

Jürgen ROTH, Rolf OECHSLER, Landau

## **Forschend lernen – Lernprozesse fördern**

Am Campus Landau der Universität Koblenz-Landau läuft gegenwärtig ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, in dem Fachdidaktiker/innen (Mathematik, Chemie, Geografie), Pädagog/inn/en und Psycholog/inn/en zusammenarbeiten. Das Ziel ist die Vernetzung schulischer und außerschulischer Lernorte mit dem Fokus auf forschendes Lernen. Der Campus Landau ist zu diesem Zweck sehr gut aufgestellt. Hier gibt es eine Reihe von institutionalisierten außerschulischen Lernorten, wie etwa die Nawi-Werkstatt (Naturwissenschaften) und das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“. Außerdem existiert mit der CampusSchule ein Netzwerk von mit der Universität verbundenen Schulen, die an der konkreten forschungs-basierten Weiterentwicklung von Unterricht interessiert sind und mit denen über die Schuladministration fest verankerte Kooperationsvereinbarungen existieren.

### **1. Vernetzungsaspekte**

Die Nachhaltigkeit außerschulischen Lernens, hängt entscheidend von der Vor- und Nachbereitung im Unterricht ab. Negative empirische Befunde zur Lernwirksamkeit von Schülerlaboren (vgl. Schmidt, Di Fuccia, Ralle 2011) sind auch auf die mangelnde Einbindung in den Unterricht zurückzuführen. Die Vernetzung zwischen den außerschulischen Lernorten und dem Lernort Schule wird deshalb im Rahmen dieses Projekts auf vielfache Weise realisiert. Zunächst wird an den außerschulischen Lernorten jeweils an einem Lehrplanthema gearbeitet, so dass die Vernetzung mit dem Lernort Schule bereits aus inhaltlichen Gründen unabdingbar ist. Lehrkräfte besuchen mit ihren Klassen unsere Schülerlabore, erhalten im Vorfeld Informationen zu den notwendigen Lernvoraussetzungen, bereiten auf dieser Grundlage die Arbeit in den Schülerlaboren vor und gewöhnen im Idealfall die Schüler/innen an schülerzentrierte Arbeitsweisen. Die Schüler/innen arbeiten an drei aufeinanderfolgenden Wochen jeweils für eine Doppelstunde in Kleingruppen im Schülerlabor und erhalten im Anschluss eine Hausaufgabe, die im schulischen Unterricht von der Lehrkraft kontrolliert wird. Für die Nachbereitung im Unterricht werden den Lehrkräften die Ergebnisse von durchgeführten Leistungstests als Diagnoseinstrument sowie Hinweise und Materialien für die weitere Arbeit am Thema zur Verfügung gestellt. Die Schüler/innen erhalten ihre Erarbeitungsergebnisse in Form von selbsterstellten Gruppenergebnisheften zum Reflektieren und Weiterarbeiten im Unterricht.

Neben dieser Verbindung der außerschulischen Lernorte mit dem Lernort Schule werden auch verschiedene außerschulische Lernorte miteinander vernetzt. Dies geschieht durch strukturgleiches Arbeiten in den Schülerlaboren, in denen jeweils anhand von Materialien, gegenständlichen Modellen, Computersimulationen und Forscherheften gearbeitet wird, die einerseits die Arbeitsaufträge enthalten und andererseits als Laborprotokoll dienen. Darüber hinaus durchlaufen die Schulklassen jeweils zwei Schülerlabore nacheinander, also z. B. erst die Nawi-Werkstatt und anschließend das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ oder umgekehrt. Auf diese Weise kann untersucht werden, ob sich die Arbeitsweise des forschenden Lernens in einem Schülerlabor positiv auf die Ergebnisse im nachfolgend durchlaufenen Schülerlabor auswirken, in dem methodisch analog, aber in einer anderen Domäne gearbeitet wird.

