**M10 Konzeption einer Stunde zum Thema „Lose und Feste Rolle“**

**Aufgabe: Konzipieren Sie eine Stunde mit allen Phasen des Basismodells „Problemlösen“, in der die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen über feste und lose Rollen zur Konstruktion eines Flaschenzuges mit einer fixen Anzahl von Rollen nutzen.**

Es ist Ziel einer Problemlösestunde, dass Schülerinnen und Schüler strategisches Wissen (Heuristiken und Problemlösestrategien) und metakognitives Wissen (Wissen zur Kontrolle und Steuerung von Problemlöseprozessen) erwerben bzw. anwenden. Dies ist nur möglich, wenn sie bereits über fachliches Vorwissen in Bezug auf die Problemstellung verfügen, das in den Heuristiken und Problemlösestrategien verwendet werden kann.

Deshalb werden hier die beim Basismodell Konzeptbildung zu erwerbenden drei Erkenntnisse zu festen und losen Rollen (vgl. M 6) als Wissen vorausgesetzt:

* Die Unterscheidung von reiner Kraftumlenkung bei der festen Rolle und zusätzlicher Kraftreduzierung (Kraftwandlung) bei der losen Rolle.
* Das Prinzip der Kraftaufteilung auf zwei Seilstücke bei der losen Rolle bzw. auf mehrere Seilstücke bei komplexeren Flaschenzügen.
* Der antiproportionale Zusammenhang zwischen Kraftreduzierung und Verlängerung des Zugwegs am Seil („Goldene Regel der Mechanik“).

Entscheidend ist, eine geeignete Problemstellung zu finden, die eine kognitive Barriere darstellt, die auf verschiedene Weise mit dem Vorwissen überwunden werden kann. Gleichzeitig müssen klare Kriterien angeben werden können, wann das Problem als gelöst gilt und vor allem, wie verschiedene Lösungswege hinsichtlich ihrer Qualität verglichen und bewertet werden können.

Für die Konstruktion von Flaschenzügen bieten sich Problemstellungen an wie

* die Minimierung des Kraftaufwands beim Heben eines Körpers mit einer vorgegebenen Anzahl an Rollen, aber beliebiger Seillänge,
* die Minimierung des Kraftaufwands beim Heben eines Körpers um eine bestimmte Höhe bei begrenzter Seillänge, aber beliebiger Anzahl an Rollen,
* das Heben eines bestimmten Gewichts mit einem Seil geringerer, vorgegebener Reißfestigkeit bei minimalem Zugweg und beliebiger Anzahl an Rollen.

|  |  |
| --- | --- |
| **Phase** | **Handlung** |
| Problem verstehen |  |
| Entwicklung von Lösungswegen |  |
| Testen von Lösungswegen |   |
| Evaluation und Anwendung der Lösungen |   |

Anmerkungen zur Planung:

Als Erstes wird eine Problemstellung formuliert, dann werden die Kriterien für die Problemlösung präzisiert.

Mitunter ist es für Lehrkräfte schwierig, im Vorfeld Strategien und Lösungswege zu antizipieren. Das ist eine grundsätzliche Schwierigkeit beim Problemlösen. Ein guter Ansatzpunkt ist, sich zu überlegen, in welcher Weise das Vorwissen eingesetzt werden muss, um zur Lösung zu kommen (Mittel-Zweck-Analyse). Entsprechend sollte in der Phase der Entwicklung von Lösungswegen das vorhandene Fachwissen rekapituliert werden.

Außerdem besteht die Möglichkeit, auf geeignete generelle Lösungsstrategien wie systematisches Probieren, Mittel-Zweck-Analyse, Perspektivwechsel, Rückführung von Unbekannten auf Bekanntes usw. hinzuweisen, um die Schülerinnen und Schüler zu einem strategischen Problemlösen zu animieren. Eine solche vorbereitende Phase vor dem Testen von Lösungsversuchen ist sehr wichtig.

Für die Minimierung des Kraftaufwands ist vor allem das Prinzip der Kraftaufteilung von Nutzen, aus dem sich beispielsweise zwei Strategien ableiten lassen:

1. Es sollten möglichst viele lose Rollen eingesetzt werden.
2. Das Gewicht des zu hebenden Körpers sollte sich auf möglichst viele Seilstücke verteilen.

Die erste Strategie führt zum Potenzflaschenzug, bei dem alle Rollen als lose Rollen eingesetzt werden. Er ist die beste Lösung, hat aber den Nachteil, dass er nur schlecht auf unterschiedliche Hubhöhen angepasst werden kann, da alle Seilstücke dabei nachjustiert werden müssen. Deswegen findet er wenig praktische Anwendung.

Zum Testen der Lösungswege ist es zweckmäßig, wenn die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen ihre Version des optimalen Flaschenzugs aufbauen. Dabei besteht bei einer Optimierungsaufgabe die Schwierigkeit, dass die Lösung der Problemstellung nicht unmittelbar festgestellt werden kann.

In diesem Zusammenhang ist zu überlegen, ob den Kleingruppen bereits die Kraftmessung ermöglicht werden soll. Damit wird die Möglichkeit eines systematischen Ausprobierens eröffnet, bei dem die Schülerinnen und Schüler zu zahlreichen Mischformen des konventionellen Faktorenflaschenzugs und des Potenzflaschenzugs kommen können. Die einzelnen Gruppen können aber damit nicht ermitteln, ob die bestmögliche Lösung erzielt wurde. Das kann nur (bezogen auf die Klasse) im Plenum evaluiert werden, indem die Lösungen der Gruppen verglichen werden.

Wichtiger als die Präsentation der Lösungen wäre, dass die Gruppen beschreiben, wie sie zu ihrer Lösung gekommen sind. Nur daraus kann Strategiewissen erwachsen. Es fällt aber den Schülerinnen und Schülern erfahrungsgemäß schwer, ihr Vorgehen in Worte zu fassen, wenn sie nicht bereits über ein begriffliches Repertoire an Problemlösestrategien verfügen. Hilfreich ist, wenn, wie oben beschrieben, bereits bei der Entwicklung der Lösungswege eine Auswahl an Strategien benannt werden kann, die die Schülerinnen und Schüler ausprobieren sollen und auf die sie sich bei der Evaluation beziehen können.

Die oben angeführten Überlegungen sowie Lösungsvorschläge und weitere Anmerkungen finden Sie auf den Seiten 78 bis 81 folgender Broschüre: