



Sonderkontaktbrief 2013

Abstimmung der Lehrpläne für die Fächer Mathematik und Physik

An die Lehrkräfte für die Fächer Mathematik und Physik über die Fachbetreuungen

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

damit die im Rahmen des Projekts LehrplanPLUS mit der Weiterentwicklung des Lehrplans beauftragten Fachkommissionen die Erfahrungen der Lehrkräfte in ihre Arbeit einbeziehen können, wurde im Herbst 2011 an allen staatlichen und staatlich anerkannten Gymnasien in Bayern eine Umfrage zum aktuellen Lehrplan durchgeführt. Während sich im Rahmen der Umfrage zum Lehrplan für das Fach Mathematik nur etwa 3% der Befragten kritisch zur Abstimmung des Lehrplans mit dem für das Fach Physik äußerten, war der entsprechende Anteil unter den Befragten zum Lehrplan für das Fach Physik deutlich größer (etwa 25% der Befragten).

Im Rahmen des Projekts LehrplanPLUS wird selbstverständlich eine möglichst gute Abstimmung der Lehrpläne für die Fächer Mathematik und Physik angestrebt. Die aktuellen Lehrpläne für diese beiden Fächer, insbesondere die Verteilung der Inhalte über die Jahrgangsstufen hinweg, wurden zu Beginn des Schuljahres 2012/2013 jedoch unverändert beibehalten. Dies entspricht auch der Empfehlung eines Gremiums¹, das im letzten Schuljahr vom Staatsministerium eingesetzt worden war, um über den Umgang mit denjenigen Ergebnissen der Lehrplanumfrage zu beraten, die die Abstimmung der beiden Lehrpläne betreffen. Ein Anliegen des Gremiums war es jedoch, die Lehrkräfte dabei zu unterstützen, die aktuellen Lehrpläne für Mathematik und Physik im Sinne beider Fächer umzusetzen. Dazu finden Sie im vorliegenden Sonderkontaktbrief insbesondere Hinweise und Erläuterungen zu folgenden Inhalten des Lehrplans für das Fach Mathematik:

- ◆ Gleichungen
- ◆ Direkte Proportionalität
- ◆ Elementare gebrochen-rationale Funktionen
- ◆ Quadratwurzel
- ◆ Vektoren sowie Differential- und Integralrechnung

Ein Gedankenaustausch sowie Absprachen innerhalb der zugehörigen Fachschaften sind Voraussetzung für eine gewinnbringende Umsetzung dieser Hinweise und Erläuterungen. Wir bitten Sie daher, die Inhalte dieses Sonderkontaktbriefs noch in diesem Schuljahr im Rahmen einer gemeinsamen Fachsitzung zu besprechen.

¹ Dem Gremium gehörten Vertreter des Staatsministeriums, des ISB, der Seminarlehrkräfte, der Direktorenvereinigung und des Landeschülerrats sowie die Vorsitzenden des Bayerischen Philologenverbands und der Landes-Elternvereinigung der Gymnasien in Bayern an.

Allgemeine Hinweise zu den Lehrplänen für die Fächer Mathematik und Physik

Mit der Einführung des achtjährigen Gymnasiums war es aufgrund der vorgegebenen Rahmenbedingungen, insbesondere der Bildungsstandards, der Studentafel sowie der Einführung des Schwerpunkts Physik im Rahmen des Faches Natur und Technik in der Jahrgangsstufe 7, erforderlich, die gewohnte Verteilung der Lehrplaninhalte für die Fächer Mathematik und Physik teilweise zu ändern. Gleichzeitig wurden die Gestaltungsfreiräume für Entscheidungen innerhalb der Fachschaften sowie für Schwerpunktsetzungen durch die Lehrkräfte erhöht, indem in den Lehrplänen die Lerninhalte weniger detailliert als vorher angegeben wurden. Um vor diesem Hintergrund die nach wie vor gegebene Abstimmung der derzeit gültigen Lehrpläne für Mathematik und Physik zu verdeutlichen, werden diese Lehrpläne seit ihrer Inkraftsetzung durch Informationen auf den Internetseiten des ISB sowie in der Linkebene des Lehrplans erläutert.

Im Rahmen der Umfrage zum Lehrplan für das Fach Mathematik zeigte sich eine sehr große Mehrheit der Befragten mit dem Lehrplan zufrieden. Allerdings betonten die Lehrkräfte, dass in der Mittelstufe für das Fach Mathematik zusätzliche Unterrichtszeit vorgesehen werden sollte, um grundlegende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten nachhaltig vermitteln zu können. Dem wurde unter Berücksichtigung dessen, dass aufgrund der Bildungsstandards für das Fach Mathematik eine Kürzung von Lehrplaninhalten nicht möglich ist, durch die Empfehlung einer Intensivierungsstunde im Fach Mathematik in der Jahrgangsstufe 8 Rechnung getragen (vgl. unten).

Auch die Ergebnisse der Umfrage zum Lehrplan für das Fach Physik spiegeln eine große Zufriedenheit mit dem aktuellen Lehrplan wider. So haben sich tragfähige Unterrichtskonzepte etabliert, die – vor dem Hintergrund des im Vergleich zum neunjährigen Gymnasium früheren Beginns der Physik – insbesondere in den Jahrgangsstufen 7 und 8 den Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler sowie deren mathematische Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten angemessen berücksichtigen (vgl. unten „Gleichungen“, „Direkte Proportionalität“, „Quadratwurzel“). Aufgrund der fachspezifischen Anforderungen hinsichtlich mathematischer Methoden (z. B. Auflösen von Größengleichungen mit mehreren Variablen) ist es erforderlich, auch im Physikunterricht Zeit für das Üben und Festigen mathematischer Methoden aufzuwenden; stets sollte die Mathematisierung jedoch der physikalischen Erkenntnisgewinnung dienen.

Die Auswertungen der Umfrage für die Fächer Mathematik und Physik stehen auf den Internetseiten des ISB jeweils unter www.isb.bayern.de → *Gymnasium* → *Fächer* → *[Fach]* → *Materialien* → *Auswertung der Lehrplanumfrage* zum Download bereit.

Hinweise und Erläuterungen zu ausgewählten Inhalten des Lehrplans für Mathematik²

Gleichungen

Am neunjährigen Gymnasium führte die Nennung einfacher Gleichungen im Lehrplan für die Jahrgangsstufen 5 und 6 häufig zu einer intensiven formalen und damit nicht altersgemäßen Behandlung dieses Inhalts. So wurden ohne grundlegendes Verständnis Lösungsverfahren angewandt, deren Behandlung der Lehrplan erst für höhere Jahrgangsstufen vorsah. Der Intention des Lehrplans für das achtjährige Gymnasium entsprechend sollte die mathematische Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern jedoch gerade in den Jahrgangsstufen 5 und 6 von Verständnisorientierung und Anwendungsbezug geprägt sein, um eine kontinuierliche Weiterentwicklung der in der Grundschule angelegten Denkweisen zu ermöglichen.

Entsprechend sollte das Lösen von Gleichungen in den Jahrgangsstufen 5 und 6 über Umkehraufgaben bei Grundrechenarten (Probe) mit dem primären Ziel der Ausbildung eines Verständnisses für Zah-

² Ergänzende Hinweise und Erläuterungen zu den Inhalten des Lehrplans für das Fach Mathematik in der Unterstufe (z. B. Teilbarkeitsregeln, Stochastik, binomische Formeln) stehen unter www.isb.bayern.de → *Gymnasium* → *Fächer* → *Mathematik* → *Weitere Informationen* → *Hinweise und Erläuterungen zum Lehrplan für das Fach Mathematik in der Unterstufe* zum Download bereit.

len angebahnt werden; die zugelassenen Lehrbücher bieten dafür geeignete Aufgaben. Werden beispielsweise Textaufgaben ohne den Ansatz einer Gleichung durch Teilschritte gelöst, können Strukturierung und Dokumentation eines klaren, das Problem lösenden Gedankengangs betont werden.

Eine intensivere Behandlung von Gleichungen in den Jahrgangsstufen 5 und 6 im Fach Mathematik ist als Vorbereitung für das Fach Physik nicht erforderlich. Die in der Jahrgangsstufe 7 verwendeten Größengleichungen (z. B. $R = \frac{U}{I}$, $v = \frac{s}{t}$) sind als Definitionsgleichungen zu verstehen. Das Auflösen nach einzelnen Größen kann in Analogie zu den aus den vorhergehenden Jahrgangsstufen bekannten Umkehraufgaben erfolgen – eine Durchführung von Äquivalenzumformungen zum Lösen von Gleichungen ist im Physikunterricht der Jahrgangsstufe 7 nicht nötig. Sollte dennoch das Anliegen bestehen, im Physikunterricht bereits in der Jahrgangsstufe 7 Äquivalenzumformungen durchzuführen, so ist eine Absprache mit der jeweils zuständigen Lehrkraft für das Fach Mathematik nötig.

In der Jahrgangsstufe 8 sollte der Physikunterricht behutsam auf einen formalen Umgang mit Größengleichungen vorbereiten (z. B. Auflösen nach einzelnen Größen, Arbeiten mit Einheiten). Dazu ist es nicht erforderlich, dass die Schülerinnen und Schüler bereits zu Beginn dieser Jahrgangsstufe sicher mit Größengleichungen umgehen können – sie erwerben diese Fähigkeit schrittweise in den Jahrgangsstufen 8 und 9. So kann es beispielsweise im Zusammenhang mit der Einführung des Energiekonzepts vorteilhaft sein, die Gleichung $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ zunächst nicht formal nach einer gesuchten Größe aufzulösen. Stattdessen lässt sich bei gegebener Masse die Anfangsenergie isoliert berechnen und erst anschließend der Vergleich mit der jeweils anderen Energieform herstellen. Aufbauend auf diesem Vorgehen können die Schülerinnen und Schüler allmählich an das formale Auflösen von Größengleichungen herangeführt werden.

Direkte Proportionalität

Der Lehrplan für das achtjährige Gymnasium sieht die systematische Behandlung der direkten Proportionalität erst für die Jahrgangsstufe 8 vor. Dies wird durch eine wissenschaftliche Studie gestützt, der zufolge die systematische Behandlung in der Jahrgangsstufe 6 des neunjährigen Gymnasiums dazu führte, dass das intuitive, erfahrungsweltliche Verständnis von proportionalen Zusammenhängen eher behindert als weiterentwickelt wurde³.

Im Rahmen der Behandlung des Lehrplanabschnitts „M 6.6 Vertiefung“ wird jedoch die seit der Grundschule intuitiv verwendete Schlussrechnung anhand von Zusammenhängen zwischen Größen (z. B. Menge und Preis) aufgegriffen und vertieft; die zugelassenen Lehrbücher bieten dazu geeignete Aufgaben. Diese Grundlage ist im Physikunterricht der Jahrgangsstufe 7 für alle vom Lehrplan vorgesehenen Betrachtungen ausreichend. Der mit direkt proportionalen Größen zusammenhängende abstrakte Formalismus (z. B. Ursprungsgerade als Graph, Quotientengleichheit) ist nicht erforderlich. So genügen halbquantitative Betrachtungen in Form von Je-desto-Aussagen und können eine formale Behandlung der direkten Proportionalität im Fach Mathematik vorbereiten.

Zu Beginn der Jahrgangsstufe 8 werden direkte und indirekte Proportionalität im Mathematikunterricht systematisch behandelt. Im Physikunterricht dieser Jahrgangsstufe stehen damit entsprechende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Verfügung. So kann die Proportionalität bei der Behandlung der verschiedenen Energiearten oder bei der Einführung und Anwendung des Ohm'schen Gesetzes für die quantitative Beschreibung physikalischer Vorgänge gewinnbringend genutzt werden.

Elementare gebrochen-rationale Funktionen

Im Lehrplan für das Fach Mathematik ist im Zusammenhang mit dem Abschnitt „M 8.3 Funktionale Zusammenhänge: elementare gebrochen-rationale Funktionen“ ausdrücklich nur von **einfachen** Beispielen gebrochen-rationaler Funktionen sowie von **einfachen** Bruchgleichungen und Bruchtermen die

³ vgl.: vom Hofe R., Pekrun R., Kleine M., Götz T., Projekt zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik (PALMA): Konstruktion des Regensburger Mathematikleistungstests für 5. bis 10. Klassen, in: Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen, Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft, S. 83-100, Weinheim 2002.

