochmals in der Ausbildungsaufgabe III.

Ausbildungsaufgabe III:

Lernprodukte diagnostizieren

1. Unterrichten Sie Ihre geplante Unterrichtsreihe zur "Physik des Wasserkochers".
2. Analysieren Sie drei ausgewählte Lernprodukte und diagnostizieren Sie die Kompetenzstände der Lerner.
3. Geben Sie den drei Lernern eine individuelle Rückmeldung.
4. Evaluieren Sie Ihre Aufgabenstellung und optimieren Sie diese.

Die Ausbildungsaufgabe III ist auf das erprobende Handeln im Klassenraum ausgerichtet und verweist auf den Vorbereitungsdienst.

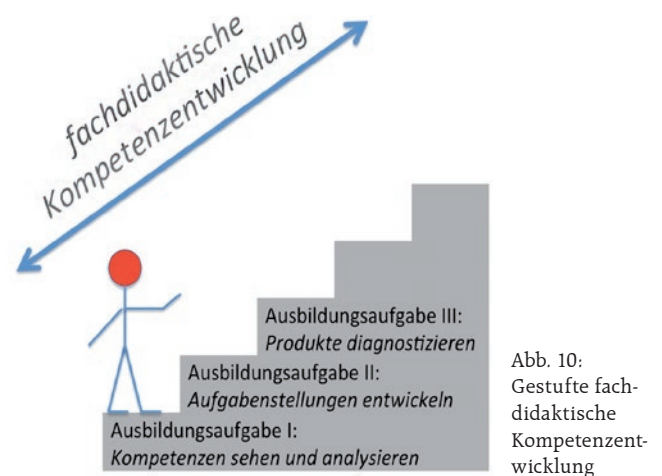


Abb. 10: Gestufte fachdidaktische Kompetenzentwicklung

Mit den gestuften Ausbildungsaufgaben werden fachdidaktische Kompetenzen gestuft entwickelt.

Der Studierende lernt

- in Aufgaben Kompetenzen zu sehen und zu analysieren,
- aus vorgefundenen Aufgaben kompetenzorientierte zu entwickeln,
- kompetenzorientierte Aufgaben in eine Lernlinie einzubinden.

Der Referendar lernt

- niveaudifferenzierte Aufgaben zu entwickeln und einzusetzen,
- kompetenzorientierte Aufgaben lernschrittgerecht und zeitökonomisch einzusetzen,
- an Lernprodukten den Kompetenzstand zu diagnostizieren und zum Weiterlernen zu nutzen.

Die Einbettung von fachdidaktischen Ausbildungsaufgaben im Fachdidaktikseminar

Zur Didaktik der Fachdidaktikseminare

- Die Studierenden werden durch Aufgabenstellungen in den handelnden Umgang mit physikalischem und fachdidaktischem Wissen gebracht.

- An Schülermaterialien (Aufgaben, Experimenten, Schulbuchtexte, Lernprodukte, ...) entwickeln die Studierenden fachdidaktische Aufgabenstellungen für die Studierenden.
- Physikalisches und fachdidaktisches Wissen wird begleitend eingespeist.

Der Ablauf der Seminarsitzungen

Der Ablauf der Seminarsitzungen orientiert sich an dem Modell des Lernens, jedoch unter den Bedingungen der Erwachsenenpädagogik. Die Studierenden spielen nicht Schule, und spielen nicht Schüler. Die Studierenden setzen sich mit fachdidaktischen Fragestellungen und Konzepten auseinander und zwar an Schülermaterialien und fachdidaktischen Materialien mit Methoden wie sie auch im Fachunterricht eingesetzt werden.

Eine Seminarsitzung gliedert sich in mehrere Lernschritte. Das Herzstück des fachdidaktischen Lernens ist die Bearbeitung von fachdidaktischem Lernmaterial durch die Seminararteilnehmer. Die Teilnehmer arbeiten hart und intensiv an anspruchsvollen, herausfordernden Lernmaterialien. Das können sein: Unterrichtsmaterialien, Schulexperimente, Arbeitsblätter, Lernstationen, Unterrichtsbeispiele, Unterrichtsmitsschnitte, Schülerumfragen, Lernprodukte von Schülern, Unterrichtsmethoden, Lehrbuchseiten, YouTube-Videos, ...

