



## Lernaufgaben als Lernumgebung zur Steuerung von Lernprozessen

### Was ist eine Lernaufgabe?

Im ersten Definitionsversuch ist es eine Aufgabe, in der der Lerner etwas lernt. Diese Definition greift zu kurz, denn es gibt keine Aufgabe bei der ein Schüler nichts lernt, und sei es dass er gelernt hat, nichts Neues gelernt zu haben.

Ein neuer Definitionsversuch: Eine Lernaufgabe ist eine Aufgabe in der der Lerner etwas Neues lernt. Dann wäre auch folgende Aufgabe eine Lernaufgabe: Schlag im Lexikon nach, was „Acquit“ bedeutet. Hier würde der Lerner etwas Neues lernen, nämlich dass es ein veraltetes Wort für „Empfangsbestätigung“ ist, das an den gängigeren Begriff „Quittung“ erinnert. Auch diese Definition greift zu kurz, sie fokussiert auf neues Faktenwissen und nicht auf den Lernprozess, nicht auf die Selbsttätigkeit dabei, nicht auf den handelnden Umgang mit Wissen, nicht auf die Kompetenzentwicklung.

Das alles ins Positive gewendet, führt zur Definition des Begriffs Lernaufgabe:

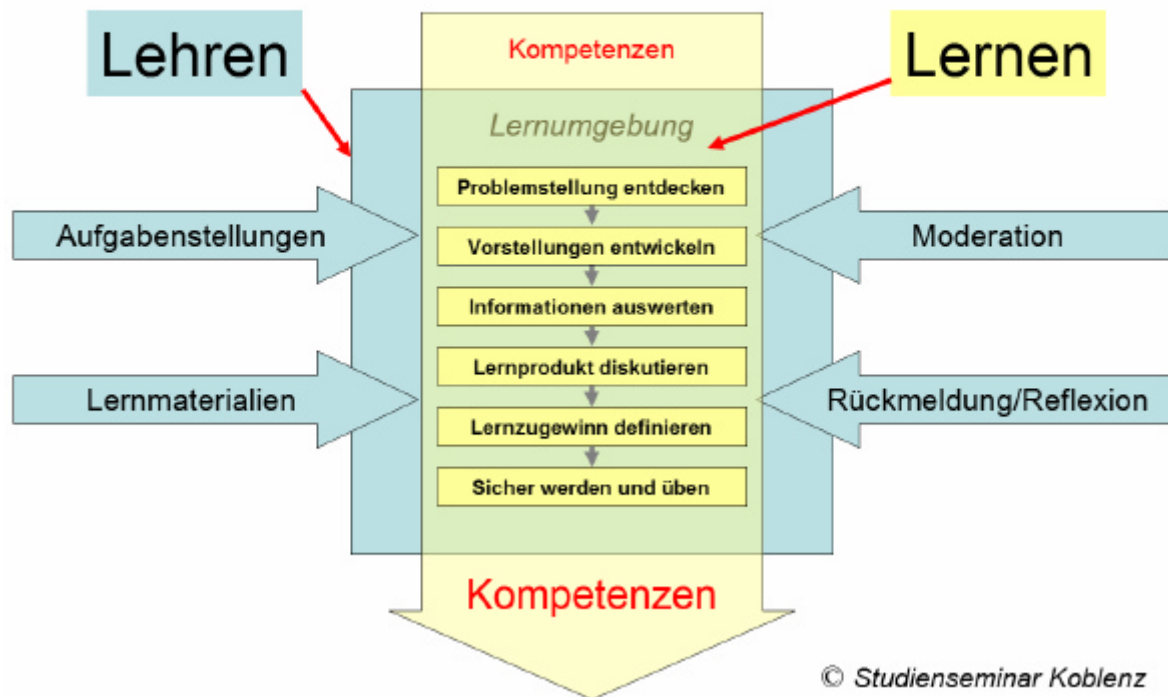
*Eine Lernaufgabe ist eine Lernumgebung zur Kompetenzentwicklung. Sie steuert den individuellen Lernprozess durch eine Folge von gestuften Aufgabenstellungen mit entsprechenden Lernmaterialien so, dass die Lerner möglichst eigenständig die Problemstellung entdecken, Vorstellungen entwickeln und Informationen auswerten. Dabei erstellen und diskutieren sie ein Lernprodukt, definieren und reflektieren den Lernzugewinn und üben sich abschließend im handelnden Umgang mit Wissen. Eine Lernaufgabe ist eine Lernumgebung zur Kompetenzentwicklung.*

*Kurzfassung: Eine Lernaufgabe ist eine Lernumgebung zur Kompetenzentwicklung und steuert den Lernprozess durch eine Folge von gestuften Aufgabenstellungen mit entsprechenden Lernmaterialien.*

Die Steuerung des Lernprozesses wird in einer Lernaufgabe von der Lehrkraft an die Lernaufgabe abgegeben. Der Lernprozess einer Lerneinheit (nicht notwendigerweise eine 45 Minuten-Stunde) findet in einer lernpsychologisch abgesicherten Schrittfolge statt. Insofern basiert die Definition der Lernaufgabe auf einem Lern- Lehr-Modell.

