

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

VSSG
SPEIS



Centro
Stefano Franscini

Konferenz zum Übertritt Gymnasium- Universität

Unterlagen der Arbeitsgruppe Physik

INHALT:

Programm Arbeitsgruppe Physik 1 - 2

Rechtliche Grundlagen:

Auszug aus MAR 95 3 - 12

Auszug aus dem Rahmenlehrplan der EDK (Ph + M) 13 - 26

Unterlagen zu Block 1: Lehrpläne:

HSGYM-Treffpunkte Physik 27 - 37

Lehrplan Physik KS Frauenfeld 38 - 41

Lehrplan KS Romanshorn 42 - 46

Lehrplan Physik Kanton Bern 47 - 54

Lehrplan MNG Zürich 55 - 57

Lehrplan Kanton Tessin 58 - 62

Lehrplan Liechtenstein 63 - 69

Lehrplan KS Birch 70 - 73

Lehrplan KS Wetzikon 74 - 76

Lehrplan KS Freudenberg 77 - 79

Studentafel KS Frauenfeld 80

Studentafel MNG 81 - 82

Unterlagen zu Block 2: Aufgaben und Prüfungen:

Musteraufgaben HSGYM 83 - 93

Maturitätsprüfung Physik MNG 2004 (Grundlagen) 94 - 101

Maturitätsprüfung Physik MNG 2005 (SP) 102 - 109

ETH Aufnahmeprüfung (Frühling 2006)) 110 - 111

ETH Aufnahmeprüfung (Herbst 2006) 112 - 114

Lehrplan 21 und Stellwerktest 115 - 121

Querschnittsprüfung MNG 122

Unterlagen zu Block 3: Studien:

Auszug aus HSGYM Bericht	123 - 134
EVAMAR II: Die Ergebnisse in Kürze“	135 - 138
Auszug Schlussbericht PGYM	139 - 142
NaTech – Bericht	143 - 149
Katalog der Grundkenntnisse in Mathematik (DMK/CRM 1997)	150 - 151

CSF-Konferenz: Programm Fachgruppe Physik (Stand 13. September 2010)

Block 1 (Montag, 25. Oktober 2010; 9.00 Uhr bis 12.00 Uhr)

9.00 – 9.10	Zielsetzungen und Programm vorstellen und diskutieren
9.10 – 10.00	Einstieg in Lehrpläne mit Kurzreferaten (Vergleich mit HSGYM-Liste)
10.00 – 10.30	Pause
10.30 – 12.00	Fortsetzung Kurzreferate
	Diskussion: Welche Unterschiede werden festgestellt? Lassen sich diese durch die unterschiedliche Stundendotation erklären? Sollte ein „Konferenzlehrplan“ erstellt werden?

Block 2 (Montag, 25. Oktober 2010; 14.30 Uhr bis 17.00 Uhr)

14.30 – 14.40	Einstieg: In welcher Tiefe sollen die akzeptierten Themen behandelt werden? Wie wird diese Tiefe definiert? Eine mögliche Antwort: Musteraufgaben
14.40 – 15.00	Kurzreferat von Martin Lieberherr zu HSGYM-Musteraufgaben Diskussion: Soll der Wissensstand der SchülerInnen mit Hilfe von gemeinsamen Prüfungen erhoben werden, damit ein Standard festgelegt werden kann? Wie macht dies die Sek I Stufe?
15.00 – 15.30	Kurzreferat von Susanne Metzger zum Lehrplan 21 und zum Stellwerttest Diskussion: Lassen sich diese Erfahrungen und Instrumente auf die Sek II Stufe übertragen?
15.30 – 16.00	Pause
16.00 – 16.20	Ansätze zu klassenübergreifenden Prüfungen am Gymnasium (Gemeinsam Prüfen): Kurzreferat von Martin Lieberherr zu Querschnittsprüfungen und Präsentation einer Umfrage im Kanton Zürich betreffend gemeinsamen Prüfungen
16.20 – 17.00	Zusammenfassende Diskussion, Festhalten der Resultate Vorbereitung Zwischenbericht

Block 3 (Dienstag, 26. Oktober 2010; 9.15 Uhr bis 12.00 Uhr)

9.30 – 10.00	Diskussion: Welche weiteren Punkte sind uns wichtig (siehe auch Empfehlungen von HSGYM, EVAMAR II, PGYM, NaTech)? Wie können diese umgesetzt werden?
10.00 – 10.30	Pause
10.30 – 12.00	Vorbereitung fächerübergreifende Diskussion mit Fachgruppe Mathematik in Gruppendiskussionen an Flipcharts zu folgenden vier Themen: <ol style="list-style-type: none">1. Einsatz des Taschenrechners im Physik- und Mathematikunterricht2. Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik: Zwei Fächer unter einem Namen? Vergleich Ist - Soll3. Gemeinsame Themen und ihre Umsetzung im Unterricht (insbesondere im Grundlagenfach)4. Wünsche an die Fachgruppe Mathematik Zeiteinteilung: 30 Minuten Gruppendiskussionen, 40 Minuten Präsentation der Ergebnisse der Gruppendiskussionen, 20 Minuten Zusammenfassung der Ergebnisse für die fächerübergreifende Diskussion mit der Fachgruppe Mathematik

Block 4 (Mittwoch, 27. Oktober 2010; 8.30 Uhr bis 12.00 Uhr)

8.30 – 9.00	Folgerungen aus der fächerübergreifenden Diskussion, Formulierung von Konsequenzen
9.00 – 10.00	Weiteres Vorgehen in der Fachgruppe Physik: Ausarbeitung eines „Konferenzlehrplans“ in einer kleineren Gruppe mit welchen Zielen? Zusammensetzung dieser Gruppe? Nächstes Treffen? Wünsche der Partner an der Schnittstelle
10.00 – 10.30	Pause
10.30 – 12.00	Konferenzbericht diskutieren und verabschieden Schlusspräsentation vorbereiten

Verordnung über die Anerkennung von gymnasialen Maturitätsausweisen (Maturitäts-Anerkennungsverordnung, MAV)

vom 15. Februar 1995 (Stand am 1. August 2007)

Der Schweizerische Bundesrat,

gestützt auf Artikel 39 Absatz 2 des ETH-Gesetzes vom 4. Oktober 1991¹
sowie Artikel 6 Buchstabe b des Bundesgesetzes vom 19. Dezember 1877²
betreffend die Freizügigkeit des Medizinalpersonals
in der Schweizerischen Eidgenossenschaft,

verordnet:

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand

Diese Verordnung regelt die schweizerische Anerkennung von kantonalen und kantonal anerkannten gymnasialen Maturitätsausweisen.

Art. 2 Wirkung der Anerkennung

¹ Mit der Anerkennung wird festgestellt, dass die Maturitätsausweise gleichwertig sind und den Mindestanforderungen entsprechen.

² Die anerkannten Maturitätsausweise gelten als Ausweise für die allgemeine Hochschulreife.

³ Sie berechtigen insbesondere zur:

- a. Zulassung an die Eidgenössischen Technischen Hochschulen nach Artikel 16 des ETH-Gesetzes vom 4. Oktober 1991;
- b. Zulassung zu den eidgenössischen Medizinalprüfungen nach der Allgemeinen Medizinalprüfungsverordnung vom 19. November 1980³ und zu den eidgenössischen Prüfungen für Lebensmittelchemikerinnen und -chemiker nach dem Lebensmittelgesetz vom 9. Oktober 1992⁴.

AS 1995 1001

¹ SR 414.110

² SR 811.11

³ SR 811.112.1

⁴ SR 817.0

2. Abschnitt: Anerkennungsbedingungen

Art. 3 Grundsatz

Kantonale sowie von einem Kanton anerkannte Maturitätsausweise werden im Sinne dieser Verordnung schweizerisch anerkannt, wenn die Anerkennungsbedingungen dieses Abschnitts erfüllt sind.

Art. 4 Maturitätsschulen

Maturitätszeugnisse werden nur anerkannt, wenn sie an einer allgemeinbildenden Vollzeitschule der Sekundarstufe II oder an einer allgemeinbildenden Vollzeit- oder Teilzeitschule für Erwachsene erworben worden sind.

Art. 5 Bildungsziel

¹ Ziel der Maturitätsschulen ist es, Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf ein lebenslanges Lernen grundlegende Kenntnisse zu vermitteln sowie ihre geistige Offenheit und die Fähigkeit zum selbständigen Urteilen zu fördern. Die Schulen streben eine breit gefächerte, ausgewogene und kohärente Bildung an, nicht aber eine fachspezifische oder berufliche Ausbildung. Die Schülerinnen und Schüler gelangen zu jener persönlichen Reife, die Voraussetzung für ein Hochschulstudium ist und die sie auf anspruchsvolle Aufgaben in der Gesellschaft vorbereitet. Die Schulen fördern gleichzeitig die Intelligenz, die Willenskraft, die Sensibilität in ethischen und musischen Belangen sowie die physischen Fähigkeiten ihrer Schülerinnen und Schüler.

² Maturandinnen und Maturanden sind fähig, sich den Zugang zu neuem Wissen zu erschliessen, ihre Neugier, ihre Vorstellungskraft und ihre Kommunikationsfähigkeit zu entfalten sowie allein und in Gruppen zu arbeiten. Sie sind nicht nur gewohnt, logisch zu denken und zu abstrahieren, sondern haben auch Übung im intuitiven, analogen und vernetzten Denken. Sie haben somit Einsicht in die Methodik wissenschaftlicher Arbeit.

³ Maturandinnen und Maturanden beherrschen eine Landessprache und erwerben sich grundlegende Kenntnisse in anderen nationalen und fremden Sprachen. Sie sind fähig, sich klar, treffend und einfühlsam zu äussern, und lernen, Reichtum und Besonderheit der mit einer Sprache verbundenen Kultur zu erkennen.

⁴ Maturandinnen und Maturanden finden sich in ihrer natürlichen, technischen, gesellschaftlichen und kulturellen Umwelt zurecht, und dies in Bezug auf die Gegenwart und die Vergangenheit, auf schweizerischer und internationaler Ebene. Sie sind bereit, Verantwortung gegenüber sich selbst, den Mitmenschen, der Gesellschaft und der Natur wahrzunehmen.

Art. 6 Dauer

¹ Die Ausbildung bis zur Maturität muss insgesamt mindestens zwölf Jahre dauern.

² Mindestens die letzten vier Jahre sind nach einem eigens für die Vorbereitung auf die Maturität ausgerichteten Lehrgang zu gestalten. Ein dreijähriger Lehrgang ist möglich, wenn auf der Sekundarstufe I eine gymnasiale Vorbildung erfolgt ist.

³ An Maturitätsschulen für Erwachsene muss der eigens auf die Maturität ausgerichtete Lehrgang mindestens drei Jahre dauern. Ein angemessener Teil dieses Lehrgangs muss im Direktunterricht absolviert werden.

⁴ Werden Schülerinnen und Schüler aus andern Schultypen in den gymnasialen Lehrgang aufgenommen, so haben sie in der Regel den Unterricht der beiden letzten Jahre vor der Maturität zu besuchen.

Art. 7 Lehrkräfte

¹ Im Maturitätslehrgang (Art. 6 Abs. 2 und 3) ist der Unterricht von Lehrkräften zu erteilen, die das Lehrdiplom für Maturitätsschulen erworben oder eine andere fachliche und pädagogische Ausbildung mit gleichem Niveau abgeschlossen haben. Für Fächer, in denen die wissenschaftliche Ausbildung an einer universitären Hochschule möglich ist, ist als Abschluss ein universitärer Master verlangt.⁵

² Progymnasialer Unterricht auf der Sekundarstufe I kann auch von Lehrkräften dieser Stufe erteilt werden, sofern sie über die entsprechende fachliche Qualifikation verfügen.

Art. 8 Lehrpläne

Die Maturitätsschulen unterrichten nach Lehrplänen, die vom Kanton erlassen oder genehmigt sind und sich auf den gesamtschweizerischen Rahmenlehrplan der Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren abstützen.

Art. 9 Maturitätsfächer

¹ Die Maturitätsfächer umfassen:

- a. die Grundlagenfächer;
- b. ein Schwerpunktfach;
- c. ein Ergänzungsfach;
- d. die Maturaarbeit.⁶

⁵ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

⁶ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

² Die Grundlagenfächer sind:⁷

- a. die Erstsprache;
- b. eine zweite Landessprache;
- c. eine dritte Sprache (eine dritte Landessprache, Englisch oder eine alte Sprache);
- d. Mathematik;
- e.⁸ Biologie;
- f.⁹ Chemie;
- g.¹⁰ Physik;
- h.¹¹ Geschichte;
- i.¹² Geografie;
- j.¹³ Bildnerisches Gestalten und/oder Musik.

^{2bis} Die Kantone können als weiteres Grundlagenfach Philosophie anbieten.¹⁴

³ Das Schwerpunktfach ist aus den folgenden Fächern oder Fächergruppen auszuwählen:

- a. alte Sprachen (Latein und/oder Griechisch);
- b. eine moderne Sprache (eine dritte Landessprache, Englisch, Spanisch oder Russisch);
- c. Physik und Anwendungen der Mathematik;
- d. Biologie und Chemie;
- e. Wirtschaft und Recht;
- f. Philosophie/Pädagogik/Psychologie;
- g. Bildnerisches Gestalten;
- h. Musik.

⁷ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

⁸ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

⁹ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹⁰ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹¹ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹² Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹³ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹⁴ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

⁴ Das Ergänzungsfach ist aus den folgenden Fächern auszuwählen:

- a. Physik;
- b. Chemie;
- c. Biologie;
- d. Anwendungen der Mathematik;
- d^{bis}.¹⁵ Informatik;
- e. Geschichte;
- f. Geographie;
- g. Philosophie;
- h. Religionslehre;
- i. Wirtschaft und Recht;
- k. Pädagogik/Psychologie;
- l. Bildnerisches Gestalten;
- m. Musik;
- n. Sport.

⁵ Eine Sprache, die als Grundlagenfach belegt wird, kann nicht gleichzeitig als Schwerpunktfach gewählt werden. Ebenso ist die gleichzeitige Wahl eines Faches als Schwerpunkt- und Ergänzungsfach ausgeschlossen. Die Wahl von Musik oder Bildnerischem Gestalten als Schwerpunktfach schliesst die Wahl von Musik, Bildnerischem Gestalten oder Sport als Ergänzungsfach aus.

^{5bis} Als weiteres obligatorisches Fach belegen alle Schülerinnen und Schüler eine Einführung in Wirtschaft und Recht.¹⁶

⁶ Für die Ausbildungsangebote der Maturitätsschulen in den Grundlagen-, Schwerpunkt- und Ergänzungsfächern sind die Bestimmungen der Kantone massgebend.

⁷ Im Grundlagenfach «Zweite Landessprache» müssen mindestens zwei Sprachen angeboten werden. In mehrsprachigen Kantonen kann eine zweite Kantonssprache als «zweite Landessprache» bestimmt werden.

Art. 10 Maturaarbeit

Schülerinnen und Schüler müssen allein oder in einer Gruppe eine grössere eigenständige schriftliche oder schriftlich kommentierte Arbeit erstellen und mündlich präsentieren.

¹⁵ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹⁶ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

Art. 11 Anteile der Fächer¹⁷

Der Anteil an der gesamten Unterrichtszeit für die Maturitätsfächer beträgt:¹⁸

a. ¹⁹ für die Grundlagenfächer:	In Prozent
1. Sprachen (Erstsprache, zweite und dritte Sprache)	30–40
2. Mathematik und Naturwissenschaften (Physik, Chemie und Biologie)	25–35
3. Geistes- und Sozialwissenschaften (Geschichte, Geografie, Einführung in Wirtschaft und Recht sowie allenfalls Philosophie)	10–20
4. Kunst (Bildnerisches Gestalten und/oder Musik)	5–10
b. für den Wahlbereich: Schwerpunkt- und Ergänzungsfach sowie Maturaarbeit	15–25

Art. 11a²⁰ Interdisziplinarität

Jede Schule stellt sicher, dass die Schülerinnen und Schüler mit fächerübergreifenden Arbeitsweisen vertraut sind.