Rede. In der Linkebene des Lehrplans sind ausführliche Erläuterungen und Beispielaufgaben zu finden, die die Anforderungen des Lehrplanabschnitts konkretisieren und veranschaulichen. Allerdings gaben im Rahmen der Lehrplanumfrage zum Fach Mathematik etwa 57% der Befragten an, sich bei der Vorbereitung des Unterrichts nie oder selten an der Linkebene des Lehrplans zu orientieren. Werden die Hinweise in der Linkebene jedoch nicht beachtet, so besteht die Gefahr, dass gebrochen-rationale Funktionen, Bruchgleichungen oder Bruchterme anhand zu komplexer Beispiele in einem der Jahrgangsstufe nicht adäquaten Maß behandelt werden.

Auch für den Physikunterricht ab der Jahrgangsstufe 9 (z. B. für die Betrachtung von Verhältnisgleichungen beim Transformator) ist die Behandlung von Bruchgleichungen, die hinsichtlich ihres Anforderungsniveaus der Linkebene des Mathematiklehrplans für die Jahrgangsstufe 8 entsprechen, ausreichend.

Quadratwurzel

Zweifellos wäre es für den Physikunterricht der Jahrgangsstufe 8 hilfreich, wenn für die quantitative Beschreibung mechanischer Energieumwandlungen der vom Lehrplan für das Fach Mathematik für die Jahrgangsstufe 9 vorgesehene Inhalt „Quadratwurzel“ bereits zur Verfügung stehen würde. Notwendig ist dies jedoch nicht – schließlich ist in diesem Zusammenhang eine Berechnung der Geschwindigkeit eines Körpers ohne Verwendung von Wurzeltermen mithilfe des Taschenrechners problemlos möglich. Es entspricht nicht der Intention des Lehrplans für das Fach Physik, beispielsweise die Gleichung $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ formal zu $v = \sqrt{2gh}$ umzuformen; stattdessen sollte hier zunächst der Wert von v^2 und anschließend mithilfe des Taschenrechners durch bloßes Rückgängigmachen des Quadrierens der Wert von v berechnet werden. Dieses pragmatische Vorgehen hat sich im Unterricht bewährt.

Im Fach Mathematik ist eine analoge Vorgehensweise beispielsweise im Zusammenhang mit der Berechnung der Größe von Winkeln im rechtwinkligen Dreieck oder zwischen Vektoren seit Jahren üblich. Dass diese Berechnung mithilfe des Taschenrechners ohne Kenntnis der Umkehrfunktionen der Winkelfunktionen erfolgt, führte nie zu Kritik von Seiten der Lehrkräfte.

Vektoren sowie Differential- und Integralrechnung

Die Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss geben u. a. verbindlich vor, welche inhaltsbezogenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Jahrgangsstufe 10 erworben haben sollen. Aufgrund dessen ist eine weitere Kürzung von Inhalten im Lehrplan für das Fach Mathematik für die Jahrgangsstufen 5 bis 10 nicht möglich. Somit würde ein – von einzelnen Lehrkräften gewünschtes – Vorziehen der in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss nicht enthaltenen Inhalte „Vektoren“ sowie „Differential- und Integralrechnung“ in den Mathematiklehrplan für die Mittelstufe dort zu einer inhaltlichen Verdichtung führen; eine zusätzliche Belastung der Unterrichtszeit wäre die Folge.

Selbstverständlich könnten grundsätzlich alle Inhalte des Lehrplans für das Fach Physik auch mit erweiterten mathematischen Methoden behandelt werden. Für nachhaltig gewinnbringendes Lernen im Sinne der Intention des Lehrplans ist jedoch eine anschauliche Betrachtung physikalischer Zusammenhänge sowie deren quantitative Beschreibung mithilfe zur Verfügung stehender mathematischer Methoden ausreichend. So genügt zur Veranschaulichung gerichteter Größen eine Verwendung von Pfeilen (z. B. Kraftpfeile); der Vektorbegriff ist dafür nicht erforderlich. Ebenso sind auch ohne Anwendung der Differential- und Integralrechnung im Physikunterricht der Jahrgangsstufen 10 und 11 (z. B. bei der Einführung des Verfahrens der kleinen Schritte oder der Formel für den Energieinhalt des elektrischen Felds eines Plattenkondensators) gewinnbringende Betrachtungen im Sinne physikalischen Erkenntnisgewinns möglich; diese können zur Vorbereitung einer formalen Behandlung der Differential- und Integralrechnung im Mathematikunterricht beitragen.