### Welche Rolle haben Lernaufgaben im Lehr-Lern-Prozess?

# Modell des Lehr-Lern-Prozesses



© Studienseminar Koblenz

## 1. Schritt: Problemstellung entdecken

Es gilt zunächst, die Problemstellung (Fragestellung, Thema, Aufgabe, Relevanz, ...) zu entdecken und zu entfalten. In diesem und dem nachfolgenden Schritt wird das affektive und kognitive System des Lerners durch eine „Störung“ ins Ungleichgewicht gebracht und damit der Lernerreiz geschaffen, das affektive und kognitive System wieder ins Gleichgewicht zu bringen (z.B. durch Assimilation oder Äquilibration). Die individuell passende „kalkulierte Überforderung“ als eine Form der Störung bringt den Lernenden in das Ungleichgewicht.

## 2. Schritt: Vorstellungen entwickeln

In einem zweiten Schritt werden individuelle Vorstellungen dazu entwickelt, verhandelt und in das Plenum gebracht. Dazu gehört auch das Einbringen der Vorerfahrungen, des Vorwissens, der Meinungen, Einstellungen etc. Das ist einerseits bereits ein Lernprozess und andererseits die Basis für das nachfolgende Lernen. Der Erfahrungs- und Wissensstand wird bewusst und öffentlich gemacht.

## 3. Schritt: Informationen auswerten

Ohne neue Informationen, Daten, Erfahrungen, Anstöße von außen wird kein Lernzuwachs im intendierten Sinne stattfinden. Deshalb erhalten die Lerner entsprechende Informationen über Lernmaterialien oder durch die Lehrkraft, welche die Lerner individuell oder in geeigneten Sozialformen bearbeiten und auswerten. In diesem dritten Lernschritt werden Lernprodukte materieller Art (z.B. Tabelle, Mindmap, Text, Skizze, Bild, Diagramm, ...) oder auch immaterieller (geistiger) Art in Form von Erkenntnissen erstellt. Hier findet ein Lernzuwachs statt. Der Lernzuwachs, der Lernmehrwert, der Erkenntniszuwachs, die Kompetenzerweiterung ist - bildlich gesprochen - noch in einem amorphen, instabilen und flüssigen Zustand und muss in der nachfolgenden Phase „gerinnen“, sich stabilisieren und verfestigen.

## 4. Schritt: Lernprodukt diskutieren

Bei der Auswertung der Informationen und dem Erstellen des Lernproduktes werden neue Vorstellungen gebildet, alte werden erweitert oder ausgeschärft und präzisiert. Diese individuellen neuen Vorstellungen werden im vierten Schritt artikuliert, verbalisiert, umgewälzt und mit denen anderer Lerner abglichen und verhandelt. In diesem Schritt wird sich die Lerngruppe auf gemeinsame Erkenntnisse im Sinne eines „gemeinsamen Kerns“ verständigen. Indem das Lernprodukt in der Gruppe diskutiert wird, gerinnen die Erkenntnisse und Lernzuwächse zu einem Konzentrat.

#### 5. *Schritt: Lernzugewinn definieren*

Im fünften Schritt wird der Lernzuwachs durch den Vergleich mit den im 2. Schritt entwickelten Vorstellungen definiert. Der Lernzuwachs wird als Kompetenz im handelnden Umgang mit Wissen erprobt. Die Lerner müssen das Gelernte auf neue Aufgabenstellungen evtl. in einem neuen Kontext anwenden. So wird erprobt, ob der Kompetenzzuwachs einem erfolgreichen handelnden Umgang standhält. Darüber hinaus wird in diesem Schritt Lernbewusstheit hergestellt, indem der Lernzuwachs dem Lerner deutlich und bewusst wird.

#### 6. *Schritt: Sicher werden und üben*

Im sechsten Schritt wird das in einem bestimmten Kontext gelernte und eventuell in einem anderen Kontext angewandte neue Wissen dekontextualisiert und in einem erweiterten und ausgebauten Wissensnetz verankert. Da das Einspeichern in das Gedächtnis gehirnphysiologisch einen anderen Weg nimmt als das Abrufen, wird das Nutzen des Gelernten geübt und der handelnde Umgang mit dem Wissen wird habitualisiert.

Aus der Definition der Lernaufgabe geht hervor, dass diese eine Ablaufstruktur haben, die mit der im Lehr-Lern-Modell korrespondiert bzw. übereinstimmt:

1. Vorstellung des Kontextes und Entdeckung des Problems
2. Erster Zugriff auf das Problem und Entwicklung von Vorstellungen
3. Reaktivierung des Vorwissens und Auswertung neuer Informationen
4. Erarbeitung des Neuen Schritt für Schritt und Erstellung eines Lernproduktes
5. Bewusstmachung des neu Erlernten und Definition des Lernzugewinns
- ↓ 6. Selbstüberprüfung, Verankerung im Wissensnetz und Anwendung auf andere Beispiele

Der Lernprozess wird von der Lehrkraft über die folgenden vier Größen gesteuert:

1. Aufgabenstellungen
2. Lernmaterialien und Methoden
3. Gesprächsführung und Moderation
4. Diagnose, Rückmeldung und Reflexion.