Art. 12 Dritte Landessprache

Neben dem Angebot der Landessprachen im Bereich der Grundlagen- und Schwerpunktfächer muss auch eine dritte Landessprache als Freifach angeboten werden. Die Kenntnis und das Verständnis der regionalen und kulturellen Besonderheiten des Landes sind durch geeignete Massnahmen zu fördern.

Art. 13 Rätoromanisch

Im Kanton Graubünden kann die rätoromanische Sprache zusammen mit der Unterrichtssprache als Erstsprache (Art. 9 Abs. 1 Bst. a) bezeichnet werden.

Art. 14 Prüfungsfächer

¹ Eine Maturitätsprüfung findet in mindestens fünf Maturitätsfächern statt. Die Prüfungen sind schriftlich; es kann zusätzlich mündlich geprüft werden.

¹⁷ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹⁸ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

¹⁹ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

²⁰ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

² Prüfungsfächer sind:

- a. die Erstsprache;
- b. eine zweite Landessprache oder eine zweite Kantonsprache nach Artikel 9 Absatz 7;
- c. Mathematik;
- d. das Schwerpunktfach;
- e. ein weiteres Fach, für dessen Wahl die Bedingungen des Kantons massgebend sind.

Art. 15 Maturitätsnoten und Bewertung der Maturaarbeit

¹ Die Maturitätsnoten werden gesetzt:

- a. in den Fächern, in denen eine Maturitätsprüfung stattfindet, je zur Hälfte aufgrund der Leistungen im letzten Ausbildungsjahr und der Leistungen an der Maturitätsprüfung;
- b. in den übrigen Fächern aufgrund der Leistungen im letzten Ausbildungsjahr, in dem das Fach unterrichtet worden ist;
- c.²¹ in der Maturaarbeit aufgrund des Arbeitsprozesses, der schriftlichen Arbeit und ihrer mündlichen Präsentation.

² Bei der Bewertung der Maturaarbeit werden die erbrachten schriftlichen und mündlichen Leistungen berücksichtigt.

Art. 16 Bestehensnormen

¹ Die Leistungen in den Maturitätsfächern werden in ganzen und halben Noten ausgedrückt. 6 ist die höchste, 1 die tiefste Note. Noten unter 4 stehen für ungenügende Leistungen.

² Die Maturität ist bestanden, wenn in den Maturitätsfächern:²²

- a. die doppelte Summe aller Notenabweichungen von 4 nach unten nicht grösser ist als die Summe aller Notenabweichungen von 4 nach oben; und
- b.²³ nicht mehr als vier Noten unter 4 erteilt wurden.

³ Zur Erlangung des Maturitätsausweises sind zwei Versuche zulässig.

Art. 17 Grundkurs in Englisch

Für Schülerinnen und Schüler, die Englisch nicht als Maturitätsfach gewählt haben, muss ein Grundkurs in Englisch angeboten werden.

²¹ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

²² Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

²³ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

3. Abschnitt: Besondere Bestimmungen

Art. 18 Zweisprachige Maturität

Die von einem Kanton nach eigenen Vorschriften erteilte zweisprachige Maturität kann ebenfalls anerkannt werden.

Art. 19²⁴ Abweichungen von den Bestimmungen dieser Verordnung

¹ Abweichungen von Bestimmungen dieser Verordnung können bewilligt werden:

- a. für die Durchführung von Schulversuchen;
- b. für die Schweizer Schulen im Ausland, soweit solche Abweichungen im Hinblick auf das Schulsystem des Sitzlandes nötig sind.

² Die Abweichungen werden bewilligt:

- a. für Schulversuche: von der Schweizerischen Maturitätskommission;
- b. für Schweizer Schulen im Ausland: vom Eidgenössischen Departement des Innern und vom Vorstand der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren gemeinsam.

Art. 20 Maturitätsausweis²⁵

¹ Der Maturitätsausweis enthält:

- a. die Aufschrift «Schweizerische Eidgenossenschaft» sowie die Kantonsbezeichnung;
- b. den Vermerk «Maturitätsausweis, ausgestellt nach ...»;
- c. den Namen der Schule, die ihn ausstellt;
- d. den Namen, Vornamen, Heimatort (für Ausländerinnen und Ausländer: Staatsangehörigkeit und Geburtsort) und das Geburtsdatum der Inhaberin oder des Inhabers;
- e. die Angaben der Zeit, während der die Inhaberin oder der Inhaber die Schule besucht hat;
- f.²⁶ die Noten der Maturitätsfächer;
- g.²⁷ das Thema der Maturaarbeit;
- h. gegebenenfalls einen Hinweis auf die Zweisprachigkeit der Maturität mit Angabe der zweiten Sprache;

²⁴ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

²⁵ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

²⁶ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

²⁷ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

- i. die Unterschrift der zuständigen kantonalen Behörde und der Rektorin oder des Rektors der Schule.

² Die Noten für kantonal vorgeschriebene oder andere belegte Fächer können im Maturitätsausweis ebenfalls aufgeführt werden.

4. Abschnitt: Schweizerische Maturitätskommission

Art. 21

Aufgaben und Zusammensetzung der Schweizerischen Maturitätskommission richten sich nach der Verwaltungsvereinbarung vom 16. Januar 1995/15. Februar 1995²⁸ zwischen dem Schweizerischen Bundesrat und der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.

5. Abschnitt: Verfahren

Art. 22 Zuständigkeit

¹ Der Kanton richtet sein Gesuch an die Schweizerische Maturitätskommission.

² Über Gesuche entscheidet das Eidgenössische Departement des Innern auf Antrag der Schweizerischen Maturitätskommission.

Art. 23 Rechtsschutz

Gegen Verfügungen des Eidgenössischen Departementes des Innern kann der gesuchstellende Kanton Beschwerde führen. Das Verfahren richtet sich nach den allgemeinen Bestimmungen über die Bundesverwaltungsrechtspflege.

6. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 24 Aufhebung bisherigen Rechts

Die Verordnung vom 22. Mai 1968²⁹ über die Anerkennung von Maturitätsausweisen wird aufgehoben.

Art. 25 Übergangsbestimmung

Nach bisherigem Recht erteilte Anerkennungen sind noch acht Jahre ab Inkrafttreten dieser Verordnung gültig.

²⁸ BBl 1995 II 318

²⁹ [AS 1968 693, 1972 2847, 1973 91, 1982 2273, 1986 944; SR 413.12 Art. 24 Abs. 2]

Art. 25a³⁰ Übergangsbestimmungen für die Änderung vom 27. Juni 2007

¹ Anerkennungsgesuche, die vor dem Inkrafttreten der Änderung vom 27. Juni 2007 dieser Verordnung gemäss bisherigem Recht eingereicht wurden, werden gestützt auf bisheriges Recht beurteilt.

² Ausbildungen, deren Abschlüsse gemäss bisherigem Recht anerkannt worden sind, sind innert einem Jahr nach Inkrafttreten der Änderung vom 27. Juni 2007 dieser Verordnung an das neue Recht anzupassen. Die vorgenommenen Änderungen sind der Schweizerischen Maturitätskommission zur Überprüfung einzureichen.

Art. 26 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 1. August 1995 in Kraft.

³⁰ Eingefügt durch Ziff. I der V vom 27. Juni 2007, in Kraft seit 1. Aug. 2007 (AS 2007 3477).

Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen

vom 9. Juni 1994

Empfehlung an die Kantone gemäss Art. 3 des Schul-
konkordats vom 29. Oktober 1970

Mit Handreichungen zur Umsetzung

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK)
Bern 1994

Vorwort

Das Gymnasium ist nicht nur die Schulform mit der längsten, ungebrochenen Tradition. Es ist auch die Schulform, die sich von Anfang an überkantonal, im Rahmen einer landesweiten und zum Teil auch internationalen Abstimmung, entwickelt hat.

Man mag sich daher wundern, dass ein schweizerischer Rahmenlehrplan erst jetzt erlassen wird. Die Regeln zur Anerkennung der Maturität, die seit über hundert Jahren Ziel und Fächerkanon des Gymnasiums umschrieben haben, konnten zum Teil als Ersatz dienen. Seit der Diskussion um die „Mittelschule von morgen“ (1972) hat sich aber das Bedürfnis verstärkt, die Ziele und Inhalte des gymnasialen Unterrichts im ganzen und in seinen Teilen zu umschreiben.

Der Rahmenlehrplan, wie er nun von der Erziehungsdirektorenkonferenz erlassen wurde, konnte nur mit intensiver und breiter Mitarbeit kompetenter Gymnasiallehrerinnen und -lehrer und weiterer Fachleute erarbeitet werden. Ihnen und dem Verein Schweizerischer Gymnasiallehrer sei für den kooperativen Einsatz und für die positive Begleitung des Projektes herzlich gedankt. Der Dank gilt nicht zuletzt auch der Weiterbildungszentrale Luzern und dem EDK-Ausschuss Gymnasium, die als Stabsstellen der Erziehungsdirektorenkonferenz die Arbeiten vorangetrieben und zum Abschluss gebracht haben.

Der Rahmenlehrplan stützt sich ausdrücklich auf Art. 3 des Schulkonkordats von 1970. Die EDK hat ihn in ihrer Funktion als Organ des Konkordats erarbeitet und beschlossen. Er gilt als formelle „Empfehlung zuhanden aller Kantone“. Seine Umsetzung obliegt demnach in erster Linie den Kantonen und ihren Schulen.

Mit dem neuen Rahmenlehrplan und den kommenden neuen Maturitätsnormen wird das schweizerische Gymnasium erstmals über einheitlich konzipierte Leitvorstellungen verfügen. Sie sollen mithelfen, eine zeitgemässe Entwicklung unserer Maturitätsschulen zu fördern.

Bern, im Juni 1994

Schweizerische Konferenz der kantonalen
Erziehungsdirektoren

Der Präsident

Der Generalsekretär

Peter Schmid

Moritz Arnet

Einleitung

Ziele und Leitvorstellungen des Rahmenlehrplans (RLP)

1985 veröffentlichte die Kommission Gymnasium-Universität (KGU) ihre „10 Thesen zum heutigen Zweckartikel der Maturitätsanerkennungsverordnung (Art. 7 MAV)“.

Ende 1987 schlug die von der EDK beauftragte vorbereitende Arbeitsgruppe „Maturitätsprogramme“ unter dem Vorsitz von Giovanni Zamboni in ihrem Schlussbericht vor, es seien - gestützt auf die Thesen der KGU und Art. 7 MAV - Rahmenlehrpläne zu erarbeiten.

Am 28. Oktober 1987 beschloss die Erziehungsdirektorenkonferenz, es seien „Rahmenlehrpläne für die Maturitätsschulen“ auszuarbeiten, die im Sinne von Art. 3a des Schulkonkordats von 1970 erlassen werden sollten. Die Pädagogische Kommission präzisierte den Auftrag im Mandat vom 23. Februar 1988 zuhanden des Ausschusses Gymnasium (AGYM).

Gestützt darauf richtet sich der vorliegende Rahmenlehrplan an

- *alle* Maturandinnen und Maturanden. Das Gymnasium kann und darf nicht Propädeutik für einzelne Wissenschaftszweige betreiben; vielmehr müssen die Schülerinnen und Schüler zur *allgemeinen* Hochschulreife bzw. Studierfähigkeit geführt werden; sie sollen in der Wahl ihres Studiums bzw. einer anspruchsvollen höheren Berufs- oder Fachausbildung frei sein;
- Jugendliche, die nicht nur eine intellektuelle Schulung, sondern zusätzlich eine breite, ausgewogene, auch musische Bildung und die Entwicklung und Festigung ihrer Persönlichkeit anstreben.

Das Gymnasium kann und will den Jugendlichen keine „Bildung fürs Leben“, sondern eine Grundlage an Kenntnissen, Fertigkeiten und Haltungen vermitteln, die es ihnen möglich macht, ihr Wissen auf jedem Gebiet und jederzeit zu erweitern.

Die Rahmenlehrpläne der einzelnen Fächer

Die Rahmenlehrpläne sind das Ergebnis einer intensiven Milizarbeit von ungefähr 250 Lehrerinnen und Lehrern aus allen Fachverbänden des Vereins Schweizerischer Gymnasiallehrer (VSG). Dass das Projekt auf diese Weise realisiert werden konnte, darf als

Glücksfall bezeichnet werden: Intensive Gespräche und reger Gedankenaustausch über die Fachbereiche hinweg brachten auch bedeutende Impulse für die Überprüfung und Weiterentwicklung der Gymnasialdidaktik. Zudem lässt diese Vorgehensweise hoffen, dass das Projekt nicht Papier bleibt, sondern dass auch die Fachverbände an einer Umsetzung in die Realität interessiert sind.

Zur Realisierung beigetragen haben ausserdem

- die Weiterbildungszentrale für Mittelschullehrer (WBZ) mit der Durchführung von Kursen für die Arbeitsgruppen und die Fachverbände;
- eine Projektleitungsgruppe, bestehend aus Vertretern und Vertreterinnen der wichtigsten Partner, die die Arbeiten koordinierte und leitete;
- Lehrplanexperten und, in einer späteren Phase, die KGU, die mit dem notwendigen „Blick von aussen“ den Fachgruppen mit konstruktiver Kritik zur Seite standen.

Erstmals in der Geschichte des schweizerischen Gymnasiums sollten die wesentlichen Ziele der zu unterrichtenden Fächer formuliert werden. Dabei galt es,

- einen Ausgleich unter den verschiedenen didaktischen Konzepten herzustellen und
- den kulturell und sprachregional unterschiedlichen Wertvorstellungen Rechnung zu tragen; dies hatte zur Folge, dass in den verschiedenen Sprachversionen der RLP geringe inhaltliche Unterschiede akzeptiert wurden.

Bei der Beurteilung des Innovationsgrades der RLP muss berücksichtigt werden, dass

- erstmals gesamtschweizerisch die Lernziele des gymnasialen Unterrichts definiert wurden;
- erstmals aufgrund von Lernzielen (und nicht nach Stoffplan) unterrichtet werden soll;
- neue didaktische Erkenntnisse beachtet wurden, wobei nicht vergessen werden darf, dass sich die Didaktik der einzelnen Fächer laufend erneuert.

Die Rahmenlehrplanentwürfe der einzelnen Fächer wurden der KGU zur Validierung übergeben. Kriterien der Überprüfung waren

- Mandatstreue;
- Kohärenz und Ganzheitlichkeit;
- Übereinstimmung mit den Leitideen der 10 Thesen der KGU;
- Anforderungsniveau, das der allgemeinen Hochschulreife entspricht.

Die KGU erstellte einen umfangreichen Bericht über ihre Validierungsarbeit. Die Ergebnisse wurden bei der Bereinigung dieses Rahmenlehrplans berücksichtigt.

PHYSIK

A Allgemeine Bildungsziele

Physik erforscht mit experimentellen und theoretischen Methoden die messend erfassbaren und mathematisch beschreibbaren Erscheinungen und Vorgänge in der Natur. Der gymnasiale Physikunterricht macht diese Art der Auseinandersetzung des menschlichen Denkens mit der Natur sichtbar und fördert zusammen mit den anderen Naturwissenschaften das Verständnis für die Natur, den Respekt vor ihr und die Freude an ihr.

Die Schülerinnen und Schüler lernen grundlegende physikalische Gebiete und Phänomene in angemessener Breite kennen und werden befähigt, Zustände und Prozesse in Natur und Technik zu erfassen und sprachlich klar und folgerichtig in eigenen Worten zu beschreiben. Sie erkennen physikalische Zusammenhänge auch im Alltag und sind sich der wechselseitigen Beziehungen von naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung, Gesellschaft und Umwelt bewusst.

Der Physikunterricht vermittelt exemplarisch Einblick in frühere und moderne Denkmethode und deren Grenzen. Er zeigt, dass Physik nur einen Teil der Wirklichkeit beschreibt und einer Einbettung in die anderen dem Menschen zugänglichen Betrachtungsweisen bedarf, weist aber gleichzeitig physikalisches Denken als wesentlichen Bestandteil unserer Kultur aus.