Empfehlung einer Intensivierungsstunde im Fach Mathematik in der Jahrgangsstufe 8

Im Zusammenhang mit dreistündig unterrichteten Kernfächern waren einige Schulen bereits in den letzten Schuljahren dazu übergegangen, in der Mittelstufe bestimmten Kernfächern, insbesondere dem Fach Mathematik, flexible Intensivierungsstunden fest zuzuordnen. Da damit gute Erfahrungen gemacht wurden, hat das Staatsministerium alle Gymnasien mit KMS Nr. VI.5-5 S 5640-6.70916 vom 01.08.2012 gebeten, eine solche Zuordnung in den zuständigen Gremien zu erörtern und ggf. einzuführen. Für das Fach Mathematik in der Jahrgangsstufe 8 wird eine so mögliche Erhöhung der Anzahl der Wochenstunden vom Staatsministerium empfohlen.

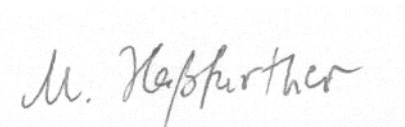
Eine für alle Schülerinnen und Schüler verpflichtende Intensivierungsstunde im Fach Mathematik in der Jahrgangsstufe 8 könnte – dem Kernanliegen einer Intensivierungsstunde entsprechend – dazu genutzt werden, grundlegende mathematische Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen des Unterrichts ständig systematisch zu wiederholen, zu üben und zu vertiefen. Damit ließen sich auch die für den Physikunterricht notwendigen mathematischen Grundlagen (z. B. Größen und deren Einheiten, Größengleichungen mit mehreren Variablen) festigen; so könnte das Fach Physik entlastet werden. Eine enge Zusammenarbeit der Fachschaften für die Fächer Mathematik und Physik kann auch dazu beitragen, alle Mathematiklehrkräfte auf die im Physikunterricht benötigten mathematischen Grundlagen aufmerksam zu machen.

Ausblick

Mit dem Schuljahr 2012/2013 haben auch die Lehrplankommissionen für die Fächer Mathematik und Physik begonnen, die derzeit gültigen Lehrpläne im Rahmen des Projekts LehrplanPLUS zu explizit kompetenzorientierten Lehrplänen weiterzuentwickeln. Die Ergebnisse der Umfrage zum aktuellen Lehrplan, insbesondere der Wunsch zahlreicher Lehrkräfte, die Lehrplaninhalte für die Fächer Mathematik und Physik möglichst wieder detaillierter zu beschreiben, werden im Rahmen des Projekts berücksichtigt. Ein wesentliches Ziel des Projekts ist die Weiterentwicklung des Lehrplans zu einem Lehrplaninformationssystem, das dann insbesondere aufgrund eines hilfreichen Zusatzangebots (z. B. Erläuterungen, Aufgabenbeispiele, Unterrichtsmaterialien) als ständiges Arbeitsmittel für die Unterrichtsvorbereitung dienen kann. Schon jetzt jedoch sollte die Linkebene des Lehrplans, die hilfreiche Erläuterungen sowie Anregungen zur thematischen Ausgestaltung bietet, ebenso wie der Lehrplan selbst regelmäßig zur Unterrichtsvorbereitung genutzt werden.

Für Anregungen und Wünsche im Zusammenhang mit den Fächern Mathematik und Physik, insbesondere mit deren Weiterentwicklung, sind wir stets dankbar und bemühen uns gerne, sie im Rahmen der Arbeit am ISB zu berücksichtigen. Wir wünschen Ihnen ein weiterhin erfolgreiches Schuljahr sowie Freude an der Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern.

Mit freundlichen Grüßen



i. A. Michael Haßfurther, OStR
Referent für Physik



i. A. Vasco Lorber, OStR
Referent für Mathematik