

# Kochen und naturwissenschaftliches Arbeiten

S. Schanze

Soll Pasta nach dem Kochen in Fett geschwenkt werden? Fragen Sie einen erfahrenen Koch und er antwortet mit einem deutlichen „Kommt drauf an!“. Worauf kommt es an? Was soll überhaupt mit dem Fett erreicht werden? Welche Erklärungen oder Hilfestellungen liefert hier die Chemie? Wie kann der Erklärung experimentell und theoretisch nachgegangen werden? Fett ist ein Geschmacksträger. Gleichzeitig verändert es aber auch das Oberflächenverhalten der Pasta. Sie neigt weniger zum Verkleben, nimmt aber gleichzeitig auch beispielsweise eine Soße schlechter auf. Wer also eine klassische Penne all'arrabbiata zubereiten möchte, der sollte auf das Fett verzichten. Schließlich soll die Pasta beim Verrühren mit der scharfen Tomatensauce noch etwas von dem wässrigen Sud der Sauce aufnehmen und so dessen köstlichen Geschmack annehmen. Fett und Wasser vertragen sich aber nicht. Die Pasta wird vom Fett umschlossen, die Oberfläche der Nudeln wirkt wasserabweisend. Kochen ist nicht *nur* Erfahrung. In den letzten Jahren haben sich eine Reihe von Naturwissenschaftlern oder Köchen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen bei der Speis Zubereitung befasst und sehr interessante Buchbeiträge dazu veröffentlicht (Kasten 1).

## Kasten 1

### Info-Kasten: Eine Auswahl

#### „naturwissenschaftlicher“ Kochbücher

- P. Barham, *Die letzten Rätsel der Kochkunst*. Springer, Berlin, Heidelberg 2003  
 J. Dollase, *Kulinarische Intelligenz*. Tre Torri Verlag, Wiesbaden 2006  
 H. This-Benckhard, *Rätsel der Kochkunst. Naturwissenschaftlich erklärt*, Springer, Heidelberg 1996  
 H. This-Benckhard, *Kulinarische Geheimnisse. 55 Rezepte – naturwissenschaftlich erklärt*. Springer, Heidelberg 1998  
 T. A. Vilgis, *Die Molekül-Küche. Physik und Chemie des feinen Geschmacks*. Hirzel, Stuttgart 2006  
 T. A. Vilgis, *Wissenschaft al dente: Naturwissenschaftliche Wunder in der Küche*. Herder, Freiburg 2008

**Forschendes Lernen** >> Der Bereich der Erkenntniskompetenz beschreibt eine Entwicklung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen, die den Lernenden dazu befähigen sollen, Problemstellungen im Sinne des Forschenden Lernens nachzugehen. Schüler entwickeln eine eigene Fragestellung und untersuchen diese mit empirischen Daten, entweder durch direkte Manipulation der Variablen in einem Experiment oder bei der Auswertung bereits existierender Informationen. Es können drei generelle Phasen unterschieden werden, die ein Prozess immer durchlaufen sollte: Problemfindung, Problembearbeitung und Sicherung. Diesen groben Phasen sind verschiedene Arbeitsweisen zugeordnet, die in Abbildung 2 aufgeführt sind. Je nach Vorbedingungen und Erfahrungen variiert die Reihenfolge, in denen die Arbeitsweisen angewandt werden. Daher ist das Schaubild nicht als starre Abfolge zu sehen. Oft beginnt der Prozess der Problemfindung bereits mit einem Experiment, um eine Fragestellung zu finden oder zu konkretisieren. Dieses ist in seinem eher explorativen Charak-

## Kasten 2

Eine „kulinarische Intelligenz“, so ein Buchtitel von Jürgen Dollase [1], kann helfen, die Vorgänge beim Zubereiten einer Speise zu verstehen und das Ergebnis zu verbessern. Gleichzeitig kann damit auch ein Spaß am Kochen und den damit verbundenen naturwissenschaftlichen Sachverhalten vermittelt werden. Erste fachdidaktische Beiträge zeigen das Interesse, dieses Thema in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren [z. B. 2]. Wir denken, dass das Kochen und Backen sogar als Anlass gelten kann, im Fachunterricht einen Zugang zum Forschenden Lernen [3, 4] zu erhalten (Kasten 2). Koch- und Backphänomene liefern genügend Zündstoff für interessante Fragestellungen, die in einem Chemieunterricht bearbeitet werden können. Ansatzpunkte für einen schülerorientierten Unterricht, in dem die Entwicklung und Anwendung von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen gefördert und gefordert werden, sind damit vorhanden. Im folgenden Fall-