Der Physikunterricht zeigt, dass sich physikalisches Verstehen dauernd entwickelt und wandelt und hilft mit beim Aufbau eines vielseitigen Weltbildes. Durch Einsicht in die Möglichkeiten und Grenzen, aber auch den Sinn des Machbaren, können Wissenschaftsgläubigkeit oder Wissenschaftsfeindlichkeit verringert werden.

B Begründungen und Erläuterungen

Die Physik ist integrierender Bestandteil unseres Kulturlebens wie auch ein Bindeglied zwischen Mensch und Technik. Das ihr zugrunde liegende Denken gilt als Modell für naturwissenschaftliches Erfassen von Wirklichkeit, das auch in anderen Fachbereichen von Bedeutung ist. Die Art, wie innerhalb der Physik Teilgebiete ineinandergreifen, und die Wechselwirkung der Physik mit anderen Wissensgebieten (Medizin, Technik, Philosophie usw.) veranschaulichen vernetztes Denken.

Der Physikunterricht stellt technische Prinzipien aus verschiedenen Jahrhunderten vor, welche in wichtigen Geräten des täglichen Lebens enthalten sind. Das Vermitteln der diesen Prinzipien zugrunde liegenden physikalischen Phänomene, Prozesse und Gesetze vermag das Verständnis der gegenwärtigen und vergangenen Welt zu fördern; umgekehrt öffnen technische Anwendungen wichtige Zugänge zu physikalischen Inhalten. Die Geschichte zeigt, dass jede Entdeckung zu unvorhersehbaren Anwendungen führen kann.

Physikalische Bildung erlaubt, zwischen blindem Glauben an das technisch Machbare und unkritischer Technikfeindlichkeit zu vermitteln. Der Physikunterricht diskutiert anhand von Beispielen Möglichkeiten und Grenzen des physikalisch-technischen Handelns und reflektiert die damit verbundenen Risiken auch aus ethischer Sicht. Er lädt dazu ein, gesellschaftlich relevante Probleme technischer Anwendungen zu erörtern und den fachspezifischen Standpunkt mit anderen Betrachtungsweisen in Verbindung zu bringen. Dadurch führt er über das reine Verfügungswissen hinaus, hin zu einem zeitgemässen Orientierungswissen.

Das Experiment ist im Unterricht von entscheidender Bedeutung, weil an ihm die Besonderheiten des physikalischen Denkens in anschaulicher Weise aufgezeigt werden können. Schülerinnen und Schüler können nur durch eigene Erfahrungen an die Physik herangeführt werden. Das Experiment fördert die Phantasie der Lernenden, wenn sie selber raten, spüren, suchen, irren und sich berichtigen dürfen, statt sich vorschnell auf eine logische Treppe treiben zu lassen. Gleichzeitig verlangen Planung und Durchführung einen verantwortungsvollen und vorsichtigen Umgang mit experimentellen Anordnungen. Reine Demonstrationen genügen nicht; persönliche Erfahrungen im Schülerexperiment sind zu ermöglichen.

PHYSIK

Die Fachsprache der Physik muss sich aus der Umgangssprache heraus entwickeln, wenn physikalische Aussagen im Alltag fruchtbar werden sollen. Erst in Verbindung mit der Alltagssprache bringt die Fachsprache mit ihren exakten Begriffsbildungen einen Gewinn an Kommunizierbarkeit. Der auf Einsicht beruhende Mathematisierungsprozess setzt das Verständnis auch der qualitativen Zusammenhänge voraus. Schulphysik muss sich daher spontan und ohne Einengung des Fragens unter Berücksichtigung des Vorwissens und der altersspezifischen geistigen Möglichkeiten gleichsam von unten entwickeln. Die Befähigung zum physikalischen Denken kann nicht vorausgesetzt, sie muss erst geschaffen werden.

Unsere Verantwortung gegenüber der Um- und Nachwelt soll im Physikunterricht bewusst werden. Sie lässt sich zwar nicht allein aus der Physik ableiten. In Verbindung mit Wissens- und Tätigkeitsbereichen wie Philosophie, Religion, Wirtschaft und Recht, Sprache und Kunst kann physikalisches Denken jedoch für den Menschen des technischen Zeitalters eine wichtige Orientierungshilfe sein. Der Physikunterricht will so mithelfen, dass die Jugendlichen Wege in die Welt und ins Leben finden.

PHYSIK

C Richtziele

Grundkenntnisse

- Physikalische Grunderscheinungen und wichtige technische Anwendungen kennen, ihre Zusammenhänge verstehen sowie über die zu ihrer Beschreibung notwendigen Begriffe verfügen
- Physikalische Arbeitsweisen kennen (Beobachtung, Beschreibung, Experiment, Simulation, Hypothese, Modell, Gesetz, Theorie)
- Einfache technische Anwendungen verstehen
- Wissen, welche Phänomene einer physikalischen Betrachtungsweise zugänglich sind
- Wissen, dass Physik sich wandelt und wie sie vergangene und gegenwärtige Weltbilder mitprägte

Grundfertigkeiten

- Naturabläufe und technische Vorgänge beobachten und mit eigenen Worten beschreiben, physikalische Zusammenhänge mathematisch, aber auch umgangssprachlich formulieren
- Zwischen Fakten und Hypothesen, Beobachtung und Interpretation, Voraussetzung und Folgerung unterscheiden; Widersprüche und Lücken, Zusammenhänge und Entsprechungen erkennen sowie Bekanntes im Neuen wiederentdecken
- Einen Sachverhalt auf die wesentlichen Größen reduzieren
- Modelle gewinnen und auf konkrete Situationen anwenden
- Probleme erfassen, formulieren, analysieren und lösen
- Einfache Experimente planen, aufbauen, durchführen, auswerten und interpretieren
- Mit Informationsmaterial umgehen
- Selbständig und im Team arbeiten

Grundhaltungen

- Neugierde, Interesse und Verständnis für Natur und Technik aufbringen
- Verbindungen zu anderen Fächern erkennen und entsprechende Kenntnisse einbringen
- Verantwortlich handeln und sich das nötige Wissen aneignen
- Die Folgen der Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf Natur, Wirtschaft und Gesellschaft in Betracht ziehen
- An physikalischen Problemstellungen genau und systematisch arbeiten

MATHEMATIK

A Allgemeines Bildungsziel

Der Mathematikunterricht vermittelt ein intellektuelles Instrumentarium, ohne das - trotz Intuition und Erfindungsgeist - kein vertieftes Verständnis der Mathematik, ihrer Anwendungen und der wissenschaftlichen Modellbildung überhaupt möglich ist.

Bei den Lernenden stehen folgende drei Blickrichtungen im Vordergrund:

- der Blick in die Welt der Mathematik hinein als einer eigenständigen Disziplin;
- der Blick aus der Mathematik hinaus in ihre Anwendungen, die Modellbildungen und deren Bezüge auf die uns umgebende Wirklichkeit;
- der Blick in die Ideengeschichte der Mathematik und deren Einbettung in die Kulturgeschichte und die Entwicklung von Wissenschaft und Technik.

Als Beitrag zur Allgemeinbildung schult der Mathematikunterricht das exakte Denken, das folgerichtige Schliessen und Deduzieren, einen präzisen Sprachgebrauch und den Sinn für die Ästhetik mathematischer Strukturen, Modelle und Prozesse. Er fördert das Vertrauen in das eigene Denken und bietet andererseits mit modularen Problemlösestrategien mannigfaltige Chancen, Einzelleistungen im Rahmen von Gruppenarbeiten zu integrieren.

Der Mathematikunterricht bereitet die allgemeinen Grundlagen, Fertigkeiten und Haltungen für die akademischen Berufe vor, in denen Mathematik eine Rolle spielt. Er fördert das Interesse und das Verständnis für die Berufe aus Naturwissenschaft und Technik, in denen mathematische Denkweisen und Werkzeuge eingesetzt werden.

B Begründungen und Erläuterungen

Damit der Mathematikunterricht einer breiten Schülerschaft positive Erfahrungen und Erfolgserlebnisse zu vermitteln vermag, ist Zeit, Geduld und Musse erforderlich. Insbesondere gilt dies für die Entwicklung von Problemlösestrategien, bei denen Entdecken und Erfinden, logisches Argumentieren und Schliessen zentral sind.

In weitreichendem Masse liefert die Mathematik eine formale Sprache zur Beschreibung naturwissenschaftlicher Modelle, zur Erfassung technischer Prozesse und zunehmend auch für wirtschafts-, human- und sozialwissenschaftliche Methodologien. Somit ist Mathematik zum Einsatz im fächerübergreifenden Unterricht besonders geeignet.

Erfolgserlebnisse in der Mathematik setzen Interesse, Geduld, Ausdauer, Konzentrationsfähigkeit, Durchhaltevermögen und geistige Beweglichkeit voraus. Jugendliche sind durchaus bereit, die Herausforderungen des Faches anzunehmen, wenn sie fachlich und persönlich kompetent begleitet werden und wenn genügend Raum für den Ablauf der Erfahrungs- und Lernprozesse zur Verfügung steht.

MATHEMATIK

C Richtziele

Grundkenntnisse

- Die mathematischen Grundbegriffe, Ergebnisse und Arbeitsmethoden der elementaren Algebra, Analysis, Geometrie und Stochastik kennen
- Die wichtigsten Etappen der geschichtlichen Entwicklung der Mathematik und ihre heutige Bedeutung kennen
- Heuristische, induktive und deduktive Methoden kennen

Grundfertigkeiten

- Mathematische Objekte und Beziehungen erkennen und einordnen
- In der Schule behandelte oder selbst erarbeitete mathematische Sachverhalte mündlich und schriftlich korrekt darstellen
- Analogien erkennen und auswerten
- Probleme erfassen und mathematisieren, mathematische Modelle beurteilen und entwickeln sowie die Möglichkeiten und Grenzen dieser Modelle erkennen
- Mathematische Modelle in anderen Schulfächern (Physik, Chemie, Biologie) nutzen und anwenden
- Geometrische Situationen erfassen, darstellen, konstruieren und abbilden
- Elementare Beweismethoden anwenden
- Mit der Arbeitsmethode der modularen Problemlösung vertraut sein
- Die Fach- und Formelsprache sowie die wichtigsten Rechentechniken beherrschen
- (Informatik-)Hilfsmittel und Fachliteratur zweckmässig anwenden

Grundhaltungen

- Der Mathematik positiv begegnen, ihre Stärken und Grenzen kennen
- Offen sein für die spielerische und ästhetische Komponente mathematischen Tuns
- Selbständig, sowohl allein als auch in der Gruppe, arbeiten
- Technische Hilfsmittel kritisch einsetzen
- Offen sein für Verbindungen zu anderen Fachbereichen, in denen mathematische Begriffsbildungen und Methoden nützlich sind
- Bereit sein, mathematische Probleme zu erkennen und die verfügbaren Kräfte und Mittel für Lösungen einzusetzen

ANWENDUNGEN DER MATHEMATIK

A Allgemeine Bildungsziele

Der Mathematikunterricht vermittelt das intellektuelle Instrumentarium, das auch für das Verständnis der Anwendungen der Mathematik unentbehrlich ist. Der Unterricht über Anwendungen der Mathematik behandelt die Fragen, inwiefern Modelle Wirklichkeit beschreiben und wie Modelle angewendet, weiterentwickelt, bewertet und angepasst werden können.

Das Fach Anwendungen der Mathematik berücksichtigt aussermathematische Sachkenntnis und weckt das Verständnis für praxisnahe Lösungen. Es vermittelt Methoden bei angewandten Fragestellungen sowie die Fähigkeit, das jeweils erforderliche Instrumentarium (z.B. mathematische Software) einzusetzen. Dabei ist die Ausführung von eigenen, gruppenorientierten und fächerverbindenden Projektarbeiten von der Planung bis zur Realisierung wichtig.

Der Unterricht über Anwendungen der Mathematik fördert ein problemgerechtes Verfassen, Darstellen und Präsentieren von Ergebnissen in Wort, Bild und Ton. Er unterstützt den Kontakt mit ausserschulischen Fachleuten und erschliesst den Zugang zur Fachliteratur.

Auf diese Weise schult der Unterricht in Anwendungen der Mathematik allgemeine Grundlagen, Fähigkeiten und Haltungen, welche für die anschliessenden Ausbildungslehrgänge in Naturwissenschaft und Technik, insbesondere auch der Ingenieurdisziplinen, wichtig sind.

B Begründungen und Erläuterungen

Der Unterricht in Anwendungen der Mathematik möchte das Interesse an der Entwicklung von effektiven Problemlösestrategien in verschiedenen Gebieten wecken und dabei Erfahrung und Erfolgserlebnisse vermitteln. Dafür sind Zeit, Geduld und Musse erforderlich.

Die ingenieurartigen Methoden unterscheiden sich deutlich von der innermathematischen Arbeitstechnik. Sie legitimieren sich aber durch ihre Effizienz in der Praxis. Der Unterricht in Anwendungen der Mathematik fördert an Beispielen den Einsatz der Mathematik als universelle Sprache. Dabei sind Mathematikwerkstatt, Semesterarbeiten, Gruppenarbeiten, Fallstudien u.a. geeignete Unterrichtsformen.

ANWENDUNGEN DER MATHEMATIK

C Richtziele

Grundkenntnisse

- Mathematische Grundbegriffe, Ergebnisse und Methoden bei der Modellbildung und der Algorithmik anwenden können und Veranschaulichungsmöglichkeiten kennen
- Verfügbare Hilfsmittel (Mathematiksoftware) kennen und einsetzen können
- Anwendungsgebiete der Mathematik in Wissenschaft und Technik an Beispielen kennen

Grundfertigkeiten

- Probleme aus verschiedenen Sachgebieten erfassen und soweit möglich mathematisieren
- Mathematische Modelle entwickeln und beurteilen und dabei deren Möglichkeiten und Grenzen kennenlernen
- Raumgeometrie anwenden, den Raum abbilden, im Raum Konstruktionen und Berechnungen durchführen
- Datenstrukturen aufbauen und analysieren
- Dynamische Systeme und Prozesse erkennen und bearbeiten
- Mit den Arbeitsmethoden der modularen Problemlösung vertraut werden
- Simulationsmodelle entwickeln und anwenden
- Technische Hilfsmittel einsetzen
- Selbständig und in der Gruppe Projekte analysieren

Grundhaltungen

- Bereit sein, mit mathematischen Modellen zu arbeiten
- Realisierbare Lösungen anstreben und prüfen
- Sich den Schwierigkeiten und Anforderungen angewandter Probleme stellen und für Kritik offen sein
- Mit mathematischen Anwendungen andere Fachbereiche unterstützen und umgekehrt aber auch deren fachliche Beiträge und Anregungen annehmen

DR. ROGER HOFER Gymnasiallehrer mbA für Deutsch und Philosophie an der Kantonsschule Im Lee Winterthur, Fachdidaktiker für Philosophie und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Gymnasial- und Berufspädagogik Zürich

PROF. DR. PETER SCHABER Lehrstuhl für Angewandte Ethik, Philosophisches Seminar Universität Zürich

DR. URS SCHÄLLIBAUM Gymnasiallehrer mbA für Deutsch und Philosophie an der Kantonsschule Stadelhofen Zürich

PROF. DR. PETER SCHULTHESS Lehrstuhl für Theoretische Philosophie, Philosophisches Seminar Universität Zürich

18. PHYSIK

DAVID ERNEST, MARTIN LIEBERHERR, HSIUNG PAOLO, ULRICH STRAUMANN, ANDREAS VATERLAUS

18.1 SITUATIONSANALYSE PHYSIK

Physik ist das Mittelschulfach mit dem höchsten Stoffdruck, da viel relevantem Inhalt nur wenig Stunden gegenüberstehen. Die Lehrkräfte sind deshalb gezwungen, Abstriche an gesellschaftlich oder fachlich wichtigen Themen zu machen. Beispielsweise kann eine Lehrkraft vor der Wahl stehen, entweder Treibhauseffekt oder Radioaktivität zu behandeln. Bei noch tieferer Stundendotation kann sogar ein Entscheid zwischen Elektrodynamik (elektrische Energieversorgung, Elektronik, elektromagnetische Strahlung usw.) und Thermodynamik (Kühlschrank, Solarenergie, Benzinmotor, Treibhauseffekt etc.) nötig werden.