Die ersten beiden Steuerungen haben materialen Charakter. Die letzten beiden Steuerungen haben personalen Charakter.

#### *Steuerung 1: Aufgabenstellungen*

Aufgabenstellungen sind eine entscheidende Stellgröße im Kompetenzentwicklungsprozess und berücksichtigen den individuellen Kompetenzstand der Lerner. Sie sollten binnendifferenziert, also gestuft und individualisiert gestaltet sein und passende Strategien beinhalten (z.B. Lesestrategien, Experimentierhilfen, ...). Die Aufgabenstellungen sollten zudem angemessen fordernd sein, also hinreichend komplex, bedeutsam, authentisch, anspruchsvoll und an die Lerngruppe angepasst. Aufgabenstellungen zielen auf ein auswertbares Lernprodukt ab (z.B. Flussdiagramm, Begriffsnetz, Verfahrensplan, Mindmap, Tabelle, Versuchsskizze, Verlaufsplan, Schema, Text, Organigramm, ...).

#### *Steuerung 2: Lernmaterialien und Methoden*

Lernmaterialien (z.B. Gegenstände, Experimentiermaterialien, Bilder, Zeichnungen, Texte, Hörtexte, Filme, Comics, Sprechblasen, Berichte, ...) initiieren und begleiten den Lernprozess. Sie sind in der Regel Teil der Aufgabenstellungen.

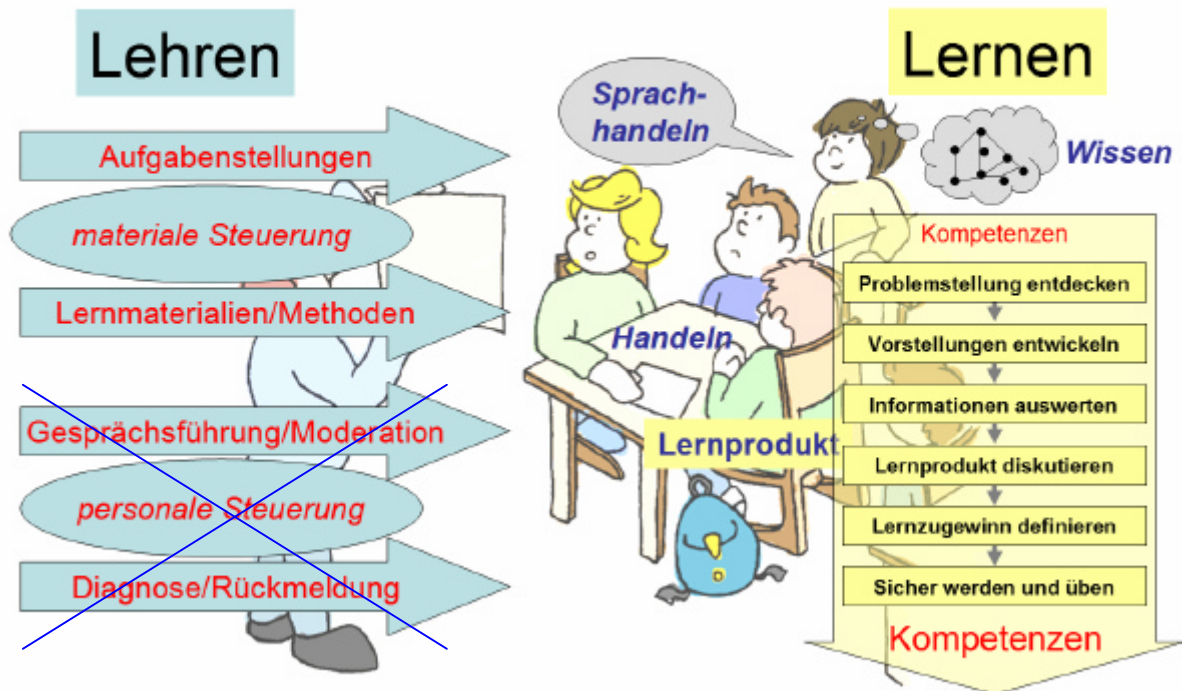
#### *Steuerung 3: Gesprächsführung und Moderation*

Der Lernprozess wird von der Lehrkraft moderiert und durch Methoden und Medien begleitet (z.B. Lehrvortrag, Experiment, Film, Sachtext, Unterrichtsgespräch, Radiobeitrag, Podcast, Multimediale Lernumgebung, Internetrecherche, Experteninterview, ...). Die Methoden haben unterschiedliche Steuerungspotenziale.

#### *Steuerung 4: Diagnose, Rückmeldung und Reflexion*

Rückmeldungen durch die Lehrkraft sind im Lernprozess ebenfalls eine wichtige Stellgröße. Eine methodische Möglichkeit zur Reflexion ist das Vergleichen und Bewerten von Lernprodukten. Der jeweilige Lernzuwachs lässt sich dabei durch Vergleich der eigenen Vorstellung und des Wissens vor und nach dem Unterricht ermitteln. Das kann durch Lerntests erfolgen, aber auch durch eine Diagnose des Vernetzungsgrades in Begriffsnetzen, durch Bewerten von Zitaten, Meinungen und Situationen. Zur Reflexion gehört auch Sprachbewusstheit, die Sensibilität für Sprache(n) und ihre Formen, Strukturen, Funktionen sowie deren Gebrauch.