## **2. Forschend Lernen**

Die gemeinsame Arbeitsweise bzw. Arbeitshaltung von Schüler/innen, die für das Arbeiten in den Schülerlaboren charakteristisch ist, nennen wir „forschend Lernen“. Was genau damit gemeint ist, lässt sich mit Blick auf die Literatur eingrenzen. Der Begriff forschendes Lernen findet sich explizit bereits 1970 in einer Veröffentlichung der Bundesassistentenkonferenz (BAK), in der folgende Kennzeichen forschenden Lernens (vgl. BAK, 1970, S. 14-15) für die Hochschullehre herausgearbeitet wurden:

- selbständige Themen- und „Strategie“-Wahl
- unbegrenzt Risiko (Irrtümer, Umwege), aber auch Chance für Zufallsfunde, „fruchtbare Momente“
- Notwendigkeit, dem Anspruch der Wissenschaft zu genügen (Forschungsansatz bis zu einem Ergebnis durchhalten, vorhandene Kenntnisse und Instrumente ausreichend prüfen)
- Prüfung des Ergebnisses
- Resultat darstellen

Für das Arbeiten in Schülerlaboren, mit ihrem begrenzten zeitlichen Rahmen (drei Doppelstunden à 45 Minuten), sind die selbständige Themen- und Strategiewahl nicht in Reinform umsetzbar. Insbesondere das unbegrenzte Risiko Umwege zu gehen und Irrtümern anheimzufallen ist nur schwer mit dem Erreichen von Inhaltszielen des Lehrplans vereinbar. Die Notwendigkeit, dem Anspruch von Wissenschaft zu genügen, stellt für fast alle Schüler/innen eine Überforderung dar. Aepkers (2002, S. 86) warnt hier vor zu hohen Erwartungen an Schüler/innen und spricht sogar von Fahrlässigkeit. Aus diesen Gründen fasst Bönsch (1991) forschendes Lernen für den schu-

lischen Unterricht sehr viel offener: „Mit dem Terminus ‚forschendes Lernen‘ sind Lernmöglichkeiten gemeint, die Lernende in Lernsituationen bringen, in denen sie für sie subjektiv Neues erforschen und auf diese Weise zu ihrem Lernbesitz machen.“ (Bönsch 1991, S. 199) An anderer Stelle betont er die Denk- und Experimentierprozesse, indem er festhält: „Forschendes Lernen wird (...) als die Möglichkeit verstanden, Schüler einen ihnen unbekanntem Sachverhalt mit Denk- und Experimentierprozessen erforschen zu lassen.“ (Bönsch 1991, S. 202)

Der Erstautor ist der Überzeugung, dass „forschend Lernen“ zunächst eine *Lern- und Arbeitshaltung* von Schüler/innen und ihren Lehrkräften darstellt, die es auszubilden und zu entwickeln gilt. Dies kann gelingen, wenn grundlegende Lernprozesse von Schüler/innen angebahnt und gefördert werden. Forschend Lernen umfasst insbesondere folgende Lernprozesse:

- Ziele setzen
- Systematisch experimentieren und beobachten
- Beobachtungen strukturieren
- Prozesse und Ergebnisse darstellen
- Prozesse und Ergebnisse reflektieren

Die Ziele, die hier von den Schüler/innen gesetzt werden, sind eher kleinere Zwischenziele, welche sich aus Entscheidungen ergeben, die im Rahmen des Erkenntnisprozesses immer wieder getroffen werden müssen. Für das systematische Experimentieren und Beobachten ist es notwendig, dass den Schüler/innen für ihre selbständige Arbeit geeignete Lernumgebungen zur Verfügung gestellt werden, die Arbeitsaufträge, Medien, Materialien und Hilfestellungen umfassen, die sie bei Bedarf zu Rate ziehen können (vgl. Vollrath, Roth 2012, S. 150-151). Zur Strukturierung der Beobachtungen ist die Kommunikation in Kleingruppen hilfreich und für viele Schüler/innen sogar unabdingbar. Das Führen von Forscherheften, in denen die Beobachtungen festgehalten werden, ist ein ganz wesentliches Element beim forschenden Lernen. Das Darstellen von beobachteten Prozessen und den daraus resultierenden Ergebnissen erfordert die Konzentration auf das Wesentliche des Erkenntnisprozesses sowie die Nutzung geeigneter Repräsentationen, hilft beim Strukturieren, initiiert eine sinnvolle Reflexionstiefe und ermöglicht schließlich eine rückblickende Bewertung der Ergebnisse und Arbeitsprozesse.