Weil der Stoffdruck immens ist, fallen im Grundlagenfach Physik wichtige kulturelle Themen wie zum Beispiel philosophische, geschichtliche, ethische, sprachliche oder ingenieurwissenschaftlich-technische Aspekte in der Physik weg. Dies ist speziell schade, weil sie grosses motivierendes Potenzial hätten.

Weil im Kanton Zürich die Schulen den Lehrplan selbst gestalten können, ist es in einem gewissen Rahmen zufällig, welches Wissen und welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler an die Hochschulen mitbringen. Dies hat zur Folge, dass Hochschuldozierende aller technisch-naturwissenschaftlich-medizinischer Studienrichtungen nicht mehr auf einen sicheren Grundstock an Wissen zurückgreifen können. Sie müssen mehr Grundlagenwissen einführen, was das Niveau des Studiums gesamthaft senkt.

Durch die Einführung von Frühenglisch und Frühfranzösisch sowie dem Englisch-Obligatorium in der Sekundarschule ist der magere Anteil naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts in der Volksschule weiter dezimiert worden. Im Gymnasium sollte also Raum für eine Aufwertung der Physik vorhanden sein. Sonst können unsere Schüler/innen zwar in

zwei Fremdsprachen und Deutsch radebrechen, haben aber in keiner Sprache etwas zu sagen!

Die Stundendotationen im Grundlagenfach Physik sind mit MAR 95 (Maturitätsanerkennungsreglement 1995) und den gleichzeitig umgesetzten Sparmassnahmen zurückgegangen. Eine Dotation von vier bis sechs Jahresstunden genügt aber nicht, um sowohl die Studierfähigkeit für technisch-naturwissenschaftliche Richtungen zu garantieren, als auch die Studierenden für solche Studien zu motivieren. Für gesellschaftlich relevante Allgemeinbildung ist sowieso keine Zeit mehr vorhanden. (Zum Vergleich: Englisch hat nur schon in der gymnasialen Oberstufe etwa zwölf Jahresstunden zur Verfügung.)

MAR 95 hat die Schwierigkeiten an der Schnittstelle Hochschule-Gymnasium vergrössert. Weil die Schülerinnen und Schüler in den Gymnasien Physik nicht bis zum Schluss belegen müssen, tritt häufig der Fall auf, dass Studierende ein oder zwei Jahre vor Studienantritt nicht mehr mit Physik in Kontakt gekommen sind. Viele erleben deshalb an der Hochschule einen demotivierenden Einstiegschock.

Weil die Schülerinnen und Schüler nach MAR 95 neu den Schwerpunkt Biologie/Chemie wählen können, glauben sie, sie seien optimal auf ein Studium der Biologie, Chemie und Medizin vorbereitet. Wie Hochschuldozierende versichern, wären aber solide Grundlagen in Physik genauso wichtig. Eine Umfrage bei Medizinstudenten im 3. Semester (Der Übergang ins Studium II, Ph. Noser und C. Arnold, 2006), die am Gymnasium Schwerpunkt Biologie/Chemie gewählt hatten, ergab, dass sie Physik als wichtig für ihr Fach einschätzen, dass aber nach eigener Aussage ihre Fähigkeiten nicht genügen.

18.2 EMPFEHLUNGEN

*Empfehlungen, die sich an die Gymnasien richten***18.2.1 PHYSIKALISCHE ALLGEMEINBILDUNG VERMITTELN**

Es ist genügend Unterrichtszeit zur Verfügung zu stellen, damit kulturelle, ethische, geschichtliche, sprachliche, philosophische, gesellschaftliche, energiepolitische, umweltpolitische, technische, ... Aspekte der Physik behandelt werden können.

BEGRÜNDUNG: Physik wird von vielen als Formelhaufen empfunden, weil im Unterricht keine Zeit zur Verfügung steht, auf andere Aspekte einzugehen. Der Unterricht soll auch jenen etwas bieten, die Physik nie mehr aktiv brauchen werden.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: EDK und Bundesrat legen eine Stundendotation für physikalisch-technische Allgemeinbildung fest, Bildungsdirektion/Bildungsrat stellen mehr Stunden für den Unterricht in Kultur und Technik zur Verfügung (als Bestandteil des Physikunterrichts, so wie Geometrie Bestandteil des Mathematikunterrichts ist). Mittelschulen und Bildungsrat nehmen entsprechende Themen im Lehrplan auf.

VERANTWORTUNG: Bundesrat, Bildungsdirektion, Bildungsrat, Schulkommissionen, Konvente, Fachschaften, philosophische Fakultäten; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.2 STUNDENDOTATION DER GRUNDLAGENPHYSIK AM GYMNASIUM ERHÖHEN

Es ist genügend Unterrichtszeit einzusetzen, damit sowohl die Studierfähigkeit für technisch-naturwissenschaftliche Disziplinen als auch eine physikalisch-technische Allgemeinbildung für andere Richtungen garantiert werden können.

BEGRÜNDUNG: Bei weniger als neun bis zehn Jahresstunden kann der gymnasiale Unterricht unmöglich beide Ziele erreichen. Dann muss zwischen technisch-naturwissenschaftlicher Studierfähigkeit und Allgemeinbildung ausgewählt werden.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Der Bildungsrat legt als Minimaldotierung für Grundlagenphysik neun bis zehn Jahresstunden in der gymnasialen Oberstufe fest.

VERANTWORTUNG: Bildungsrat, Konvente, Schulkommissionen, Fachschaften, philosophische Fakultäten; Zeithorizont: 2011/2012.

18.2.3 PHYSIKALISCHES FORMALISIEREN UND RECHNEN ÜBEN

Am Gymnasium ist im Physikunterricht genügend Zeit einzuräumen, um das Formalisieren von Problemstellungen

und das Rechnen mit physikalischen Grössen zu üben. Der Unterricht darf nicht ausschliesslich auf «Verständnis» oder sprachliche Wiedergabe ausgerichtet werden.

BEGRÜNDUNG: Hochschuldozierende und Assistenten vermissen bei den Studierenden die Fähigkeit, Mathematik in konkreten Situationen anwenden zu können (Problemanalyse, Aufgaben formalisieren, Näherungen verwenden, Einheiten umwandeln, Grössenordnungen abschätzen etc.). Diese Fähigkeit wird im gymnasialen und universitären Mathematikunterricht zu wenig oder auf ungeeignete Weise geübt. Mathematik oder «Anwendungen der Mathematik» verfolgt meist andere Ziele. Eine engere Zusammenarbeit Mathematik-Physik wäre erwünscht. An der Mittelschule verfügt der Physiklehrer über die besten Voraussetzungen, um wissenschaftliches Rechnen üben zu können. Physikalisches Rechnen ist eine klassische überfachliche Kompetenz, die in allen Studienrichtungen, welche Mathematik anwenden, gebraucht wird. Die aktuelle Stundendotation in Physik ist zu knapp, um das Formalisieren und Grössenrechnen ausreichend zu trainieren, wenn gleichzeitig Allgemeinbildung vermittelt werden soll.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Dem Physikunterricht sind genügend Stunden zuzuteilen, damit physikalisches Formalisieren und Rechnen geübt werden kann. Die Fachschaften und Fakultäten sowie die Fachkonferenz Physik erarbeiten Treffpunkte.

VERANTWORTUNG: Bildungsrat, Konvente, Fachschaften/Fachkonferenz Physik für die Treffpunkte; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.4 SELBSTSTÄNDIGES LERNEN FÖRDERN

Studierende können nicht selbstständig grosse Stoffmengen verarbeiten. Die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten müssen dazu angehalten werden, selbstständig und langfristig zu lernen. Hochschulen führen z.B. keine Brückenkurse mehr durch, um verpassten Stoff nachzuholen, sondern stellen nur das Material zum Selbststudium im Internet bereit. Im Gymnasium ist z.B. das Physikpraktikum ein geeigneter Ort, um selbstständiges Arbeiten zu üben.

BEGRÜNDUNG: Gymnasiasten und teilweise auch Studierende lernen nicht selbstständig, weil ihnen das Material in Präsenzkursen pfeifenfertig verabreicht wird. In vielen Schulen ist das Physikpraktikum, wo die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten selbstständig eigene Daten bearbeiten und den theoretischen Hintergrund erarbeiten müssen, dem Spardruck zum Opfer gefallen.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Schulen bieten Gelegenheit, die Gymnasiasten in Physikpraktika selbstständig arbeiten zu lassen. Hochschulen streichen Brückenkurse und pochen im Gegenzug darauf, dass genügend Grundlagenunterricht im Gymnasium abgehalten wird, so dass keine weiteren Vorkurse nötig sind.

VERANTWORTUNG: Hochschule, Bildungsrat, Konvente, Fachschaften; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.5 RICHTIGES BILD VON DER PHYSIK VERMITTELN

Die Lehrperson soll eine Brücke bauen vom Phänomen zu dessen mathematischer Beschreibung. Der Unterricht ist so zu gestalten, dass der Realitätsbezug von jedem Unterrichtsgegenstand klar wird. Es sind zusätzliche Stunden zur Verfügung zu stellen, damit Anwendungen in Technik und Natur behandelt werden können. Jeder Gymnasiast muss Praktikumsstunden in Physik erleben können, denn Physik ist eine experimentelle Wissenschaft.

BEGRÜNDUNG: Physik wird oft als Formelhaufen ohne Verbindung zur Realität empfunden («Das ist doch nur Theorie»). Das ist auch kein Wunder, wenn die Unterrichtszeit derart knapp ist, dass diese Verbindungen nicht immer gezeigt werden können. Das Physikpraktikum ist in vielen Schulen dem Sparzwang zum Opfer gefallen.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Fachdidaktik Physik bildet ihre Studierenden so aus, dass sie Physik im Alltag und in Anwendungen kennen. Sie sollen lernen, Gesetze auch experimentell-phänomenologisch und nicht nur mathematisch-axiomatisch einzuführen. Die EDK und der Bundesrat weisen dem Physikunterricht zusätzliche Stunden zu, in denen Technik behandelt werden kann. Die Bildungsdirektion stellt entsprechend Ressourcen (Klassen- und Lehrerstunden, Praktikumsräume) zur Verfügung.

VERANTWORTUNG: Bundesrat, EDK, Bildungsdirektion, Bildungsrat, ZHFS, Fachschaften/Fachkonferenz Physik; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.6 EXPERIMENTELLE ERFAHRUNGEN SAMMELN

Alle Schülerinnen und Schüler müssen Gelegenheit haben, eigenhändig Experimente in kleinen Gruppen (Halbklassen) durchzuführen.

BEGRÜNDUNG: Studierende müssen in der Lage sein, Messgeräte einzusetzen und z.B. einfache Stromkreise selbst aufzubauen. Diese Kompetenzen können nicht lesend erworben werden, sondern nur «hands on». Ohne den Kontakt zum Realexperiment ist das physikalische Wissen nicht verankert. Wissensvermittlung lässt sich komprimieren, Erfahrung (Übung, Praktika) nicht.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Fachkonferenz legt in Treffpunkten fest, welche Kompetenzen im Praktikum erworben werden sollen. Bildungsdirektion/Bildungsrat/Schulen stellen Zeit, Material und Räume zur Verfügung.

VERANTWORTUNG: Bildungsdirektion, Schulleitungen, Fachkonferenz Physik; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.7 ALLGEMEINEN HOCHSCHULZUGANG ERMÖGLICHEN

Damit die Maturität befähigt, alle Studien aufzunehmen, muss sichergestellt werden, dass es keine Profile mit physikalisch-technisch abgesenktem Niveau gibt, die z.B. ein technisches Studium erschweren würden. Der Unterricht im Grundlagenfach Physik muss den allgemeinen Hochschulzugang ermöglichen.

BEGRÜNDUNG: Wenn es Profile gibt, die es durchschnittlich begabten Schülerinnen und Schülern faktisch unmöglich machen, technisch-naturwissenschaftlich-medizinische Studien aufzunehmen, entsteht eine akademische Zweiklassengesellschaft. Der Graben zwischen «science and humanities» wird sich verbreitern. Die Schülerinnen und Schüler auf die Wahl eines bestimmten Ergänzungsfachs festzulegen, widerspricht dem Prinzip des allgemeinen Hochschulzugangs, der mit allen Wahlmöglichkeiten gegeben sein soll. Ausserdem erfolgt die Entscheidung für eine Studienrichtung meist nach der Wahl eines Ergänzungs- oder Schwerpunktfachs.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Bundesrat und EDK legen eine minimale Stundendotation für Grundlagenphysik in der gymnasialen Oberstufe fest.

VERANTWORTUNG: Bundesrat, EDK; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.8 ATTRAKTIVITÄT DES PHYSIKLEHRBERUFS STEIGERN

Die Arbeitsbedingungen der Lehrkräfte sind so zu gestalten, dass sie ihre Freude am Beruf und an der Physik bewahren können. Entsprechende Massnahmen sind geeignete Lehrerausbildung, Senkung der Arbeitszeit, Ausrüstung der Schulen, Weiterbildungsmöglichkeiten, faire Löhne im Vergleich zur Privatwirtschaft, Mitarbeit an Forschungsprojekten der Hochschulen etc. Für Physik-Master soll eine niederschwellige Passerelle zum Lehrberuf geschaffen werden; Berufserfahrung soll z.B. angemessen berücksichtigt werden. Hochschulen und Gymnasien ermöglichen (wieder) bezahlte, einsemestrige Sabbaticals für Physiklehrkräfte oder Teilzeitstellen.

BEGRÜNDUNG: Der Mangel an guten Physiklehrkräften spricht Bände! Die Privatwirtschaft zieht die guten Leute durch bessere Arbeitsbedingungen, höhere Löhne oder bessere Perspektiven ab.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Bildungsdirektion nimmt ihre Verantwortung wahr. Die Hochschulen bilden Lehramtskandidatinnen und Lehramtskandidaten gut aus (Professur für Ausbildung in Physik).

VERANTWORTUNG: Bildungsdirektion, ZHFS; Zeithorizont: 2008/2009.

18.2.9 INHALTLICHE TREFFPUNKTE PHYSIK

Die inhaltliche Schnittstelle Gymnasium-Hochschule wird genauer spezifiziert. Das Programm umfasst eine Positiv- und eine Negativliste.

BEGRÜNDUNG: Hochschuldozierende wünschen Sicherheit bezüglich der im Gymnasium behandelten Gebiete. Gymnasiallehrkräfte hätten gerne Anhaltspunkte, was sie aus der Fülle des Stoffes auszuwählen haben (vor allem Junglehrer/innen). Der Allgemeinheit wird der Verlust aufgezeigt, wenn die zeitliche Dotation nicht genügt.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Kerngruppe Physik HSGYM hat inhaltliche Treffpunkte erarbeitet (Anhang). Die Fachkonferenz hat diese Treffpunkte unter Beteiligung der gymnasialen und universitären Fachschaften diskutiert und verabschiedet.

VERANTWORTUNG: Kerngruppe, Fachkonferenz Physik; Zeithorizont: 2008.

18.2.10 NATURWISSENSCHAFTEN ARBEITEN ZUSAMMEN

Zusätzlich zum Grundlagenunterricht sollen zeitliche Gefässe geschaffen werden, damit die Naturwissenschaften an den Gymnasien enger zusammenarbeiten können, z.B. in naturwissenschaftlichen Projekten oder Teamteaching. Auch andere Fächer (z.B. Geschichte oder Informatik) können involviert werden.

BEGRÜNDUNG: Die Naturwissenschaften werden als disparate Fächer empfunden und unterrichtet. Gemeinsame Projekte sollen die gemeinsame Basis stärken und Synergien nutzen. Es wäre allerdings kontraproduktiv, wenn dafür Zeit aus dem Grundlagenunterricht weggenommen würde.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Schulen unterstützen die Zusammenarbeit zwischen den Naturwissenschaften.

VERANTWORTUNG: Bildungsrat, Konvente, Fachschaften; Zeithorizont: 2010.