An passender Stelle wird fachdidaktisches Wissen durch Informationsinputs in Form von PPT-Vorträgen, Infoblättern, Handouts, Theorieeinschüben, ... eingespeist. Diese Theorieelemente haben eine doppelte Funktion. Einerseits begleiten sie die Lernmaterialien und andererseits verknüpfen sie die Erfahrungs- und Praxisebene mit der Theorieebene. Die fachdidaktischen Lernmaterialien müssen von den Gestaltern der Sitzungen mit passenden, guten Aufgabenstellungen verbunden sein. Es handelt sich bei diesen Aufgabenstellungen um fachdidaktische Aufgabenstellungen für Studierende und nicht um Aufgabenstellungen für Schüler. Die fachdidaktischen Aufgabenstellungen können sich durchaus gelegentlich auf Aufgabenstellungen für Schüler beziehen.

Steuerungen durch die Seminarleitung

Die Seminarleitung muss zur Steuerung fachdidaktische Lernmaterialien mit passenden Aufgabenstellungen einbringen und die Seminarveranstaltung passend moderieren und eine gute Diagnostik und Rückmeldung betreiben.

Die in die Seminarveranstaltung eingespeisten Materialien setzen sich in der Regel aus folgenden Elementen zusammen:

1. **Fachdidaktisches Hintergrundwissen**, z.B. in Form eines Vortrags, eines Basisartikels, eines Handouts, eines Infoblattes, ...
2. **Schülermaterialien**, z.B. Arbeitsblätter mit Aufgabenstellungen, eine Experimentierbox mit Aufgabenstellungen, eine Lernstation, ein Sortiment an Hausaufgaben, an Lei-

stungsüberprüfungen, an verschiedenen Lernaufgaben, an Diagnoseaufgaben, ... oder **Schülerprodukten**, z.B. Lernprodukte von Schülern, Schülerprotokolle, ... oder **Unterrichtsszenen**, z.B. videografierte Unterrichtsszenen, transkribierte Unterrichtsszenen, ...

3. **Fachdidaktische Aufgabenstellungen (Ausbildungsaufgaben)**, die zu einem Lernprodukt der Seminargruppe führen, z.B. der Entwurf von Aufgabenstellungen für Schüler, die Diagnose und Bewertung von Lernprodukten der Schüler, Umarbeitung einer Unterrichtsreihe in eine kontextorientierte Reihe, ...
4. Ggf. muss auch **physikalisches Hintergrundwissen** eingegeben werden.

Die Eingabe von Materialien kann im Vorlauf, als vorbereitende Hausaufgabe oder in der Sitzung selbst erfolgen. In den Sitzungen werden gemäß der Erwachsenenpädagogik Methoden eingesetzt, die Modellcharakter für den Unterricht haben. Auch die personale Steuerung hat Modellcharakter. In diesem Sinne sind die Seminarveranstaltungen ein Modell für guten Unterricht nach dem Lehr-Lern-Modell gemäß dem Seminarfachdidaktischen Imperativ: "Gestalte die Seminarsitzungen (unter Berücksichtigung erwachsenpädagogischer Bedingungen) so, dass sie als Modellfall für guten Unterricht gemäß dem Lehr-Lern-Modell dienen."

Literatur

- HEPP, R., KRÜGER, A., LEISEN, J. (2003): Methoden-Werkzeuge. Naturwissenschaften im Unterricht Physik 75/76
- KLIEME, E. et al. (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise, hrsg. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
- KUHN, J., MÜLLER, A., MÜLLER, W., VOGT, P. (2010): Kontextorientierter Physikunterricht. Praxis der Naturwissenschaften – Physik 5, 13-25
- LEISEN, J. (Hrsg.) (2005): Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? – Sprache und Physikunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht Physik 87, 4-9
- LEISEN, Josef (2010): Lernprozesse mithilfe von Lernaufgaben strukturieren. Informationen und Beispiele zu Lernaufgaben im kompetenzorientierten Unterricht. Naturwissenschaften im Unterricht Physik 117, 9-13
- LEISEN, J. (2011): Kompetenzorientiert unterrichten – Fragen und Antworten zu kompetenzorientiertem Unterricht und einem entsprechenden Lehr-Lern-Modell. Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 123/124, 4-10
- LEISEN, J. (2013): Handbuch Sprachförderung im Fach – Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Stuttgart: Klett
- VOGT, P. (2011): Physik rund um den Wasserkocher. Experimentelle und theoretische Untersuchung eines Alltagsgeräts. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik 121, 33-35.
- WEINERT, F. E. (2001): Leistungsmessung in Schulen – Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim u. Basel