Das oben genannte interdisziplinäre Forschungsprojekt fokussiert insbesondere auf die Darstellungskompetenz, die, wie eben erläutert, eine besondere Rolle beim forschenden Lernen spielt. Es geht insbesondere da-

rum, zu erfassen, wie sich die Darstellungskompetenz entwickelt und wie dieser Prozess unterstützt werden kann.

### 3. Das Beispiel Figurierte Zahlen

Auf der Internetseite [www.mathe-labor.de/stationen/figurierte\\_zahlen/](http://www.mathe-labor.de/stationen/figurierte_zahlen/) findet sich die Materialien zur Laborstation „Figurierte Zahlen“ des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ der Universität Landau. Diese Lernumgebung zielt auf das zielgerichtete forschende Lernen ab, das oben beschrieben wird. Schüler/innen setzen sich hier anhand von Materialien (vgl. Abbildung 1) und Computersimulationen auf der Basis des dynamischen Mathematiksystems GeoGebra (vgl. Abbildung 2) forschend mit figurierten Zahlen auseinander. Dadurch festigen und vertiefen sie ihre Kenntnisse und Fähigkeiten rund um das Aufstellen, Umformen und Interpretieren von Termen.



Abbildung 1: Material zur Station

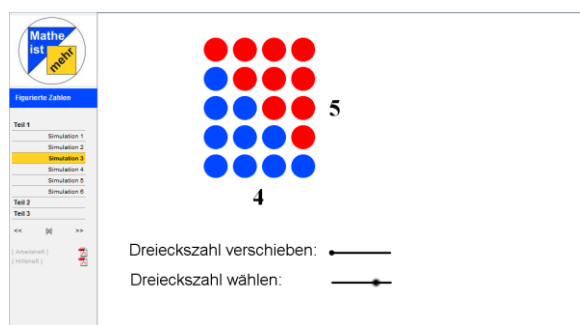


Abbildung 2: GeoGebra-Simulation

Dabei wird systematisch experimentiert und beobachtet, das Beobachtete z. B. in Form von Skizzen und daraus abgeleiteten Termen strukturiert sowie Ergebnisse und Prozesse (z. B. der Übergang von einer Dreieckszahl zur nächsten) im Forscherheft festgehalten. Dieses Vorgehen wird anschließend reflektiert und so für weitere Forschungsprozesse verfügbar gemacht.

### Literatur

- Aepkers, M. (2002): Forschendes lernen – Einem Begriff auf der Spur. In M. Aepkers, S. Liebig: Entdeckendes, Forschendes und Genetisches Lernen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 69-87.
- Bönsch, M. (1991): Forschendes Lernen. In M. Bönsch: Variable Lernwege – Ein Lehrbuch der Unterrichtsmethoden. Paderborn: Schöningh, S. 197-211.
- Bundesassistentenkonferenz (BAK) (1970): Forschendes Lernen – Wissenschaftliches Prüfen. Bonn: BAK (Schriften der BAK 5).
- Schmidt, I., Di Fuccia, D. S., Ralle, B. (2011): Außerschulische Lernstandorte – Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften und Schulleitungen. In MNU 64/6, 362-369.
- Vollrath, H.-J., Roth, J. (2012): Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.