Empfehlungen, die sich an die Hochschulen richten

18.2.11 HOCHSCHULEN UND GYMNASIEN KOMMUNIZIEREN

Ein aktiver Austausch zwischen Gymnasium und Hochschule muss erhalten werden.

BEGRÜNDUNG: Eine anhaltende, vertiefte Zusammenarbeit zwischen den Partnern an der Schnittstelle ist nötig, um die Probleme der Partner zu verstehen und gemeinsam getragene Projekte zu realisieren. Hochschuldozierende kennen das Niveau der Ausbildung an den Mittelschulen nicht, und den Mittelschulen fehlt der Einblick in den Studienanfang der verschiedenen Studienrichtungen. Ein regelmässiger Austausch könnte das gegenseitige Verständnis fördern.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Fachkonferenzen finden in regelmässigem Turnus statt. Hochschuldozierende begleiten Maturitätsarbeiten und betätigen sich als Experten bei Maturitätsprüfungen. Hochschulen bieten z.B. Experimentierseminare, Kolloquien, Geräte und Unterrichtsmaterial an. Lehrmittel (Bücher, Multimedia) könnten gemeinsam produziert werden.

VERANTWORTUNG: Departemente und Fakultäten, Fachkonferenz; Zeithorizont: ab 2009.

18.2.12 MATHEMATIK- UND PHYSIKVORLESUNG KOORDINIEREN

Physik- und Mathematikvorlesungen werden aufeinander abgestimmt.

BEGRÜNDUNG: Oft wird in der Physik-Anfängervorlesung Mathematik verwendet, die so nie oder noch nicht in der Mathematikvorlesung behandelt worden ist.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Mathematik- und Physikdozierenden setzen sich zusammen und koordinieren ihre Vorlesungen (Fixpunkte, Themen etc.)

VERANTWORTUNG: Departemente und Fakultäten; Zeithorizont: 2009/2010.

18.2.13 ÜBUNGSGRUPPEN AN DEN HOCHSCHULEN KLEIN HALTEN

Die Übungsgruppen der unteren Semester an den Hochschulen sollen nicht mehr als 15 Personen umfassen.

BEGRÜNDUNG: Bei mehr als 15 Personen wird aktive Mitarbeit schwierig.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Fakultäten erlassen diesbezügliche Empfehlungen.

VERANTWORTUNG: Departemente und Fakultäten; Zeithorizont: 2009.

18.2.14 STUDIENANFORDERUNGEN KONKRETER KOMMUNIZIEREN

Universitäre Studiengänge kommunizieren die Anforderungen in ihren Unterlagen konkreter.

BEGRÜNDUNG: Phrasen wie «analytisches Denken», «wissenschaftliche Neugier», «Freude an der Technik» etc. genügen





nicht bei der Studienwahl. Sie täuschen Schüler/innen über die tatsächlich verlangten Fähigkeiten und Vorbildungen hinweg.

UMSETZUNGSVORSCHLAG: Die Fakultäten überprüfen ihre Werbemappen und Informationen auf den Websites.

VERANTWORTUNG: Departemente und Fakultäten;
Zeithorizont: 2009.

18.2.15 INHALTLICHE TREFFPUNKTE HSGYM PHYSIK

Die Kerngruppe Physik der Arbeitsgruppe HSGYM (Schnittstelle Hochschule-Gymnasium) empfiehlt folgende inhaltlichen Treffpunkte, damit der Übergang zur universitären propädeutischen Physik aller Studienrichtungen reibungsarm vonstatten geht. Beschrieben wird der Stand nach der Maturitätsprüfung, eine Reihenfolge ist nicht intendiert. Die Treffpunkte enthalten keine allgemeinbildenden Aspekte, wie sie zur Erlangung der Hochschulreife unabdingbar notwendig sind, dazu sind mehr Jahresstunden nötig. Weil allgemeinbildende Aspekte fehlen, wird die Liste nicht als Lehrplan bezeichnet.

• **Positivliste:**

Diese Inhalte dürfen bei Studienbeginn von den Hochschuldozierenden vorausgesetzt werden. Das Programm sollte in sechs Jahresstunden in der gymnasialen Oberstufe durchführbar sein.

• **Negativliste:**

Diese wichtigen Inhalte können bei Studienbeginn fehlen, weil sie von den Lehrkräften aus Mangel an Zeit nur lückenhaft behandelt werden. Im Normalfall wählt die Lehrkraft einige Themen der Liste aus. Bei weniger als sechs Jahresstunden muss mit dem Totalverlust dieser Inhalte gerechnet werden.

Anhang Stoffprogramm «Grundkenntnisse Physik»

Physikalische Inhalte

Die Inhalte sollen in einem sinnvollen Zusammenhang erarbeitet und mit praktischen, quantitativen Beispielen geübt werden.

- **Mechanik:** Gleichmässig beschleunigte, geradlinige Bewegung, gleichförmige Kreisbewegung, Dichte, Newtonsche Grundgesetze der Mechanik, spezielle Kräfte (Gewichtskraft, Federkraft, Reibungskräfte, Gravitationskraft), Arbeit, Leistung, Energieformen (kinetische, potenzielle, Federenergie und andere) sowie Energieerhaltung, Druck in Flüssigkeiten
- **Thermodynamik:** Temperatur, Druck in Gasen, Wärmekapazität und erster Hauptsatz der Wärmelehre, Phasenübergänge

- **Elektrizität:** Ladung, Spannung, Strom, Leistung, Widerstand, elektrisches und magnetisches Feld, elektrische Kraft und Lorentzkraft
- **Schwingungen und Wellen:** harmonische Schwingung, Grundbegriffe der Wellenlehre (Frequenz, Wellenlänge, Geschwindigkeit von Licht- und Schallwellen), geometrische Optik (Reflexion, Brechung, dünne Linsen)
- **Moderne Physik:** Masse-Energie-Äquivalenz, Energie des Photons
- **Praktikum:** Volt- und Amperemeter bedienen, genau messen, selbst experimentieren

Fachliche und überfachliche Kompetenzen

Physikalisches Formalisieren und Rechnen: Aufgaben verstehen, Problemlösestrategien, Probleme formalisieren, formale Lösungen erstellen, Unterscheidung Zahl – physikalische Grösse, Vektoren verwenden (Pfeile), Proportionalität erkennen, Einheiten umwandeln, Zehnerpotenzen und Dezimalvorsätze verwenden, Genauigkeit einschätzen, Plausibilität beurteilen, Diagramme erstellen und interpretieren

Details zu den inhaltlichen Treffpunkten

In der Kurzfassung stehen nur Stichworte. Die folgenden Kommentare sollen präzisieren, was damit gemeint ist.

Physikalische Inhalte

Die Studierenden sollen wissen, warum eine Grösse so und nicht anders definiert wird, warum ein Gesetz gilt, was sein Anwendungsbereich ist und wie man es verwendet. Die Reihenfolge, in der die Inhalte gelehrt werden, ist der Lehrkraft überlassen.

Mechanik

Positivliste	Negativliste
gleichmässig beschleunigte, geradlinige Bewegung:	Momentangeschwindigkeit
SI-Einheiten Meter und Sekunde	$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{s}}{dt}$
mittlere Geschwindigkeit $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ als Differenzenquotient	und Momentanbeschleunigung als Differenzialquotient
Geschwindigkeit als Vektor (Betrag und Richtung)	$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$
Die momentane Geschwindigkeit entspricht der Steigung der Tangenten an die $s(t)$ -Kurve.	Geschwindigkeit etc. in Koordinatendarstellung: $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$ $v^2(t) = v_0^2 + 2a(s - s_0)$
Der zurückgelegte Weg entspricht der Fläche unter der $v(t)$ -Kurve.	vertikaler Wurf
Beschleunigung als Vektor (Betrag und Richtung)	Wurfparabel

mittlere Beschleunigung $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
als Differenzenquotient

Fallbeschleunigung $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Gesetze des freien Falls aus der Ruhelage.

Die Studierenden können Probleme mit quadratischen Gleichungen lösen:
 $s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$; $v(t) = v_0 + a t$

gleichförmige Kreisbewegung: ungleichmässige Kreisbewegung (mathematisches Pendel, Bremsen in der Kurve)

Winkelgeschwindigkeit ω ,
Umlaufzeit T und Frequenz f :

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Bahngeschwindigkeit (Schnelligkeit) und Winkelgeschwindigkeit $v = \omega \cdot r$

Zentripetalbeschleunigung

$$a_z = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

Die Studierenden begreifen die Zentripetalkraft (Führungskraft, Radialkraft) als Komponente der resultierenden Kraft quer zur momentanen Bewegungsrichtung.

Verzögerungen und Richtungsänderungen sind auch beschleunigte Bewegungen.

Dichte:

Masse als Mass für die Trägheit

Urkilogramm (SI-Einheit)
Balkenwaage

Dichte als Materialeigenschaft
Wasser hat ca. 1000 kg/m^3
Luft 1.2 kg/m^3

Newtonsche Grundgesetze der Mechanik: Inertialsystem

Trägheitsprinzip: Impuls, Kraftstoss

Aktionsprinzip in der Form $\vec{F}_{res} = m\vec{a}$: Scheinkräfte (Flieh-, Corioliskraft)

Reaktionsprinzip: Differenzialrechnung

actio = reactio: deterministisches Chaos

Einheit Newton

Einfache Beispiele zur Statik ($\vec{F}_{res} = \vec{0}$) und Kinetik ($\vec{F}_{res} \neq \vec{0}$)

Kräfte grafisch addieren und in Komponenten zerlegen (schiefe Ebene)

spezielle Kräfte: Luftwiderstand $F_W = c_W A \frac{1}{2} \rho v^2$

Gewichtskraft $F_G = mg$ Stokes-Reibung $F_S \sim \eta r v$

Unterschied Gewicht(skraft) – Masse

Federkraft $F_F = D y$

Reibungskräfte $F_{GR} = \mu_c F_N$
 $0 \leq F_{HR} \leq \mu_H F_N$

Reibungs- und Normalkraft sind Komponenten der Berührungskraft.

Newtonsche Gravitationskraft: Satelliten, Planeten und Sterne
Keplersche Gesetze
Gravitationsfeld, Gezeitenkräfte
 $F_G = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$

Arbeit:

$W = F_s s = F s \cos \alpha$ für konstante Kraft und geraden Weg. Einheit Joule, Umrechnung 1 kWh = 3.6 MJ

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

Leistung:

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \text{ Einheit Watt}$$

Wirkungsgrad

potenzielle Energie im Gravitationsfeld

$$E_{pot} = -\frac{G m_1 m_2}{r}$$

Energieformen:

kinetische Energie $E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$ (hängt vom Bezugssystem ab)

potenzielle Energie $E_{pot} = mgh$ (Wahl des Nullpunkts frei)

Federenergie $E_F = \frac{1}{2} D y^2$

weitere Energieformen siehe unten. Energieerhaltung

In einem abgeschlossenen System ist

$$E_{kin} + E_{pot} + U = const$$

Die Studierenden kennen auch Beispiele mit sich ändernder innerer Energie U .

Massenmittelpunkt: starrer Körper, Drehmoment, Rotationsenergie, Trägheitsmoment, Drehimpuls

Ein Hebel ist im Gleichgewicht, wenn $F_{res} = 0$ ist und das Hebelgesetz $a_1 F_1 = a_2 F_2$ gilt.

Elastizitätsmodul, Zugspannung, Festigkeit, Oberflächenspannung

Druck in Gasen und Flüssigkeiten: Hydrostatisches Paradoxon

Definition des Drucks: $p = \frac{F_N}{A}$ Flüssigkeitsmanometer

Einheiten Pascal und bar Umrechnung mmHg oder Torr in Pa

Luftdruck 1.013 bar Auftrieb

«Druck hat keine Richtung», aber erzeugt Kräfte senkrecht zur Wand. Pumparbeit $W = p \cdot \Delta V$

barometrische Höhenformel

Schweredruck in Flüssigkeiten $p_s = \rho g h$

Strömungslehre:

Kontinuitätsgleichung

Begriffe laminar, turbulent, Wirbel

Gesetz von Bernoulli, Staudruck

Hydrodynamisches Paradoxon (je schneller, umso weniger Druck)

dynamischer Auftrieb $F_A \sim v^2$

Zähigkeit, Hagen-Poiseuille

Impulsstrom

Thermodynamik

Positivist

Negativliste

Temperatur: Temperaturmessung, Mikroskopische Interpretation der Temperatur, Kelvinskala

Flüssigkeitsthermometer
kinetische Gastheorie:
 $E_k = \frac{3}{2} kT$

Zustandsgleichung des idealen Gases: $pV = nRT$	$pV = NkT$
Stoffmenge n mit Einheit Mol	Einzelgesetze: Boyle-Mariotte, Amontons, Gay-Lussac, ...
molare Masse $M = \frac{m}{n}$	Avogadrokonstante
	Dampfdruck und Luftfeuchtigkeit
	Osmose
	atomare Masse
	(1 u = $1.66 \cdot 10^{-27}$ kg) Begriff Isotop

Wärmekapazität:	molare Wärmekapazität
Wärme als Energieübertragungsform	
$\Delta Q = cm\Delta T$	
spezifische Wärmekapazität:	
Wasser hat $4182 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$	

Phasenübergänge:	Anomalie des Wassers
Schmelz- und Siedepunkt	Phasendiagramme
Die Studierenden wissen, dass die Temperatur während des Schmelzens resp. Siedens konstant bleibt.	Tripelpunkt
Schmelzwärme $Q = mL_f$	kritischer Punkt
Verdampfungswärme $Q = mL_w$	

erster Hauptsatz der Wärmelehre:	Wärmefluss (W/m^2) als Begriff
einfache Mischungsrechnungen	Konvektion
$Q_{\text{aufgenommen}} + Q_{\text{abgegeben}} = 0$	Wärmeleitung, Wärmeleitfähigkeit, Wärmedurchgangszahl
	Wärmestrahlung (Stefan-Boltzmann, Wien)
	Solarkonstante
	adiabatische Kompression, Verbrennungswärme
	Freiheitsgrad

	zweiter Hauptsatz der Wärmelehre:
	thermodynamischer Wirkungsgrad, Wärmekraftmaschinen, Kühlaggregate, Entropie

Elektrizität

Positivliste	Negativliste
Ladung:	Influenz
Ladungserhaltungssatz	Faradaykäfig
Elementarladung $e = 1.60 \cdot 10^{-19}$ C	
Ladung ist quantisiert.	
Coulombkraft $F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$	
Spannung:	Bei Serieschaltungen addieren sich die Einzelspannungen, bei Parallelschaltungen liegt an allen Elementen dieselbe Spannung an.
Definition als Arbeit pro Ladung:	elektrisches Potenzial
$U = \frac{W}{q}$	Kondensatoren
(ohne Vorzeichen)	Umrechnung 1 eV = $1.602 \cdot 10^{-19}$ J
Strom:	
Definition der Stromstärke:	
$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	

Die Studierenden unterscheiden Ladungs- und Elektronenfluss.
Im unverzweigten Stromkreis fließt überall derselbe Strom.