# Lern-Lehr-Prozess



In einer Lernaufgabe wird die Steuerung des Lernprozesses von der Lehrkraft an die Lernaufgabe abgegeben. Die Lehrkraft steuert indirekt in der Planung und Aufbereitung der Lernaufgabe. Im Unterricht selbst tritt die Lehrkraft zurück und überlässt die Steuerung des Lernprozesses der Lernaufgabe.

Warum aber braucht es Lernaufgaben, wenn die Steuerung genauso gut oder gar besser von der Lehrkraft selbst vorgenommen werden kann? Warum verzichtet die Lehrkraft auf die personale Steuerung zugunsten einer ausschließlich materialen Steuerung.

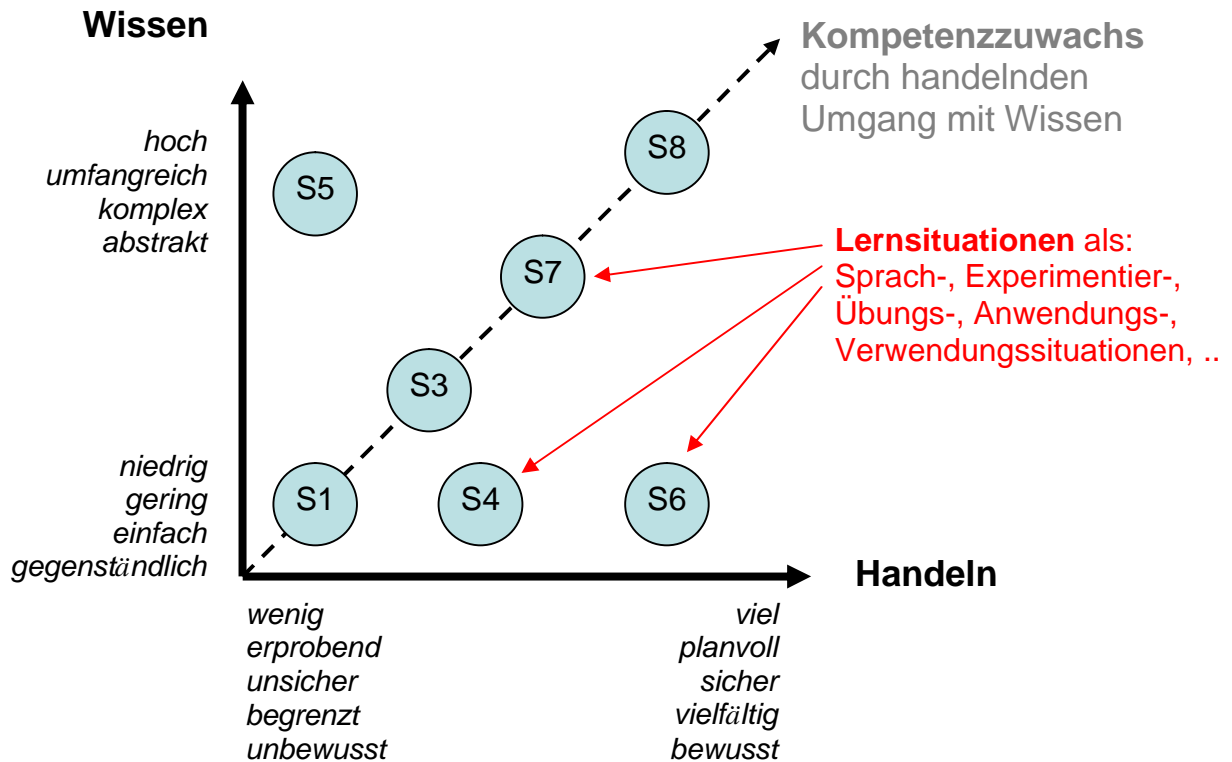
Auf der Ebene der Lernpsychologie lässt sich die Entwicklung von Kompetenzen als „Umbau neuronaler Strukturen“ beschreiben, die im Schülerkopf stattfinden. Dies braucht Zeit und kann als „Reifung“ interpretiert werden. Diese „Reifung“ ist aber ein höchst individueller Prozess, der auf individuellen Wegen mit einer jeweils eigenen Geschwindigkeit stattfindet. Lernaufgaben bieten hier die erforderlichen, individuell passenden Lernumgebungen - sofern sie mit abgestuften Lernhilfen versehen sind.

Der Lehrkraft kommt dabei nur die Rolle der Prozessbegleitung zu, indem sie regelt und steuert. Ihre Aufgabe ist es, Lernumgebungen zu planen und zu schaffen, in denen ihre Schülerinnen und Schüler handelnd mit Wissen umgehen und zu *definierten* Lernergebnissen kommen. Diese Lernergebnisse werden in Form von „Lernprodukten“ ausgewertet, die den Blick auf eine in dieser Lernumgebung schwerpunktmäßig zu entwickelnde Kompetenz ermöglichen. Die Lehrperson diagnostiziert dabei den jeweiligen Kompetenzstand und kennt Instrumente, die Kompetenzentwicklung zu steuern und transparent zu machen. Dies leistet sie bei Lernaufgaben im Vorfeld - am Schreibtisch.

## Was leisten Lernaufgaben für die Kompetenzentwicklung?

Jeder Lerner bringt bereits Kompetenzen mit in den Unterricht. Ziel von Unterricht ist es, die bereits bestehenden Kompetenzen auf ein höheres Niveau hin zu entwickeln. Der individuelle Ausprägungsgrad naturwissenschaftlicher Kompetenz zeigt sich in der Fähigkeit, Wissen zu erwerben, zu kommunizieren, zur Problemlösung zu nutzen oder zu reflektieren um damit Bewertungen vornehmen zu können. Eine hohe naturwissenschaftliche Kompetenz drückt sich durch ein besonders hohes Maß an transferfähigem und vielfältigem Wissen **und** durch zielgerichtetes und systematisches

Handeln aus. **Kompetenz wird definiert als, handelnder Umgang mit Wissen.** Der Anforderungsbereich einer Lernsituation oder der Kompetenzstand eines Lerners sind folglich sowohl durch Wissen als auch durch Handeln definiert. Die grafische Darstellung erlaubt es, das Anspruchsniveau einer Lernsituation oder den Lernstand eines Lerners einzuordnen.



Der Kompetenzzuwachs generiert sich aus dem Wissen und dem (Sprach)Handeln. Die Lernsituationen können nun so gestaltet werden, dass z.B. geringes Wissen erprobend (S1) oder anspruchsvolles Wissen in einem eng begrenzten Bereich angewendet wird (S5). Denkbar sind auch Situationen, in denen z.B. einfaches und geringes Wissen planvoll, sicher und umfangreich in Handlungssituationen angewendet wird (S6). Alle Lernsituationen können vorkommen, ideal sind jedoch solche, in denen ein angemessenes Wissen in angemessen und herausfordernden Situationen zum Handeln führt (S3), (S7) oder (S8).

Zur Kompetenzentwicklung werden die Lerner durch eine Lernaufgabe in Situationen, z.B. Sprach-, Experimentier-, Übungs-, Anwendungs-, Verwendungssituationen, etc. gebracht, die als Lernsituationen fungieren. (Ähnliche Situationen können auch als Leistungssituationen konstruiert werden, in denen der Lernende zeigen muss, welche Kompetenzen er auf welchem Niveau erreicht hat.) Die vertikale Verschiebung in der Darstellung wird durch wissensbetonte Aufgabenstellungen in der Lernaufgabe erreicht, die horizontale Verschiebung durch Aufgabenstellungen, in denen der „handelnde Umgang“ (mit Fachwissen) thematisiert, reflektiert oder geübt wird. In kompetenzorientierten Lernaufgaben wird Wissenserwerb/Wissensanwendung mit Handlungserwerb/Methodenanwendung kombiniert. „Inhaltslernen“ und „Methodenlernen“ gehen in den Lernaufgaben zusammen.

### Was unterscheidet Lernaufgaben von Leistungsaufgaben?

Der Unterricht in Deutschland fokussiert durchgängig mehr auf Leistungssituationen und weniger auf Lernsituationen. Es wird zu wenig zwischen Lern- und Leistungssituationen unterschieden; beides wird ständig miteinander vermischt. Das hat für den Lernprozess unheilvolle Auswirkungen, weil beide unterschiedlichen psychologischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen:

- Wer sich in einer Lernsituation wähnt, will Neues lernen, Lücken schließen, etwas verstehen.
  - Wer sich in einer Leistungssituation wähnt, will Erfolge erzielen und Misserfolge vermeiden.
- Daraus erwächst die Konsequenz, Lernsituationen und Leistungs(überprüfungs)situationen voneinander zu trennen und nicht miteinander zu vermischen. Lernaufgaben bringen Schüler in Lernsituationen und nicht in Leistungssituationen. Schon Weinert (Weinert 1999, S. 33) forderte: *„Erfolgreicher Unterricht braucht beides, und zwar im Bewusstsein der Schüler möglichst separiert: viele entspannte Gelegenheiten zum intensiven Lernen und genügend anspruchsvolle Leistungssituationen.“*

Gute Lernaufgaben als Aufgaben in Lernsituationen im Fachunterricht haben folgende Merkmale:

- Gute Lernaufgaben sind eingebettet in eine Atmosphäre des Lernens und nicht des Prüfens
- orientieren sich am Kompetenzmodell der Bildungsstandards
- sind möglichst in einen Kontext eingebettet
- knüpfen am Vorwissen der Lernenden an
- behandeln Problemstellungen, die Lernende mittels Arbeitsaufträgen selbstständig bearbeiten
- unterstützen die eigenständige Bearbeitung differenzierend durch abgestufte Lernhilfen
- führen zu einem auswertbaren Lernprodukt
- fördern das Könnensbewusstsein und zeigen den Lernzuwachs
- verankern das neu Gelernte im Wissensnetz und dekontextualisieren das Gelernte
- wenden das neu Gelernte auf andere Beispiele an.

