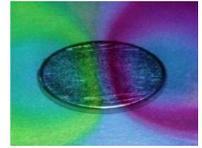




## **IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen  
und naturwissenschaftlichen Unterricht



# **MPH4**

## **MATHEMATIK UND PHYSIK**

### **KOORDINIERT KOMPETENZORIENTIERT**

### **UNTERRICHTEN**

ID 726

**Norbert Steinkellner**

**Christa Preis**

**Waltraud Knechtl**

**Gerhard Rath**

BRG Kepler, Graz

## **Ausgangssituation**

Dieses Projekt bildet den Abschluss eines ganzen, im Rahmen von IMST durchgeführten, Zyklus von Projekten zum Thema der Koordination von Mathematik und Physik in der Sekundarstufe in den Jahren 2004 – 2012. Ausgehend von den wesentlichen Konzeptionen beider Fächer versuchten wir, Handlungskompetenzen bei den Lernenden aufzubauen.

## **Ziele**

Die Projektziele sind vielfältig und betreffen verschiedene Ebenen, vom Kompetenzaufbau bei den Lernenden über die Vereinheitlichung der Begrifflichkeit in beiden Fächern bis hin zum Aufbau einer Moodle-Repräsentation des Projektthemas. Angestrebt ist außerdem die Koordination des Unterrichtes in der Jahresplanung und den Inhalten, in der Anwendung mathematischer Werkzeuge und im Problemlösen und nicht zuletzt die punktuelle Aufhebung der Fächertrennung bei geeigneten Themen. Die Erarbeitung und Erprobung allgemein anwendbarer Konzepte für kompetenzorientierte fächerübergreifende Unterrichtssequenzen soll allen Interessierten einen langfristigen Nutzen bringen. Unser besonderer Fokus lag diesmal im Bereich des quantitativen Experimentierens, insbesondere hier auf dem Zirkel vom Experiment über die Messung hin zur rechnerischen Auswertung, die wiederum in ein prüfendes Folgeexperiment münden kann usw., also auf die verzahnte Nutzung von experimentellen und mathematischen Kompetenzen.

## **Projektverlauf**

Wir begannen mit einer Lehrplananalyse, aus der sich eine koordinierte Jahresplanung ergab. Zur Durchführung kamen zentral eine fächerübergreifende Koordination zum Thema **Historische astronomische Instrumente**, da hier geometrische Dreiecksverhältnisse eine zentrale Rolle spielen, sowie zur **Linsengleichung** als Paradebeispiel für die Mathematisierbarkeit eines physikalischen Sachverhaltes. Durchgängig im Blick waren Beobachtungs-, Experimentier- und Messkompetenzen sowie die Quantifizierung dieser Bereiche. Eine Serie von koordinierten Einheiten zu diesen Themen wurde konzeptioniert, durchgeführt und analysiert.

## **Evaluation und Ergebnisse auf Lehrendenebene:**

Gerade die von uns gewählte Linsengleichung stellte rückblickend gesehen eine gute Wahl für die Koordination dar: hier waren mathematische und physikalische Kompetenzen sehr offensichtlich verknüpft, die Schwierigkeiten der Lernenden im Transfer sowie die Mängel der Bücher für den Unterricht (fehlerhafter Strahlengang im Mathematikbuch!) traten offen zutage.

Das Thema der historischen Astronomischen Instrumente stellte sich als ungeeignet für die Koordination in der 4. Klasse mit dem Thema Satz des Pythagoras heraus; eine mögliche Koordination in der Oberstufe beim passenden Mathematikthema (Winkelfunktionen) bietet sich aber an. Auf einer Lernplattform haben wir viele unserer Unterlagen frei zugänglich gemacht: <http://www4.edumoodle.at/physiklernen/course/view.php?id=78> .

Zusammenfassend können wir sagen, dass die gesteckten Ziele auf Lehrendenebene gut erfüllt wurden.