Leistung:	Halbleiterdioden, Transistoren
$P = UI$	Kennlinien
Widerstand:	Serie- und Parallelschaltungen
Definition: $R = \frac{U}{I}$, Einheit Ohm (Ω)	Ersatzschaltbilder, elektrische Netzwerke
Die Studierenden kennen Beispiele für lineare und nichtlineare Schaltelemente.	spezifischer Widerstand, Leitfähigkeit
Wechselspannung und -strom qualitativ, Effektivwert	Temperaturabhängigkeit des Widerstands
	Momentanwert $u(t) = \hat{u} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_1)$
	Wirkleistung, Selbstinduktivität und Kapazität, Transformator, Generator und Versorgungsnetz

elektrisches und magnetisches Feld:	Satz von Gauss
Feldlinienbilder	Erdmagnetfeld
elektrische Feldstärke \vec{E}	Elektromagnete
magnetische Feldstärke (Flussdichte) \vec{B}	magnetische Kraft auf stromführende Leiter (Biot-Savart-Kraft)
elektrische Kraft und Lorentzkraft:	Ampere-Definition nach SI
$\vec{F}_{el} = q\vec{E}$	$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$ als Vektorprodukt
$F_L = qvB \sin\alpha$, Richtung grafisch mit «Rechte-Hand-Regel»	Dielektrika
Induktion phänomenologisch	Ferromagnetismus
	$U_{ind} = -\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t}$, oder $U_{ind} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$

Schwingungen und Wellen

Positivliste	Negativliste
harmonische Schwingung:	mathematisches Pendel
$y(t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega \cdot t)$	physikalisches Pendel
Begriffe Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz und Kreisfrequenz	Phase $y(t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$
Schwingungsdauer des Federpendels	erzwungene Schwingung, Resonanz
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$	gekoppelte Pendel
	Schwingungsdifferentialgleichung
Grundbegriffe der Wellenlehre:	Begriffe longitudinale und transversale Wellen, Polarisation
Frequenz und Wellenlänge	harmonische Welle $u = \hat{u} \cdot \cos(kx - \omega t)$
harmonischer Wellen: $c = \lambda f$	Interferenz und Beugung
Lichtgeschwindigkeit $3.00 \cdot 10^8$ m/s	Wellenabsorption, Dispersion
Schallgeschwindigkeit 344 m/s (Luft, 20°C)	Tonleitern
	Saiteninstrumente und Pfeifen (stehende Wellen mit Randbedingungen)
	Schallstärke und -pegel, Lautstärke
	Dopplereffekt, Überschall
geometrische Optik (Strahlenoptik)	Lupen, Mikroskope, (Spiegel)
Gesetz der spiegelnden Reflexion $\alpha_r = \alpha_1$	Teleskope
Snellius'sches Brechungsgesetz:	Prisma, Regenbogen, Fata Morgana
$n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$	Linsenkombinationen
	Brillen, Dioptrie

Totalreflexion
 Linsen: Brennweite, Brennpunkt
 Abbildungsgesetze für dünne Linsen:
 $\frac{b}{g} = \frac{B}{G}$ sowie $\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

Moderne Physik

<i>Positivistische</i>	<i>Negativistische</i>
Masse-Energie-Äquivalenz $E = mc^2$ (m : Ruhemasse)	Grundpostulate der speziellen Relativitätstheorie Zeitdilatation, Längenkontraktion Relativität der Gleichzeitigkeit rel. kinetische Energie relativistischer Impuls Minkowski-Raum relativistischer Dopplereffekt
	Äquivalenzprinzip der allgemeinen Relativitätstheorie Uhren im Schwerfeld schwarze Löcher Kosmologie (Urknallmodell)
Radioaktivität: α , β , γ -Strahlung als Begriff	Halbwertszeit Zerfallsgesetz
Aktivität (Bq), Energiedosis (Gy), Äquivalentdosis (Sv) als Begriffe	Berechnung der Aktivität von Quellen Kernenergie
Energie des Photons $E = hf$	Photoeffekt Strahlungsdruck Plancksches Strahlungsgesetz
	Materiewellen (de Broglie) Atommodelle von Rutherford und Bohr Spektroskopie, Balmerformel Spin Unbestimmtheitsrelationen (Heisenberg) Schrödinger(-gleichung) Standardmodell der Elementarteilchen Antimaterie

Praktikum

<i>Positivistische</i>	<i>Negativistische</i>
Die Studierenden können einfache Stromkreise aufbauen und darin Ströme sowie Spannungen messen.	Oszilloskop bedienen
Die Studierenden können mit Messgeräten präzise arbeiten.	Schublehren oder Laborwaagen bedienen

Die Studierenden können einfache Experimente selbst planen, durchführen, protokollieren und auswerten.	Berichte schreiben
Die Studierenden sind sich bewusst, dass Messungen endliche Genauigkeit haben.	Fehlerrechnung Regressionsanalyse (Fits)
Die Studierenden können die Genauigkeit eigener Messungen vernünftig einschätzen.	

*Fachliche und überfachliche Kompetenzen
 Physikalisches Formalisieren und Rechnen*

<i>Positivistische</i>	<i>Negativistische</i>
Aufgaben verstehen: Die Studierenden können Aufgabentexte analysieren. Sie erkennen (auch implizit) Gegebenes und Gesuchtes.	
Problemlösestrategien: Die Studierenden treffen selbst die nötigen Vereinfachungen. Sie besorgen oder schätzen fehlende Daten und ignorieren überflüssige Angaben. Sie suchen selbst nach einer geeigneten Lösungsmethode (z.B. Erhaltungssatz, Kräftegleichgewicht).	Dimensionsanalyse (Heuristik)
Formalisieren: Die Studierenden können Problemstellungen mathematisch formalisieren.	
Formale Lösungen erstellen: Die Studierenden rechnen in der Regel formal, bis sie einen Term für die gesuchte Grösse erhalten, in dem nur gegebene Grössen vorkommen (Schlussformel). Sie mischen niemals Variable mit Einheiten im gleichen Term. Die Schlussformel wird vereinfacht.	
Unterscheidung Zahl-physikalische Grösse: Die Studierenden wissen, dass die Einheit ein wesentlicher Bestandteil einer physikalischen Grösse ist. Sie sind sich bewusst, dass ihre Resultate falsch sind, wenn sie ohne oder mit unkorrekter Einheit notiert werden.	
Vektoren verwenden (Pfeile): Die Studierenden können gerichtete Grössen (Vektoren) als Pfeile darstellen. Sie können Vektoren grafisch addieren und in Komponenten zerlegen. Sie unterscheiden den Angriffspunkt des Vektors von dessen Spitze.	Vektoren in Koordinatendarstellung Skalar- und Vektorprodukt

Proportionalitäten erkennen:
Die Studierenden erkennen direkte Proportionalitäten in Tabellen und grafischen Darstellungen.

umgekehrte Proportionalitäten und andere funktionale Zusammenhänge erkennen

Einheiten umwandeln:

Die Studierenden können Einheiten physikalisch korrekt umwandeln, z.B. $12 \text{ kWh} = 12 \text{ kWh} \cdot 3.6 \text{ MJ/kWh} = 43 \text{ MJ}$ oder $12 \text{ kWh} = 12 \cdot 3.6 \text{ MJ}$.

Zehnerpotenzen und Dezimalvorsätze verwenden:

Die Studierenden kennen die gängigen Dezimalvorsätze und können sie in einander resp. in die entsprechende Zehnerpotenz umwandeln, z.B. $2.3 \mu\text{m}^2 = 2.3 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$.

Genauigkeit schätzen:

Fehlerfortpflanzung

Die Studierenden wissen, dass die Zahl der wesentlichen Ziffern (signifikanten Stellen) eine Aussage über die Genauigkeit darstellt.

Die Studierenden können die Genauigkeit ihrer Berechnungen schätzen, z.B. nach der Faustregel, wonach das Resultat ebenso viele wesentliche Ziffern aufweist wie die ungenaueste Ausgangsgrösse.

Plausibilität beurteilen:

Die Studierenden prüfen, ob die Resultate eigener Rechnungen vernünftig sind. Sie vergleichen sie mit bekannten Werten oder mit der Alltagserfahrung.

Diagramme erstellen und interpretieren:

Die Studierenden können Werte aus grafischen Darstellungen herauslesen.

Die Studierenden können Messwerte und Funktionen in Diagramme eintragen. Sie achten auf die Beschriftung der Achsen (Grösse, Zahlenwerte und Einheiten).

logarithmische Skalen
Fehlerbalken

Kerngruppe

DR. MARTIN LIEBERHERR Kerngruppenleitung, Gymnasiallehrer mbA für Physik an der Kantonsschule Rämibühl MNG Zürich, Praktikumslehrer Physik ETH Zürich/Universität Zürich

PROF. DAVID ERNEST Gymnasiallehrer mbA für Physik an der Kantonsschule Birch Zürich

DR. PAOLO HSIUNG Gymnasiallehrer mbA für Physik an der Kantonsschule Freudenberg Zürich

PROF. DR. ULRICH STRAUMANN Professur für Experimentalphysik Universität Zürich

PROF. DR. ANDREAS VATERLAUS Lehrstuhl für Physik und Ausbildung ETH Zürich

19. PSYCHOLOGIE

VERONIKA BRANDSTÄTTER, ALEXANDRA M. FREUND, ANDREAS HAAG,
PHILIPP MICHELUS, GUIDO TROMMSDORFF

19.1 SITUATIONSANALYSE PSYCHOLOGIE

Die Analyse der Schnittstelle zwischen Gymnasien und Universität deckt für das Studienfach Psychologie folgende Besonderheiten auf:

Erstens ist der Umstand zu beachten, dass das Fach Psychologie an den Gymnasien nicht fest in der Stundentafel verankert ist, so dass die meisten Maturandinnen und Maturanden über wenig oder kein systematisches Vorwissen über die Psychologie als Wissenschaft verfügen. So wird nur gerade an vier Gymnasien (20%) das Ergänzungsfach Psychologie/Pädagogik angeboten. Die spezifische fachliche Vorqualifikation für das Studium ist deshalb heterogen.

Damit zusammen hängt eine zweite Beobachtung: Angehende Akademiker/innen verfügen häufig über ein verzerrtes Bild der Psychologie. Das Fach wird vornehmlich in seiner geisteswissenschaftlichen Tradition (Psychoanalyse, Literaturtheorie), zum anderen vor allem nur in einer spezifischen fachlichen Ausrichtung (klinische Psychologie) wahrgenommen. Ein grosser Teil der angehenden Psychologiestudierenden ist sich nicht bewusst, dass es beim Psychologiestudium auch um das Erlernen einer empirischen Wissenschaft und ihrer Methodik geht, dass Psychologie sowohl Geistes- wie auch Sozial- und Naturwissenschaft ist.

Lehrplan PHYSIK als Grundlagenfach

2. Klasse: Herbstsemester 3 Wochenstunden
 Frühlingssemester 4 Wochenstunden (3 Lektionen ganze Klasse +
 2 Lektionen Halbklassen alle 2 Wochen)

Kinematik

- Gleichförmige Bewegungen
- Gleichmässig beschleunigte Bewegungen mit Anfangsgeschwindigkeit
- Wurfbewegungen: senkrechter Wurf, horizontaler Wurf

Dynamik

- Kraftbegriff,
 Beispiele: Gewicht, Federkraft, Normalkraft, Reibungskräfte
- Gesetze von Newton
- Kräfteparallelogramm
- Bewegungen auf schiefer Ebene

Arbeit, Leistung, Energie, Energie-Erhaltungssatz

- einfache Maschinen
- Wirkungsgrad

Statik

- Drehmoment
- Schwerpunkt
- Gleichgewicht

Kreisbewegungen

- Begriffe: Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit
- Zentripetalbeschleunigung und Zentripetalkraft
- Beispiele und Anwendungen

Gravitation

- Gravitationsgesetz, einfache Anwendungen
- Kepler-Gesetze

Hydro- und Aerostatik

- Druck: Kolbendruck, Gewichtsdruck, atmosphärischer Luftdruck
- Auftrieb
- Gesetz von Boyle-Mariotte

Praktikums-Versuche im Frühlingssemester

- Messtechnik: Volumen, Masse, Dichte
- Pendelbewegungen: Faden- und Federpendel (2 Doppel-Lektionen)
- Luftwiderstand (2 Doppellektionen)
- Steinschleuder: Arbeit und Energie (2 Doppel-Lektionen)
- Hydrostatischer Auftrieb

3. Klasse:	Herbstsemester	4 Wochenstunden (3 Lektionen ganze Klasse + 2 Lektionen Halbklassen alle 2 Wochen)
	Frühlingssemester	3 Wochenstunden

Wärmelehre

- Temperaturmessung
- Thermische Ausdehnung
- Spezifische Wärmekapazität
- Wärmetransport, Mischungen
- Wärmequellen, Heizwert
- Schmelzen und Erstarren, Verdampfen und Kondensieren
- Gasgesetze, Zustandsgleichung idealer Gase: $pV=NkT$
- Thermische Maschinen:
Wärme-Arbeits-Maschinen
2. Hauptsatz (qualitativ)
Wärmepumpen

- Elektrizität
- Ladung, Coulomb-Gesetz
 - Elektrisches Feld, Spannung
 - Kondensatoren
 - Gleichströme:
Stromstärke, Widerstand, Schaltungen, Leistung des Stromes

Magnetismus

- Magnetische Grunderscheinungen
- Elektromagnete, Anwendungen
- Lorentzkraft
- Induktion qualitativ
Ausblick: Wechselspannung, Generator, Transformator

Schwingungen und Wellen: Einführung

Einführung in Kern- und Teilchenphysik, Quantenphysik oder Relativität (je nach Zeit)

Praktikums-Versuche im Herbstsemester

- Aräometer
- Oelfleckversuch
- Spezifische Wärmekapazitäten
- Spezifische Schmelz- und Verdampfungswärme
- Gasthermometer: Absoluter Temperaturnullpunkt
- Einführung Gleichstromlehre: Strom-Messung, Leistungsmessung
- Elektrischer Widerstand: Kennlinien
- Elektrische Schaltungen

Lehrplan PHYSIK als Schwerpunktfach

2. Klasse: Frühlingsemester 2 Wochenstunden

Geometrische Optik

- Lichtausbreitung
- Reflexion
- Brechung
- Totalreflexion
- Optische Linsen, Abbildungen
- Optische Geräte
- Farben

3. Klasse: Herbstsemester 2 Wochenstunden
 Frühlingsemester 2 Wochenstunden

Mechanik - Überlagerung von Bewegungen, schiefer Wurf
 - Stösse, Impuls, Impuls-Erhaltungssatz
 - Drehbewegungen starrer Körper:
 Trägheitsmomente, Drehimpuls, Drehimpuls-Erhaltungssatz
 - Strömungslehre

Wärmelehre - Kinetische Gastheorie
 - Entropie
 - 2.Hauptsatz quantitativ

4. Klasse: Herbstsemester 3 Wochenstunden
 Frühlingsemester 3 Wochenstunden

Schwingungen

- Harmonische Schwingung
- Überlagerungen von Schwingungen
- Erzwungene Schwingungen und Resonanz

Wellen

- Mechanische Wellen
- Stehende Wellen
- Akustik
- Doppler-Effekt
- Prinzip von Huygens, Wellenoptik
- Polarisation
- Beugung und Interferenz von Licht

Elektrodynamik

- Kirchhoff'sche Gesetze
- Wechselstromkreise
- Induktion quantitativ
- Selbstinduktion

Halbleiter

- Ladungstransport
- Dotierung
- p-n-Übergang
- Solarzellen

Quantenphysik

- Einführung

Schulinterner Lehrplan Grundlagenfach PHYSIK

1. Allgemeines/Stundendotation

Das Fach *Physik* wird für alle Schülerinnen und Schüler der GMS als Grundlagenfach angeboten. Ergänzend zum Grundlagenfach kann das Schwerpunktfach *Physik und Anwendungen der Mathematik (PHAM)* oder das Ergänzungsfach *Physik (EPHY)* gewählt werden. Für beide Angebote, *PHAM* und *EPHY*, liegen separate Lehrpläne vor. Der Lehrplan für *PHAM* wurde gemeinsam mit der Fachschaft Mathematik ausgearbeitet.

Die Anzahl der Semesterlektionen Physik über die vier Schuljahre zeigt die folgende Tabelle (Angabe der Lektionen jeweils für das Herbstsemester/Frühlingssemester; bei *PHAM* sind in Klammern zusätzlich die Mathematiklektionen angegeben).

Semesterlektionen	Klasse 1M	Klasse 2M	Klasse 3M	Klasse 4M
Grundlagenfach	-/-	3/4	4/3	-/-
Schwerpunktfach	-/-	-/2 (4/2)	2/2 (2/2)	3/3 (2/2)
Ergänzungsfach	-/-	-/-	3/3	3/3

2. Bildungsziele

Der Physikunterricht vermittelt Kenntnisse über die experimentellen und theoretischen Methoden zur Erfassung von Naturvorgängen sowie deren mathematische Beschreibung. Er fördert zusammen mit den andern Naturwissenschaften das Verständnis für die Natur, den Respekt vor ihr und die Freude an ihr.