Die Unterschiede zwischen Leistungs- und Lernaufgaben zeigt folgende Tabelle:

<b>Leistungsaufgaben</b>	<b>Lernaufgaben</b>
– ein Niveau	– unterschiedliche Niveaus
– kein thematischer Zusammenhang	– thematischer Zusammenhang
– überprüfen immer nur eine Kompetenz	– fördern integrativ unterschiedliche Kompetenzen
– haben eine eindeutige Lösung	– vielfältig im Lösungsweg und in der Lösungsdarstellung
– diagnostizieren und stellen den individuellen Förderbedarf fest	– unterstützen den individuellen Lernprozess
– werden positiv korrigiert (d.h. das Richtige wird bewertet)	– sind handlungs- und ergebnisorientiert (aus Fehlern lernen)

### **Wo haben Lernaufgaben ihre Grenzen?**

Nicht alle Themen und Lerngegenstände sind für Lernaufgaben geeignet. Es kann auch schwierig sein, das Lernniveau für alle Schüler geeignet einzustellen. Dann müssen und können verschiedene individuelle Wege angeboten werden. Das Verhältnis von Enge und Weite, von Öffnung und Geschlossenheit ist sensibel. Es mag Knackpunkte und Schlüsselstellen geben, die ohne Erklärungen des Lehrers unüberwindbar sind. Es bedarf dann Hilfestellungen (z.B. gestufte Lernhilfen) materialer oder ggf. auch personaler Art.

### **Wie konstruiert man eine Lernaufgabe?**

Bei der Konstruktion von Lernaufgaben hat sich folgendes Vorgehen bewährt:

1. das Lernthema (z.B. Auftrieb, Crash-Physik) festlegen
2. Aufgabenteile zusammensuchen
3. das neu zu lernende festlegen
4. klären, ob das neu zu lernende von den Lernenden selbstständig bearbeitbar ist (Knackpunkte erkennen) und ob das Lernthema als Lernaufgabe taugt
5. Informationen zur Auswertung zusammenstellen und Lernprodukte festlegen
6. eine Ablaufstruktur festlegen
7. Bearbeitungsaufträge formulieren, Materialien und Hilfen erstellen.

Es ist wichtig, in einer Lernaufgabe Aufgabenteile aller Schwierigkeitsgrade zu anbieten:

- Eine einfache Lernaufgabe von niedrigem Schwierigkeitsgrad erhöht das Erfolgsgefühl und wirkt positiv auf die Motivation.
- Eine Lernaufgabe von höherem Schwierigkeitsgrad erhöht auch die Motivation, eine Herausforderung zu erfüllen.

Eine Lernaufgabe als eine Lernumgebung zur Kompetenzentwicklung steuert den individuellen Lernprozess durch eine Folge von gestuften Aufgabenstellungen mit entsprechenden Lernmaterialien. Lernaufgaben sind Teil der Lern- und Aufgabenkultur und greifen nur, wenn Lernsituationen von Leistungssituationen getrennt sind.

### **Beispiel einer Lernaufgabe**

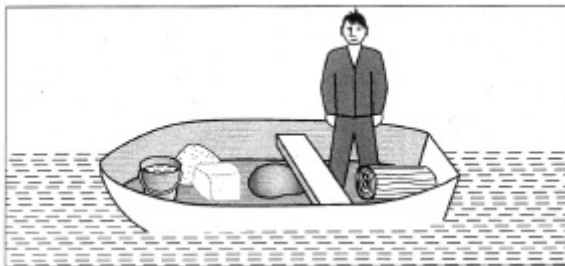
Die folgende Lernaufgabe zum „Auftrieb“ ist entlang dem Lern-Lehr-Prozess strukturiert.

## Lernaufgabe zum Auftrieb

In der folgenden Aufgabe arbeitet ihr in Dreigruppen zusammen. Ihr erarbeitet Euch selbstständig die Physik, die hinter dem Problem steht. Die Reihenfolge der Aufgaben leitet Euch durch die Erarbeitung, ist aber nicht zwingend. In Notfällen stehe ich als Helfer zur Verfügung.

1. *Euch wird ein physikalisches Problem vorgestellt.*
2. *Ihr entwickelt Ideen und Hypothesen dazu.*
3. *Ihr führt das Experiment im Modell selbst durch, wiederholt euer Vorwissen und nutzt neue Informationen und erklärt euch das Ergebnis.*
4. *Ihr vergleicht euer Ergebnis mit anderen Gruppen.*
5. *Ihr stellt fest, was ihr dazu gelernt habt.*
6. *Ihr übt euer neues Wissen und wendet es auf andere Beispiele an.*

In einem Boot befinden sich (A) ein Stein, (B) ein Holzstück, (C) Wasser im Eimer, (D) ein Eisblock, (E) ein Sandhaufen, (F) eine Person.

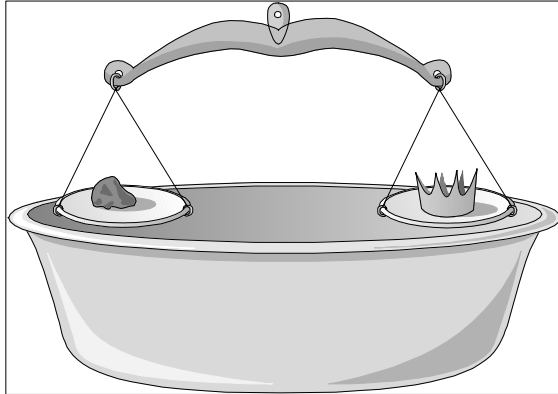


### Aufgabenstellungen:

1. Das physikalische Problem: In einem Boot auf einem See befinden sich (A) ein Stein, (B) ein Holzstück, (C) Wasser im Eimer, (D) ein Eisblock, (E) ein Sandhaufen, (F) eine Person.
2. Bildet eine Hypothese zu folgender Frage:  
*Was passiert mit dem Wasserspiegel des (winzigen) Sees, wenn die einzelnen Teile in den See geworfen bzw. geschüttet werden? Steigt, sinkt er oder bleibt er gleich?*
3. a) Führt das Experiment im Modell mit den Materialien auf dem Experimentiertisch durch und überprüft eure Hypothese.  
b) Beschreibt das Experiment.  
c) Wiederholt euer Wissen zum Begriff der Dichte und gebt es schriftlich wieder.  
d) In dem Dialog zwischen Archimedes und König Hieron findet ihr Erklärungen und Argumente, um das Ergebnis im Experiment zu verstehen.  
e) Begründet das Ergebnis mit dem folgenden Gedankenexperiment: Ein wassergefüllter Luftballon wird in den See getaucht. Was passiert mit ihm unter Wasser? Denkt euch nun das Wasser in dem Luftballon durch Sand ersetzt, anschließend durch Styropor.  
f) Formuliert ein Gesetz: Jeder Körper wird in einer Flüssigkeit um so viel leichter wie ...
4. Vergleicht euer Ergebnis mit dem einer anderen Gruppe und mit dem auf dem Lehrertisch.
5. a) Schreibt das, was ihr noch nicht verstanden habt in eine Frage um und gebt sie dem Lehrer.  
b) Macht es einen Unterschied, ob es ein Süßwassersee, Salzwassersee oder ein Ölsee ist?  
c) Was unterscheidet das Modellexperiment vom Realexperiment auf dem See?  
d) *freiwillige Aufgabe: Fertigt eine Zeichnung an und zeichnet die wirksamen Kräfte ein. Argumentiert mit den eingezeichneten Kräften.*  
e) *freiwillige Aufgabe: Leite eine Formel für die Auftriebskraft an einem eingetauchten Quader her.*
6. Beantwortet folgende Fragen:
  - a) Wir tauchen 2 Körper mit demselben Volumen, aber mit verschiedener Gewichtskraft in Wasser ein. Wo ist der Auftrieb größer?
  - b) Wir tauchen 2 Körper mit derselben Gewichtskraft, aber mit verschiedenem Volumen in Wasser ein. Wo ist der Auftrieb größer?
  - c) Eine Figur aus Bronze hat die Gewichtskraft  $F=7500\text{ N}$ . Wenn man die Figur an einem Faden vollständig in Wasser eingetaucht wird, muss man sie mit der Kraft  $F=5200\text{ N}$  am Faden halten. Prüft durch Rechnung, ob die Figur massiv oder hohl ist.

## Heureka! – Archimedes in der Badewanne

(Der folgende Dialog zwischen König Hieron II. von Syrakus und Archimedes ist erfunden.)



**König Hieron:** Mein lieber Archimedes. Nun herrsche ich schon seit fast 50 Jahren über unser schönes Sizilien. Erinnerst Du dich noch an die Geschichte, als wir den Goldschmied erwischten? Na ja, das hat ihn sein Leben gekostet. Verdient, nicht wahr?

**Archimedes:** Ja, ja, ich erinnere mich genau, als wäre es gestern gewesen. Ihr hattet Euch eine neue Krone anfertigen lassen. Wie üblich bekam der Goldschmied das Stück Gold und lieferte eine fertige Krone ab. Eine schöne Krone, das muss ich schon zugeben. Aber man ist misstrauisch. Es ist ja bekannt, dass die Goldschmiede von dem Gold immer etwas stehlen und auf dem Schwarzmarkt verkaufen. Aber der war besonders schlau. Die Goldkrone wog ganz genau so viel, wie Sie ihm als Goldklumpen gaben. Das machte ihn sicher.

**König Hieron:** ... zu sicher, denn er hat nicht mit deiner List gerechnet. Ich gab dir damals den Auftrag, den Kerl zu überführen. Du hast nachgedacht und nachgedacht, nichts fiel dir ein. Du warst sehr verärgert. Und dann plötzlich, in der Badewanne fiel es dir ein. Fast nackt kamst du zum Palast gelaufen und riefst: „Heureka, Heureka!“ Die ganze Stadt lief zusammen, zu lustig. Ich denke so gerne daran, mein lieber Archimedes. Wie kamst du bloß auf diese Idee? Du hast es ja auch in deinem Buch „Über schwimmende Körper“ beschrieben, aber ich höre es lieber von dir selbst.