ter von dem Experiment in der Phase der Problembearbeitung zu unterscheiden. Dort werden Experimente geplant, um die entscheidenden Informationen für die Bearbeitung der Fragestellung zu gewinnen. Die Phase der Sicherung beinhaltet wichtige Elemente der Modellierung gewonnener Information, eine Reflexion in Bezug auf die Problemstellung sowie eine adäquate Kommunikation gewonnener Erkenntnisse. Das Verlaufsschema dient der Lehrkraft zunächst zur Planung der Unterrichtsseinheit, um sicherzustellen, dass die Lernenden genügend Unterstützung für das möglichst selbst organisierte Bearbeiten einer Fragestellung haben. Unterstützungsmöglichkeiten können beispielsweise gestufte Info-kärtchen sein, die die Lehrkraft bei Bedarf der Lerngruppe aushändigt. Später, wenn die Lernenden den Zyklus des Forschenden Lernens bereits durchlaufen haben, können die Phasen auch benannt und ihre allgemeine Funktion (auf der Metaebene) diskutiert werden. Sie bilden dann für die Lernenden selbst ein Planungsgerüst.

beispiel soll verdeutlicht werden, wie ein solcher Zugang möglich ist.

## 1 | Fallbeispiel: Soll dem Nudelwasser Öl zugegeben werden?

● In einem Chemiedidaktikseminar für Lehramtsstudierende des Faches Chemie an der Leibniz Universität Hannover hat sich eine Gruppe Studierender der Frage angenommen, welchen Einfluss die Zugabe von Speiseöl in das Kochwasser bei der Nudelzubereitung hat. Ihre Vermutung war wie im oben geschilderten Beispiel, dass das Fett ein Zusammenkleben der Nudeln verhindern würde. Im ersten Schritt sollte die Gruppe ein geeignetes Messverfahren und eine geeignete Methode der Überprüfung ihrer Vermutung entwickeln. So wurde in drei Ansätzen zur gleichen Zeit die gleiche Menge an Nudeln in der gleichen Wassermenge gekocht (s. Abb. 1). Nur die Menge an zugegebenem Öl variierte. Als Messver-



fahren diente eine Glasplatte, auf die die gekochten Nudeln anschließend gelegt wurden. Die Platte wurde langsam aufgerichtet, um das Haftverhalten der Nudeln an der Glasplatte zu überprüfen und so eine Aussage über die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit machen zu können. Das Ergebnis war für die Gruppe niederschmetternd. Auch nach einer Messwiederholung gab es keine auffälligen Befunde. An dieser Stelle hätte die Methode selbst hinterfragt werden können (z. B.: Lässt sich über das Haftverhalten der Nudeln überhaupt auf ein Verkleben der Nudeln schließen?). Doch war die Aufmerksamkeit während der Messwiederholung bereits abgelenkt. Bei Betrachten der Bechergläser, in denen die drei Nudelportionen kochten, fiel einem der Studierenden auf, dass der Ansatz, dem kein Öl zugegeben wurde, eine starke Schaumbildung aufwies. In den anderen Bechergläsern war nur eine geringe und instabile Schaumbildung zu beobachten. Das Öl, welches sich während des Kochvorgangs zum größten Teil auf der Wasseroberfläche befindet, unterbindet eine Schaumbildung, hervorgerufen durch die aus den Nudeln während des Quellvorgangs freigesetzte Stärke. Dies erscheint ein plausibler Grund für die Ölzugabe während des Kochvorgangs zu sein. Mit einem Bestätigungsexperiment wurde dieser Durchgang abgeschlossen.

## 2 | Phasen des Forschenden Lernens

Die relativ offene Ausgangssituation in der Problemstellung ist kennzeichnend für die Methode des Forschenden Lernens. Lediglich die Fragestellung nach dem Zweck der Öl-Zugabe im Nudelwasser wurde vorgegeben. Das Ergebnis war offen. Hätten die Lernenden keine Vermutung gehabt, so hätten sie in der Phase der Exploration zunächst einmal ein Experiment durchführen und variieren können, um auf erste Ideen zu kommen. Die Lerngruppe im Fallbeispiel hatte sofort eine Vermutung und stellte in der Phase der Problemformulierung eine Hypothese auf. Zur Bestätigung der Hypothese wurde dann in der Phase der Problembearbeitung ein Experiment mit einem möglichst objektiven Messverfahren entwickelt. Dabei sollte ein erkennbares Ergebnis durch eine Messwiederholung bestätigt werden. Die Ergebnisse waren nicht eindeutig. Beobachtungen während des Experimentierens führten zu einer neuen Hypothese, die mit einem weiteren Experiment