Der Physikunterricht

- regt bei den Schülerinnen und Schülern das selbständige Denken im Rahmen der Problemstellung und der Lösung praxisnaher Aufgaben an,
- unterstützt sie in der Aneignung von Kompetenzen zur Abstraktion und Modellbildung, in dem reale Vorgänge der Natur induktiv systematisiert und modelliert werden,
- fördert das korrekte sprachliche Erfassen von Phänomenen, die damit verbundenen qualitativen Modellvorstellungen und das Denken in kausalen Zusammenhängen,
- befähigt die Schülerinnen und Schüler, die Gesetzmässigkeiten von Naturvorgängen sowie technischen Anwendungen auch quantitativ zu bearbeiten,
- trägt dazu bei, dass Schülerinnen und Schüler sich über gesellschaftlich wichtige Fragen der Technik und des Verhältnisses zwischen Mensch und Natur eine Meinung bilden können und
- verhilft Schülerinnen und Schüler physikalische Erkenntnisgewinnung philosophisch zu hinterfragen.

Der Physikunterricht leistet einen Beitrag

- zur Entfaltung von Kreativität und Fantasie zusammen mit der Verantwortungsbereitschaft der Natur und Umwelt nachhaltig zu begegnen, sowie

- zur Stärkung des Selbstvertrauens durch die Möglichkeit des Erforschens von Naturvorgängen nach eigenen Ideen und durch die Achtung der Gesetze der Natur.

3. Leitideen

Schülerinnen und Schüler

- erleben die Physik, in dem sie mit sinnvollen Problemen konfrontiert werden,
- erfahren, dass die physikalische Betrachtungsweise nur einen Teil der Wirklichkeit beschreiben kann,
- lernen anhand ausgewählter Entwicklungsstadien der Physik, die Grenzen, die Möglichkeiten und die Veränderung der Wirklichkeitserklärung kennen,
- erfahren, dass die physikalische Betrachtungsweise der Natur andere Naturwissenschaften und viele Zweige der Mathematik beeinflusst hat,
- erfassen den Einfluss grosser physikalischer Entdeckungen auf die historische Entwicklung der Menschheit,
- studieren die Auswirkung der physikalischen Erkenntnisse auf die Veränderung des Weltbildes,
- lernen Mittel und Wege kennen, ihr eigenes Denken anderen mitzuteilen, zuzuhören und nachzufragen,
- ziehen physikalische Denkmethode und Erkenntnisse heran zur Erläuterung, zum Verständnis und zur Bewertung physikalisch-technischer und gesellschaftlicher Entscheidungen. Dabei wird zwischen physikalischen, gesellschaftlichen und politischen Komponenten einer Bewertung unterschieden,
- können mit Hilfe von schriftlichen Anleitungen die wichtigsten Messgeräte und Maschinen bedienen.

4. Methoden

Die Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler hat einen hohen Stellenwert. Schwergewichtig geschieht dies in Praktika, in denen die Schülerinnen und Schüler, in Halbklassen aufgeteilt, Experimente selbstständig durchführen können. Theorie und Praxis sind dabei eng gekoppelt. Die Schülerversuche werden teilweise mit Einsatz von Computern durchgeführt, zum Beispiel für die Messwerterfassung und Auswertung oder für Simulationen, teilweise erfordert es handwerkliches Arbeiten beim Aufbau von Experimenten. Ferner werden projektbezogene Fragestellungen in Gruppen umfassend bearbeitet und dokumentiert (Laborjournal führen etc.).

5. Grundlagenfach Klasse 2M, ca. 140 Stunden

5.1. Überprüfte Endkompetenzen

Kompetenz	Beschreibung
Empirische Kompetenzen (sammeln und strukturieren)	Mechanische Abläufe und technische Vorgänge beobachten und die damit verbundenen Modellvorstellungen fachsprachlich erfassen. Mit Computersystemen physikalische Grössen erfassen und darstellen (Grafen, Tabellen). Datensätze als Grafen darstellen und beschreiben. Zusammenhänge aus Daten herauslesen und durch Funktionen beschreiben.

Logische Kompetenzen (argumentieren und beweisen)	Physikalische Gesetze mathematisch anwenden und Probleme lösen. Resultate abschätzen, interpretieren und reflektieren.
Heuristische Kompetenzen (neue Problemlösungen entwickeln)	Reale Sachverhalte, Probleme und Phänomene systematisieren und auf die wesentlichen Grössen reduzieren, modellieren und mathematisieren. Bestimmen und verwenden von Anpassungskurven (Fit-Prozeduren). Fehler von Messergebnissen bestimmen und beurteilen.
Handlungsorientierte Kompetenzen (transferieren)	Physikalische Zusammenhänge umgangssprachlich formulieren und verständlich erklären.

5.2. Orientierungskompetenzen

Im Grundlagenfach werden keine Themen behandelt, welche direkt die Orientierungskompetenzen fördern. Einzelne Lehrpersonen arbeiten in gewissen Teilgebieten mit Orientierungskompetenzen z. B. zum Thema „optische Instrumente“, „Planetenbahnen“ etc.

5.3. Verbindlich geplantes, gesichertes und überprüftes Orientierungswissen

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Stoffplan der Klasse 2M.

Semester	Gebiet	Begriffe	Kenntnisse aus der Mathematik
2H (3 L/Wo)	Geometrische Optik	Reflexion Brechung Linsen Abbildung	Termumformungen (Bruchterme) Gleichungen Trigonometrie rechtwinkliger Dreiecke
	Mechanik - Kinematik	Geschwindigkeit Beschleunigung	Lineare Funktion Proportionalität
	Mechanik - Dynamik	Masse Kräfte Newtonsche Gesetze	Quadratische Gleichung Ableitung Vektoren
2F (4 L/Wo)	Mechanik - Energieerhaltung	Arbeit und Energie Energieerhaltung Leistung Wirkungsgrad	
	Wärmelehre	Temperatur Wärmeausdehnung Spezifische Wärmekapazität Wärmeenergie	
	Kreisbewegung Gravitation	Zentripetalkraft Gravitationskraft	Kubische Gleichung Vektoren inkl. Skalarprodukt

6. Grundlagenfach Klasse 3M, ca. 140 Stunden

6.1. Überprüfte Endkompetenzen

Kompetenz	Beschreibung
Empirische Kompetenzen (sammeln und strukturieren)	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen. Phänomene nach physikalischen Teilgebieten klassifizieren. Physikalische Prinzipien technischer Anwendungen erarbeiten. Den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Funktionsweise erfassen und beschreiben.
Logische Kompetenzen (argumentieren und beweisen)	In kausalen Zusammenhängen denken. Kausale Zusammenhänge beschreiben.
Heuristische Kompetenzen (neue Problemlösungen entwickeln)	Praxisnahe Problemstellungen mit typischen physikalischen Ansätzen angehen.
Handlungsorientierte Kompetenzen (transferieren)	Eigenverantwortlich und selbständig Themen bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren. Experimente selbständig planen, aufbauen, durchführen und auswerten. Standard- und Simulationssoftware verwenden, um physikalische Einsichten zu vertiefen und komplizierte Sachverhalte zu veranschaulichen.

6.2. Orientierungskompetenzen

Im Grundlagenfach werden keine Themen behandelt, welche direkt die Orientierungskompetenzen fördern. Einzelne Lehrpersonen arbeiten in gewissen Teilgebieten mit Orientierungskompetenzen z. B. zum Thema „akustische Instrumente“, „technische Anwendungen der Induktion“ etc.

6.3. Verbindlich geplantes, gesichertes und überprüftes Orientierungswissen

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Stoffplan der Klasse 3M.

Semester	Gebiet	Begriffe	Kenntnisse aus der Mathematik
3H (4 L/Wo)	Elektrostatik, Magnetostatik	Ladungen Elektrisches Feld Magnetisches Feld	Exponentialfunktion
	Elektrische Gleichstromkreise: einfacher Stromkreis, Netzwerke	Spannung Stromstärke el. Widerstand elektrische Arbeit elektrische Leistung	
	Elektromagnetismus	Lorentzkraft Spule Induktion Wechselstrom	

3F (3 L/Wo)	Schwingungen	Harmonischer Oszillator Dämpfung Rückkopplung Resonanz	Trigonometrische Funktionen
	Wellen	Transversal- und Longitudinalwelle Stehende Welle (Schall)	Integration
	Physik aus dem 20. Jahrhundert	Welle-Teilchen-Dualismus Radioaktivität Auswahl aus: Relativitätstheorie, Quanteneffekte etc.	

7. Schlussbemerkungen

Praktikum (im Halbklassenverband):

2HS: Rezeptbuchartig, entdeckend, angeleitet, ergänzend zum Theorieunterricht.

2FS: Computergestützte Messtechnik- und Simulation von physikalischen Gesetzen.

3HS: Bau elektrischer Schaltungen und Elektronik, Projekt zu einem frei gewählten Thema in Zweiergruppen mit Laborjournal und Projektbericht.

Maturaarbeit

Alle Schülerinnen und Schüler können im Fach Physik eine Maturaarbeit schreiben, unabhängig davon, ob sie neben dem Grundlagenfach ergänzend das Schwerpunkt- oder Ergänzungsfach gewählt haben oder nicht.

Maturanote

Im Grundlagenfach Physik findet keine Maturaprüfung statt. Für das Maturazeugnis zählt der Durchschnitt der Erfahrungsnoten in Physik des dritten Schuljahres.

Stand: 30.06.2010

Physik Grundlagenfach

Allgemeine Bildungsziele

Die Physik setzt sich mit den grundlegenden Naturerscheinungen auseinander, also mit dem, was die materielle Welt aufbaut, antreibt und zusammenhält (Energie, Bewegung und Struktur). Aus diesem Wissen gewinnt die Physik Grundlagen, d.h. Modelle, Methoden und Geräte, auf denen die Natur- und Ingenieurwissenschaften wie auch die Medizin aufbauen können. Von zunehmender Bedeutung ist die Verpflichtung der Physik – zusammen mit anderen Wissenschaften –, die Auswirkungen der Aktivitäten des Menschen auf sich und seine Umwelt zu verstehen und zu beurteilen.

Der gymnasiale Physikunterricht macht diese Art der Auseinandersetzung des menschlichen Denkens mit der Natur und der Technik sichtbar und weist die Physik als wesentlichen Teil unserer Kultur aus. Dabei werden das genaue Beobachten, das sprachliche Erfassen von Phänomenen und Gesetzmässigkeiten, das Entwickeln von Modellvorstellungen und das Denken in kausalen Zusammenhängen ebenso gefördert wie die rechnerisch-mathematischen Aspekte.

Der Physikunterricht befähigt die Schülerinnen und Schüler, physikalische Zusammenhänge auch im Alltag zu erkennen und einzuordnen. Er vermittelt die Grundzüge der qualitativen und quantitativen Methoden und reflektiert deren Anwendung und deren Grenzen. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so Grundbausteine für den Aufbau eines umfassenden Weltbilds. Das hilft ihnen, informiert, bewusst und verantwortungsvoll Entscheidungen zu Technik und Umwelt zu treffen und ihre Konsequenzen auch quantitativ abzuschätzen – sowohl in Alltag und Beruf als auch in demokratischen Entscheidungsprozessen.

Richtziele

Kenntnisse/Fertigkeiten

Die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten kennen Naturabläufe und wichtige technische Anwendungen des Alltags, verstehen ihre Zusammenhänge und verfügen über die zu ihrer Beschreibung notwendigen Begriffe.

Sie kennen physikalische Modelle der Phänomene, die durch die Sinne erfassbar sind, und die wichtigsten mathematischen Methoden zu ihrer quantitativen Beschreibung.

Sie erhalten einen angemessenen vereinfachten Einblick in die Physik des 20. Jahrhunderts.

Sie lernen physikalische Arbeitsweisen und Methoden kennen, d.h. sie

- bauen selbständig und im Team einfache Experimente auf, führen sie aus, werten sie aus und interpretieren sie,
- erfassen die verschiedenen Arten der Abhängigkeiten zwischen physikalischen Grössen und erkennen die Folgen dieser Zusammenhänge,
- gehen beim Lösen von einfachen Problemstellungen sicher mit Symbolen, Masseinheiten und mathematischen Gleichungen um,
- nutzen verschiedene mediale Informationsmittel als Quellen des physikalischen und allgemein naturwissenschaftlichen Wissens.

Haltungen

Die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten bringen Neugierde, Interesse und Verständnis für Natur und Technik auf.

Sie erkennen Verbindungen zu anderen Fächern und bringen entsprechende Kenntnisse ein.

Allgemeine Bildungsziele / Richtziele / Fachdidaktische Grundsätze

9. Schuljahr > Grobziele

10. Schuljahr > Grobziele

11. Schuljahr > Grobziele

Sie berücksichtigen die wechselseitigen Beziehungen und die Folgen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Entwicklungen auf die Gesellschaft und die Umwelt für das eigene Handeln verantwortungsvoll.

Begründungen und Erläuterungen

Es ist die Verantwortung der Lehrperson, die Erarbeitung der Inhalte zu den unten aufgeführten Grobzielen unter Berücksichtigung der allgemeinen Bildungs- und Richtziele zu gestalten. Sie braucht dazu Spielraum und muss zudem die Möglichkeit haben, eigene Stärken auszuspielen und Besonderheiten der Schülergruppe (z.B. ihre Schwerpunktfächer) zu berücksichtigen. Daher sind die in Klammern aufgeführten Inhalte als Anregungen im Unterricht zu verstehen und nicht als verbindliche Treffpunkte.

Die Lehrpläne des Grundlagenfachs und des Schwerpunktfachs sind so aufgebaut, dass sie eine integrative Form des Unterrichts begünstigen. Die begriffliche Bezeichnung der Formeln ist dem Formelwerk der DPK (Formeln und Tafeln) entnommen.

9. Schuljahr**Grobziele****Inhalte***Teil Hydro- und Aerostatik*

Die historische Definition des Meters und die Definition des Kilogramms kennen.

Definition des Meters aufgrund des Erdumfangs, Internationaler Kilogrammprototyp

Die Kraft als eine Grösse mit Betrag und Richtung verstehen.

Kraftmesser (Hooke'sches Gesetz)
Unterscheidung zwischen Masse und Gewichtskraft

Dichte als grundlegende Materialeigenschaft kennen.

Dichte von festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen sowie unterschiedlicher Stoffe bestimmen. Dichteberechnungen mit verschiedenen Einheiten durchführen.

Erscheinungsformen und Definition des Drucks kennen und die Beziehungen zwischen den verschiedenen Grössen grafisch darstellen.

Druckberechnungen in den Einheiten Pascal und Bar

Druck bei Festkörpern
(Nadel, Schneeschuh ...)

Druck in Flüssigkeiten:
Kolbendruck, Schweredruck, hydrostatisches Paradoxon
(hydraulische Presse, Blutdruck, Pumpen, Ventile ...)

Druck in Gasen:
Luftdruck und seine Messung, Höhenabhängigkeit des Luftdrucks
(Wasserbarometer, Aufbau der Atmosphäre, Magdeburger Halbkugeln, Saugnapf, Taucherglocke ...)

Zusammenhang von Druck und Volumen bei konstanter Temperatur

Allgemeine Bildungsziele / Richtziele / Fachdidaktische Grundsätze

9. Schuljahr > Grobziele

10. Schuljahr > Grobziele

11. Schuljahr > Grobziele

Den Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen erklären und berechnen.	Prinzip von Archimedes (Schiff, Senkwaage, Gasballon, U-Boot, Schwimmblase, kartesischer Taucher ...)
<i>Teil Optik</i>	
Grundeigenschaften von Lichtstrahlung kennen.	Lichtstrahlen als Modellvorstellung, geradlinige Ausbreitung, Umkehrbarkeit, Schattenprojektion, Camera obscura (Mondphasen, Finsternisse, Lichtgeschwindigkeit ...) Gerichtete Reflexion und Streuung, Reflexion an ebenen Spiegeln, Konstruktion von Spiegelbildern (Reflexion an sphärischen Spiegeln ...) Brechungsverhalten an der Grenzfläche zweier optischer Medien, Totalreflexion (planparallele Platte, Prisma, Lichtleiter, Spektralfarben, Regenbogen ...)
Optische Linsen, ihre Eigenschaften und Anwendungen kennen.	Sammellinse, Streulinse, Brennweite, reelle und virtuelle Bilder sowie deren Konstruktion
Das Abbildungsgesetz, den Abbildungsmaßstab und die Linsengleichung an Beispielen anwenden.	Herleitung und Anwendung des Abbildungsgesetzes (Abbildungsmaßstab) als Gleichung (Ähnlichkeit) Herleitung und Anwendung der Linsenformel
Funktionsweise ausgewählter optischer Apparate und Hilfsmittel verstehen.	Diskussion verschiedener Anwendungen und Apparate aus dem Alltag (Fotoapparat, Bau und Funktion des Auges, Brille, Lupe, Fernrohr, Mikroskop, Fresnellinse ...)