## **Evaluation und Ergebnisse auf Lernenebene:**

Inwieweit das Projekt dazu beigetragen hat, bei den Lernenden Verständnis für Zusammenhänge, Ähnlichkeiten und Unterschiede der Zugänge beider Fächer zu entwickeln, lässt sich aus den evaluierbaren Unterlagen nicht wirklich gut ermitteln. Die Unterschiede zwischen exakter mathematischer Rechnung mit exakten Basiswerten und Experiment mit ungenauen Basisdaten (Ungenauigkeit der Linsenbrennweiten, Messtoleranz, Beobachtungsfehlerspannweite) wurde von

den Lernenden kaum reflektiert, jedenfalls nicht artikuliert. Eine Überwindung der Schubladisierung der Fächer und Verknüpfung des Wissens aus Mathematik und Physik können wir nach diesem Projekt aber durchaus voraussetzen; jedenfalls kamen Proteste wie „aber das ist doch Mathe/Physik“ praktisch nicht mehr vor.

Die Kompetenz, von mathematischen Zusammenhängen zu quantifizierbaren Experimenten zu kommen und umgekehrt zu mathematisierten Zusammenhängen ein quantifizierbares Experiment planen, durchführen und protokollieren zu können, wurde im Rahmen dieses Projektes jedenfalls gefordert und gefördert. Durch vielerlei Messungen im Unterricht (Brennweiten, Bildweiten, Baulängen von Fernrohren, ...) und den damit aufgetretenen Fragen („von wo weg muss ich messen?“) kann von einer Förderung der Messkompetenz sicher auch gesprochen werden.

Die Kompetenz, zu einer Fragestellung ein quantitatives Experiment planen und durchführen zu können, wurde in verschiedenen Kontexten angestrebt, unter anderem unter Verwendung des hervorragenden Rasters von Reichel/Schittelkopf (siehe Anhang). Hier wurde immer in Gruppen gearbeitet, und die Gruppen waren durchwegs in der Lage, diese Experimente durchzuführen.

Die Entwicklung der Kompetenz, Messungen aus einem Experiment und mathematische Zusammenhänge miteinander in Beziehung zu setzen, wurde weitgehend nicht erreicht (besser gesagt: sie ist aus den Arbeiten und der Arbeitsweise der Lernenden nicht erkennbar geworden). Hier dürfte diese Altersgruppe möglicherweise überfordert sein.

Die Kompetenz, einen mathematischen Zusammenhang als messbares Experiment aufzubauen, war eine im Projektverlauf anzuwendende und hat weitgehend gut funktioniert.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass viele der angestrebten Ziele im Projekt verwirklicht wurden. Für die Lernenden offenbar nicht erreichbar waren aber die Kompetenzen, die sich eher auf einer Metaebene bewegen wie etwa die Gegenüberstellung und Korrelation von Rechnung und Experiment.

### **Genderfragen: Agieren Mädchen anders als Burschen?**

Eine Klasse war eine reine Knabenklasse, in der anderen waren zumindest genug Mädchen, um in z. B: einer Sequenz zwei reine Mädchengruppen zu bilden (vgl. die Arbeiten von Gruppe 2 und 3 der 4a im Anhang). Die Arbeitsweisen und die Ergebnisse unterscheiden sich hier nicht grundsätzlich von denen der Burschen, weder im Zugang noch in der Protokollierung; individuelle Unterschiede treten weit stärker hervor als geschlechtliche Unterschiede.

## **Resümee und Ausblick**

Mit dem Projekt MPh4 konnte eine siebenjährige Projektreihe zum erfolgreichen Abschluss gebracht werden. Gewiss liegt mit der MPh-Reihe kein völlig gebrauchsfertiges und lückenloses Koordinationskonzept vor, aber es enthält neben vielen Anregungen auch schon fertige Koordinationseinheiten und Grundlagen, auf denen man eine weitere Koordination dieser beiden „Schwesternfächer“ gut aufbauen kann. Mit dem Kommen der zentralen, kompetenzorientierten Matura sind außerdem die Rahmenbedingungen deutlich verändert, und die Koordination in der Oberstufe im Hinblick auf kompetenzorientierte mathematisch-physikalische Fragestellungen wird wohl eines der wichtigsten Themen sein, die wir in diesem Zusammenhang angehen werden müssen.