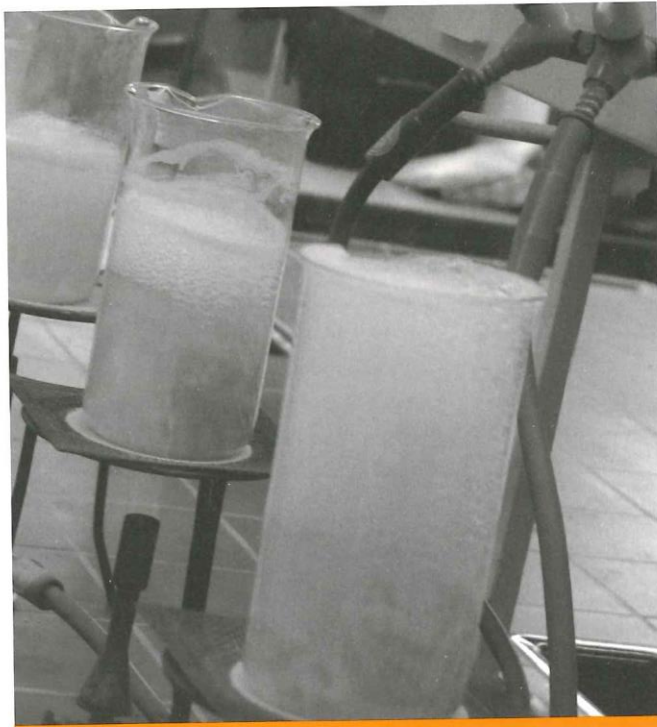


Abb. 1: Nudeln im kochenden Wasser mit 10 mL Speiseöl, 5 mL Speiseöl und ohne Ölzugabe (von links nach rechts)

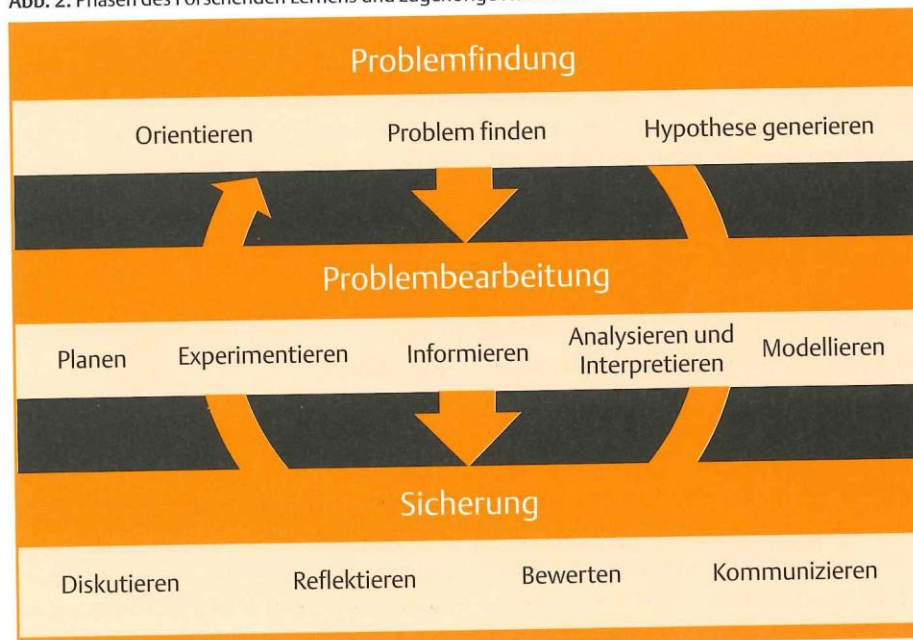
bestätigt werden konnte. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden aufbereitet und um recherchierte Informationen über den Garprozess von Nudeln aus dem Internet angereichert den anderen Kursteilnehmern präsentiert.