**Archimedes:** Das war so: Während ich in der Badewanne saß, stellte ich mir das Stück Seife immer wieder als Goldklumpen vor. Ich brach ein Stück davon ab. Ich dachte es mir als das, was der Goldschmied Ihnen stahl. Damit das Gewicht der Krone stimmte, musste er das abgebrochene Stück durch ein anderes Metall ersetzen.

**König Hieron:** ...ja, aber wieso sieht man das nicht?

**Archimedes:** Das ist leicht zu verstehen. Das Gold wird mit dem Metall eingeschmolzen, die beiden Metalle vermischen sich so, dass man das nicht sieht.

**König Hieron:** Und wie hast du ihm den Betrug nachgewiesen?

**Archimedes:** Ich habe mir den Goldklumpen durch das minderwertige Metall ersetzt vorgestellt. Aber Gold ist das schwerste Metall, das wir kennen, das heißt: Gold hat bei gleichem Gewicht ein kleineres Volumen als jedes andere Metall. Also nimmt das Ersatzmetall ein größeres Volumen ein als das gestohlene Gold. Wenn ich nun beides unter Wasser tauche, dann ist das Ersatzmetall unter Wasser leichter als das Gold. Sie haben doch bestimmt schon mal beim Baden festgestellt, dass das Wasser beim Tragen hilft: die Beine und Arme sind unter Wasser leichter als in der Luft, die Seife und alles ist in Wasser leichter. Das Wasser hilft beim Tragen. Das nenne ich ‚Auftrieb‘. Je mehr Wasser von dem eingetauchten Gegenstand verdrängt wird, umso größer ist der Auftrieb, also die Hilfe des Wassers beim Tragen. Das ist ein Naturgesetz und ich hab es in meinem Buch aufgeschrieben.

**König Hieron:** Ach so, ich verstehe. Das Ersatzmetall verdrängt mehr Wasser als der gestohlene Goldklumpen, weil Gold die größte Dichte hat.

**Archimedes:** O, Ihre Majestät beherrschen die Fachausdrücke: Dichte. Gut, gut!

**König Hieron:** Ja, wenn man ständig mit dir zu tun hat, dann lernt man doch eine Menge. Aber lass mich verstehen, wie der Kerl erwischt wurde. Weil das Ersatzmetall mehr Wasser verdrängt als Gold, hat das Ersatzmetall einen größeren Auftrieb. Deshalb hat das Ersatzmetall unter Wasser ein kleineres Gewicht als der gestohlene Goldklumpen. Dann müsste also beides, an eine Balkenwaage gehalten, in der Luft gleich schwer sein und, wenn es in die Badewanne eingetaucht wird, müsste sich die Waagschale mit der Krone heben. Genau das haben wir dann gemacht. Du Erinnerst Dich?

**Archimedes:** Sehr gut! Majestät hatten ihn in den Festsaal gebeten. Dort hatten Sie eine große Badewanne mit Wasser aufstellen lassen. Auf der rechten Waagschale lag ein Goldklumpen. Er war genau so schwer wie der, den Sie ihm damals gaben. Der Goldschmied kam herein. Sie fragten ihn, ob er alles Gold in

der Krone verarbeitet hätte. Er sagte: „Ja, Eure Majestät, wie könnte ich Sie betrügen. Ich schwöre es bei Zeus.“ Dann nahm Ihr die Krone vom Kopf, legtet Sie auf die linke Waagschale und sie kam ins Gleichgewicht. „Seht Ihr, Eure Majestät, der Beweis. Ich habe keine Schuld“, rief der Goldschmied.

**König Hieron:** Und dann kamst du, senktest die Waage langsam in das Wasser, und sie kam aus dem Gleichgewicht. Das Gesicht des Goldschmieds werde ich nie vergessen. Er hatte es physikalisch nicht verstanden, aber er hatte verstanden, dass wir ihn überführt haben. Er kennt deine List, deinen genialen Verstand. Trotzdem kostete es ihn das Leben. Lange ist es her. Schöne Zeiten! Wir haben schwere Zeiten vor uns. Mich wird man vergessen, aber von dir wird man auch noch in 2000 Jahren reden, von dem großen Archimedes von Syrakus.

**Lexikon:**

*Archimedes (287 - 212 v. Chr.):*

griechischer Mathematiker, Denker, Erfinder

*Hieron II. (275 - 215 v. Chr.):*

König von Sizilien in der Hauptstadt Syrakus

*Hannibal (246 - 182 v. Chr.):*

General in Kartago (Nordafrika).

Er ging mit einer Armee mit Elefanten über die Alpen.

*Heureka:* griechisch für: Ich hab es gefunden!

*Auftrieb:* der scheinbare Gewichtsverlust in einer Flüssigkeit

*Dichte:* Dichte = Masse/Volumen

*Zeus:* griechischer Gott.

**Literatur:**

Weinert, F.E.: Die fünf Irrtümer der Schulreformer. In: Psychologie heute, Juli 1999, S. 28-34, S. 33

**Kontakt:**

Josef Leisen

Staatliches Studienseminar Koblenz

Emil-Schüller-Straße 12

56068 Koblenz

[leisen@studienseminar-koblenz.de](mailto:leisen@studienseminar-koblenz.de)