## 3 | Zugang zum Forschenden Lernen

Das Forschende Lernen ist für den Schulunterricht sowohl für die Lernenden als auch für die Lehrenden sehr anspruchsvoll. Besonders im Chemieanfangsunterricht gelingt ein selbst organisiertes Arbeiten in dem oben geschilderten Ausmaß nicht

ohne Unterstützung. Die Lernenden sollten möglichst behutsam an die einzelnen Phasen des Forschenden Lernens herangeführt werden. Jedoch sollte als Grundsatz gelten, dass die Aktivitäten – auch die geistig anspruchsvollen – weitestgehend von den Lernenden ausgehen. Eine Unterstützung durch die Lehrkraft sollte im Wesentlichen durch methodische Hilfestellung erfolgen. So kann im Unterricht mit einem Egg-Race begonnen werden (siehe Beitrag „Wer beherrscht die Hefe am besten?“), das in die Idee des „forschungsorientierten“ Kochens einführt und für die betreffende Thematik motiviert. Oberflächlich gesehen gilt es

Abb. 2: Phasen des Forschenden Lernens und zugehörige Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen





**Kognitive Meisterlehre** >> Das Modell der kognitiven Meisterlehre legt besonderen Wert auf Prozesse, die Experten beim Einsatz und beim Erlernen von Wissen nutzen, um komplexe und/oder realistische Aufgaben und Anforderungen zu bewältigen. Es betont kognitive und meta-kognitive Strategien und möchte eine engere Anbindung von Wissen und Fertigkeiten an Real-situationen erreichen.

Umgesetzt wird dieser Ansatz, indem den Lernenden innerhalb einer möglichst realitätsnahen problemhaltigen Lernsituation das Vorgehen eines Fachexperten vermittelt wird. Diese Vermittlung geschieht durch die Darbietung der Vorgehensweisen des Experten (die Lehrkraft) einschließlich der Erläuterungen zu dieser Situation und zum Wissensgebiet. Anschließend haben die Lernenden ebenso realitätsnahe Lernsituationen zu bewältigen. Die Lernumgebung soll sich dabei adaptiv verhalten, indem sie dem Lernenden Lösungsschritte abnimmt, die sie noch nicht lösen können und ihm Hilfen und Ratschläge zur Vorgehensweise gibt. Diese Hilfen werden sukzessive zurückgenommen und damit das Ausmaß der Selbstkontrolle im Lernprozess stetig gesteigert. Für die Hilfen selbst ist die Lehrkraft verantwortlich. Die individuell arbeitenden Lerngruppen erfordern individuelle Hilfestellungen. Um also im Unterricht selbst nicht zu stark gefordert zu sein

empfiehlt sich eine gute Vorbereitung. Hierzu beschreiben Collins et al. vier Designparameter als Strukturierungs- und Planungshilfe:

1. Inhalt: Die Lehrkraft sollte sich Folgendes vergegenwärtigen, um es gegebenenfalls im eigenen Problemlöseprozess explizieren zu können: Welches fachbereichsspezifische Wissen zum Lerngegenstand und welche heuristischen Strategien zur Aufgabenbewältigung werden benötigt? Welche Kontrollstrategien über den erfolgreichen Ablauf des Problemlöseprozesses gibt es? Gibt es Lernstrategien zur Aneignung aller zuvor beschriebenen Inhalte?

2. Methoden haben das Hauptziel, den Lernenden zu helfen, sich kognitive und meta-kognitive Strategien zum Benutzen, Handhaben und Erlangen von Wissen anzueignen. Dies gelingt, je besser die Methoden in den Kontext der problemhaltigen Situation eingebettet sind. Collins, Brown und Newman beschreiben hierzu die folgenden methodischen Elemente der kognitiven Meisterlehre:

- Zeigen des Vorgehens durch einen Experten und Beschreiben aller zugrunde liegenden (kognitiven) Prozesse (Modeling)
- Beobachten der Lernenden und situations-spezifisches Einbringen von methodischer und inhaltlicher Unterstützung (Coaching)
- Kooperatives Problemlösen mit der Lehrkraft mit zunehmender Zurücknahme der Hilfe-

stellungen (Scaffolding und Fading)

- Sprachliches Externalisieren des Bearbeitungsprozesses und zugehöriger Überlegungen durch die Lehrkraft und die Lernenden (Articulation)
  - Vergleichen der eigenen Denkprozesse mit denen der Experten (Reflection)
  - Eigenständiges Problemlösen durch die Lernenden (Exploration)
3. Eine Sequenzierung von Lernaufgaben für einen sukzessiven Aufbau von Problemlösefähigkeiten dient der Reduzierung der Anforderungen im Lernprozess. Hier gelten die drei Prinzipien (1) zunehmende Komplexität, (2) zunehmende Differenzierung und (3) globale vor speziellen Fertigkeiten.
4. Sozialer Kontext des Lernens: Mit dieser Dimension werden Designparameter beschrieben, die auf das soziale Umfeld der Lernenden eingehen und insbesondere Einfluss auf die Einstellung der Lernenden zu dem Unterricht haben. Das Lernen sollte situiert sein, die Besonderheiten der Expertenkultur hervorheben, die intrinsische Motivation fördern, kooperativ und wettbewerbsorientiert verlaufen. Letzteres meint nicht, dass das Endprodukt einer Aufgabe verglichen werden soll, sondern der Prozess, der zu dem Produkt geführt hat. Dies soll die Aufmerksamkeit und die Anstrengungsbereitschaft der Lernenden erhöhen.

**Kasten 3:** (Cognitive Apprenticeship nach Collins, Brown und Newman [5])

hierbei zunächst, einen Wettbewerb zu gewinnen. Eine Diskussion über die Variation der Ergebnisse bei unterschiedlicher Herangehensweise regt jedoch dazu an, eigene Vermutungen oder Fragestellungen zu entwickeln. Exemplarisch wird nun eine erste Fragestellung vornehmlich von der Lehrkraft gelöst (s. Kasten 3). Die Lehrkraft nimmt hier die Rolle des Experten ein und vermittelt einzelne Schritte zur Lösung eines Problems. Dabei begründet sie das Vorgehen und erläutert die Funktion der einzelnen Prozessschritte. Eine einmal gelöste Fragestellung liefert so als Musterexemplar einen methodischen Rahmen, in dem sich die Lernenden für das Bearbeiten ihrer eigenen Fragestellung später bewegen können. Gleichzeitig bietet sie der Lehrkraft immer wieder die Möglichkeit, auf die einzelnen Phasen zu verweisen, wenn eine Gruppe einmal nicht weiter weiß („Erinnert euch daran, wie ich an dieser Stelle weiter gekommen bin“). Dieses Vorgehen der kognitiven Meisterlehre ist natürlich allgemein für das forschende Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht anwendbar und

nicht Koch- und Backphänomenen vorbehalten. Jedoch haben gerade diese Phänomene einen Vorteil: Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass sie den Lernenden aus dem Alltag bekannt sind. Sie bieten damit genügend Variationsspielraum, um eigene Fragestellungen zu entwickeln. Wird zum Beispiel das Kochen eines Hühnereis diskutiert, so fallen – oft aus eigener Erfahrung – eine Reihe von Fragen zu diesem scheinbar simplen Kochvorgang ein: Warum wird Salz in das Kochwasser gegeben? Muss das Wasser überhaupt kochen? Was bewirkt das Abschrecken der Eier? ... Diese Variationsbreite an Fragestellungen kann bei alltagsferneren Themen selten erreicht werden.

#### 4 | Ausblick

● In diesem Beitrag wurde an einem Fallbeispiel und überwiegend auf der konzeptionellen Ebene demonstriert, wie Koch- und Backphänomene Zugänge zu einem experimentell ausgerichteten Chemieunterricht liefern. Mit dem Forschenden Lernen und der kognitiven Meisterlehre ist

zusätzlich ein methodischer Rahmen gesteckt, der naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen betont und fördert. Dieses Heft bietet nun eine Reihe von konkreten Koch- und Backphänomenen als Anlass für einen interessanten Chemieunterricht.

#### Literatur

- [1] J. Dollase, Kulinarische Intelligenz. Tre Torri Verlag, Wiesbaden 2006
- [2] Themenheft Physik in der Küche PdN-PhiS, 57 (3) 2008
- [3] T. Bell, D. Urhahne, S. Schanze und R. Plötzner, Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. IJSE (in Druck)
- [4] T. Bell, Forschendes Lernen. PiKo-Brief Nr. 6, Januar 2006, [http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko\\_Brief\\_06\\_ForschendesLernen.pdf](http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko_Brief_06_ForschendesLernen.pdf) (02.03.2009)
- [5] A. Collins, J. S. und S. E. Newman, Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: L. B. Resnick (Ed), Knowing, Learning and Instruction. Lawrence, Hillsdale, New Jersey: S. 453–494

#### Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Sascha Schanze, Leibniz-Universität Hannover, Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Fachgebiet Chemiedidaktik, Bismarckstraße 2, 30173 Hannover, E-Mail: [schanze@chemiedidaktik.uni-hannover.de](mailto:schanze@chemiedidaktik.uni-hannover.de)