10. Schuljahr

Grobziele

Inhalte

Wissen, was Physik ist, und die Geschichte der Physik als Wissenschaft in groben Zügen kennen.	Eigenheiten und Besonderheiten der Physik auch im Vergleich mit anderen Naturwissenschaften und der Mathematik Antike Physik (Thales von Milet, Zenon, Aristoteles ...), klassische Physik und Weltbilder (Ptolemäus, Kopernikus, Galilei, Kepler, Newton, Faraday ...)
Die Basiseinheiten des Internationalen Einheitensystems (SI) und deren Definition kennen.	Meter, Kilogramm, Sekunde, Kelvin und Mol (Ampere wird im 11. Schuljahr eingeführt, Candela kann weggelassen werden)

Allgemeine Bildungsziele / Richtziele / Fachdidaktische Grundsätze**9. Schuljahr** > Grobziele**10. Schuljahr** > Grobziele**11. Schuljahr** > Grobziele*Teil Mechanik*

Geradlinige Bewegungen beschreiben, grafisch darstellen und berechnen.

Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie deren Beziehungen untereinander für die gleichmässig beschleunigte Bewegung

Grundlagen der Dynamik verstehen.

Trägheit und Kraft sowie deren Beziehung zu Masse und Beschleunigung
Newton'sche Axiome
(Kräfteaddition und Zerlegung, Gewichtskraft, Normalkraft, Federkraft ...)

Bedeutung der Begriffe Arbeit, Energie und Leistung kennen und anwenden.

Beschleunigungsarbeit, Hubarbeit, Reibungsarbeit
Kinetische und potentielle Energie, innere Energie
Energieerhaltungssatz

Das Phänomen der Gravitation kennen und einfache Probleme lösen.

Gravitationskraft, Gravitationskonstante, (Gravitationsfeld, Planetenbahnen, Kepler'sche Gesetze ...)

Teil Wärmelehre

Wärme als Energieform erkennen und verstehen.

Temperatur, Wärmemenge
Wärmetransport (Leitung, Konvektion, Strahlung)
Aggregatzustände und Phasenübergänge

Zusammenhänge zwischen Wärme, Energie und Arbeit erkennen und verstehen.

1. und 2. Hauptsatz der Wärmelehre phänomenologisch behandeln. Energieerhaltung, Perpetuum mobile, Wirkungsgrad (Prinzip von Wärmekraftmaschine und Wärmepumpe, Energieproblematik, Energie im Haushalt, erneuerbare Energien, Treibhauseffekt ...)

Teile eines Gebiets aus der Physik des 20. Jahrhunderts gemäss den Inhalten des 11. Schuljahrs können bereits behandelt werden.

Allgemeine Bildungsziele / Richtziele / Fachdidaktische Grundsätze

9. Schuljahr > Grobziele

10. Schuljahr > Grobziele

11. Schuljahr > Grobziele

11. Schuljahr

Grobziele	Inhalte
Die Geschichte der Physik als Wissenschaft in groben Zügen kennen.	Der Einfluss der Physik auf die wirtschaftliche, kulturelle und gesellschaftliche Entwicklung (Faraday, Maxwell, Einstein, Heisenberg, Feynman, Hawking ...)
<i>Teil Elektrizitätslehre</i>	
Elektrostatische Begriffe kennen und damit einfache Berechnungen durchführen.	Ladung, Elementarladung, Coulombkraft
Das elektrische Feld für einfache Ladungsanordnungen darstellen und berechnen.	Faraday, elektrische Feldstärke, Spannung, Kapazität
Einfache Gleichstromkreise zeichnen, ausmessen und berechnen.	Stromstärke, Spannung, Widerstand, Ohm'sches Gesetz
Beziehung zwischen Stromstärke und Magnetfeld verstehen.	Bewegte Ladungen, Lorentzkraft (Elektromotor, Generator ...)
Über grundlegende Kenntnisse im Umgang mit der Elektrizität im Alltag verfügen.	Elektrizität im Alltag (Sicherheit, Erdung, Stromschalter, Stecker, Phasenprüfer ...)
<i>Teil Wellenlehre</i>	
Schwingung als Bewegungsform verstehen.	Schwingungen: Schwingungsdauer, Frequenz, Elongation
Die Phänomene erzwungener Schwingungen verstehen.	Erregerfrequenz, Eigenfrequenz, Resonanz
Wellenphänomene erkennen und beschreiben.	Gekoppelte Oszillatoren Wellen: Wellenlänge, Frequenz, Fortpflanzungsgeschwindigkeit Gleichung für Wellenlänge Transversal- und Longitudinalwellen einfache Interferenzphänomene
<i>Teil moderne Physik</i>	
Kenntnisse aus mindestens einem Gebiet der Physik des 20. Jahrhunderts haben.	Kernphysik (radioaktiver Zerfall, Kernfusion, Kernspaltung ...) Quantenphysik (Materiewellen, Doppelspalt, Emissionsspektrum ...) Relativitätstheorie (Gleichzeitigkeit, Nichtexistenz des Äthers, Lorentzkontraktion ...)

Allgemeine Bildungsziele / Richtziele / Fachdidaktische Grundsätze**9. Schuljahr** > Grobziele**10. Schuljahr** > Grobziele**11. Schuljahr** > Grobziele**Fachdidaktische Grundsätze****9. Schuljahr**

Die Themenfelder Optik sowie Hydro- und Aerostatik erhalten etwa den gleichen zeitlichen Rahmen. Das Experimentieren mit einfachen Geräten steht im Vordergrund. Jedoch sollen die Schülerinnen und Schüler auch anhand von geometrischen Figuren und einfachen Formeln das Beschreiben von physikalischen Phänomenen mit mathematischen Mitteln kennen lernen. Aufgrund der mathematischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler empfiehlt es sich, mit dem Themenfeld Hydro- und Aerostatik zu beginnen.

10. und 11. Schuljahr

Für das 10. Schuljahr sind die Stoffgebiete im Hinblick auf die Treffpunkte Ende Schuljahr genauer formuliert als für das 11. Schuljahr, in dem der Stoffplan mehr Freiheiten lässt. Am Ende des Schuljahrs werden verschiedene Gebiete vorgeschlagen, die eine individuelle Wahl der Thematik zulassen. Im 10. oder 11. Schuljahr sollte eine auf den Lehrplaninhalt abgestützte Exkursion (Kraftwerk, Industriebetrieb, Forschungsinstitut ...) durchgeführt werden.

Allgemein

Als Zugang zu den Phänomenen kann ein wissenschaftsgeschichtlicher oder ein alltagsphänomenologischer Weg gewählt werden. Auf jeden Fall soll an die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler angeknüpft werden.

Das Experiment ist im Unterricht von entscheidender Bedeutung, weil an ihm die Besonderheiten des physikalischen Denkens in anschaulicher Weise gezeigt werden können. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch eigene experimentelle Erfahrungen an die Physik herangeführt werden. Reine Demonstrationen genügen nicht; persönliche Erfahrungen mit Experimenten sind zu ermöglichen. Gleichzeitig verlangt die Durchführung einen verantwortungsvollen und vorsichtigen Umgang mit experimentellen Anordnungen.

Die bewusste Nutzung mathematischer Methoden im Physikunterricht vertieft und erweitert die mathematischen Denkmuster. Dabei wird aufgezeigt, wie der Einsatz von mathematischen Formeln mithilfe, Naturgesetze zu beschreiben und zu verstehen.

Physik Ergänzungsfach

Allgemeine Bildungsziele

Die allgemeinen Bildungsziele basieren auf jenen des Grundlagenfachs.

Neben einer Vertiefung der Stoffgebiete wird besonders auf die Interdisziplinarität der Physik Wert gelegt.

Richtziele

Kenntnisse/Fertigkeiten

Das Ergänzungsfach vertieft und erweitert die Kenntnisse und Fertigkeiten des Grundlagenfachs.

Haltungen

Die Haltungen basieren auf jenen des Grundlagenfachs.

Es wird erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler des Ergänzungsfachs ihre Allgemeinbildung durch eine intensive Auseinandersetzung mit der Physik erweitern und vertiefen wollen und für interdisziplinäre Fragestellungen offen sind.

Begründungen und Erläuterungen

Das Ergänzungsfach Physik wird von Schülerinnen und Schülern gewählt, die eine interdisziplinäre Sichtweise schätzen, eine breite naturwissenschaftliche Ausbildung anstreben oder sich auf ein spezifisches Studium (z.B. Medizin, Naturwissenschaften) vorbereiten wollen. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, steht das Aufzeigen der Arbeitsweisen und Methoden der Physik sowie das Fördern von interdisziplinären Denkweisen im Vordergrund. Zusätzlich gelten die Begründungen und Erläuterungen des Grundlagenfachs.

11. und 12. Schuljahr

Grobziele

Vertiefte Kenntnisse in den Grobzielen des Grundlagenfachlehrplans Physik in den Teilen Mechanik, Elektrizitätslehre, Wellenlehre und moderne Physik besitzen.

Inhalte

Teil Mechanik

Impuls, Kreisbewegungen

Teil Elektrizitätslehre

Induktion, Wechselstrom

Teil Wellenlehre

Interferenz, harmonische Schwingung

Teil moderne Physik

Erweiterung und Ergänzung eines Gebiets aus der Physik des 20. Jahrhunderts (Kernphysik, Quantenphysik, Relativitätstheorie)

Allgemeine Bildungsziele / Richtziele / Fachdidaktische Grundsätze**11. und 12. Schuljahr** > Grobziele

Die Arbeitsweisen und Methoden der Physik anwenden und sich interdisziplinäre Denkweisen aneignen.

Einen oder mehrere geeignete Themenbereiche bearbeiten z.B.:

- Astronomie
- Astrophysik
- Physik und Philosophie
- Energieproblematik
- Akustik und Musik
- Farbenlehren
- Anwendung der Optik
- Radioaktivität
- Geschichte der Physik
- Differentialgleichungen
- Elektronik
- Aerodynamik
- Biophysik

Fachdidaktische Grundsätze

Die fachdidaktischen Grundsätze basieren auf jenen des Grundlagenfachs. Dem Wahlcharakter des Ergänzungsfachs soll beim Ausarbeiten eines spezifisch auf die Schule und die Lehrperson abgestimmten Lehrplaninhalts Beachtung geschenkt werden. Er soll die Wünsche und Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler an das Ergänzungsfach Physik berücksichtigen.

PHYSIK

Grundlagen-, Schwerpunkt- und Ergänzungsfach

1. Bildungsziele

Physik erforscht mit experimentellen und theoretischen Methoden die messend erfassbaren und mathematisch beschreibbaren Erscheinungen und Vorgänge in der Natur. Der gymnasiale Physikunterricht macht diese Art der Auseinandersetzung des menschlichen Denkens mit der Natur sichtbar und fördert zusammen mit den anderen Naturwissenschaften die Freude an der Natur, das Verständnis für sie und den Respekt vor ihr.

Die Schülerinnen und Schüler lernen grundlegende physikalische Gebiete und Phänomene in angemessener Breite kennen und werden befähigt, Zustände und Prozesse in Natur und Technik zu erfassen und sprachlich klar und folgerichtig in eigenen Worten zu beschreiben. Sie erkennen physikalische Zusammenhänge auch im Alltag und sind sich der wechselseitigen Beziehungen von naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung, Gesellschaft und Umwelt bewusst.

Der Physikunterricht vermittelt exemplarisch Einblick in frühere und moderne Denkmethoden und deren Anwendungsbereiche. Er zeigt, dass Physik den messend erfassbaren Teil der Wirklichkeit beschreibt und weist damit physikalisches Denken als wesentlichen Bestandteil unserer Kultur aus.

Der Physikunterricht zeigt, dass sich physikalisches Verstehen dauernd erweitert und er hilft mit beim Aufbau eines vielseitigen Weltbildes. Durch Einsicht in die Möglichkeiten und Grenzen, aber auch in den Sinn des Machbaren, können Wissenschaftsgläubigkeit oder Wissenschaftsfeindlichkeit vermieden werden.

2. Richtziele

Grundkenntnisse

- Physikalische Grunderscheinungen und wichtige technische Anwendungen kennen, ihre Zusammenhänge verstehen sowie über die zur ihrer Bescheidung notwendigen Begriffe verfügen
- Physikalische Arbeitsweisen kennen (Beobachtung, Beschreibung, Experiment, Simulation, Hypothese, Modell, Gesetz, Theorie)
- Einfache technische Anwendungen verstehen
- Wissen, dass physikalische Kenntnisse ständig erweitert werden

Grundfertigkeiten

- Naturabläufe und technische Vorgänge beobachten und mit eigenen Worten beschreiben, physikalische Zusammenhänge mathematisch, aber auch umgangssprachlich formulieren
- Zwischen Fakten und Hypothesen, Beobachtung und Interpretation, Voraussetzung und Folgerung unterscheiden; Widersprüche und Lücken, Zusammenhänge und Entsprechungen erkennen sowie Bekanntes im Neuen wiederentdecken
- Modelle gewinnen und auf konkrete Situationen anwenden
- Probleme erfassen, formulieren, analysieren und lösen
- Einfache Experimente aufbauen, durchführen, auswerten und interpretieren
- Mit Informationsmaterial umgehen
- Selbständig und im Team arbeiten

Grundhaltungen

- Neugierde, Interesse und Verständnis für Natur und Technik aufbringen
- Verbindungen zu anderen Fächern erkennen und entsprechende Kenntnisse einbringen
- Sich das nötige Wissen aneignen, um verantwortlich handeln zu können
- Die Folgen der Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf Natur, Wirtschaft und Gesellschaft in Betracht ziehen
- An physikalischen Problemstellungen genau und systematisch arbeiten

3. Grobziele

Die Grobziele lassen sich durch die Behandlung verschiedener Stoffe erreichen und später bei einem anderen Thema festigen. Deshalb sind sie nicht den einzelnen Inhalten zugeordnet, sondern stufenweise aufgelistet. Die Reihenfolge der Stoffgebiete ist innerhalb der verschiedenen Stufen nicht zwingend, aber zum Teil sachlogisch bedingt. Ziele und Inhalte können im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit erweitert werden.

2. Klasse

Ziele

Viele Schülerinnen und Schüler kommen an der Mittelschule zum ersten Mal in Kontakt mit der Physik als exakter Naturwissenschaft. Sie müssen deshalb sorgfältig in die Arbeitsweisen und Begriffswelten dieser exakten Naturwissenschaft eingeführt werden. Sie sollen erkennen, dass die Theorien der Physik nicht "wahr" sind, sondern in der Praxis genauestens geprüfte Modellvorstellungen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, mit physikalischen Grössen, Masseinheiten und Graphiken mathematisch und umgangssprachlich korrekt umzugehen. Sie sollen die Bedeutung der Newtonschen Mechanik, Energetik und Wärmelehre für Technik und Gesellschaft erfahren. Sie sollen selbst Messungen auswerten, Gesetzmässigkeiten erkennen und formulieren sowie deren Gültigkeitsbereich diskutieren.

Inhalte

Mechanik:

- Geschwindigkeit und Beschleunigung, Kreisbewegung
- Masse, Dichte, Newtonsche Axiome, Gewichts-, Reibungs-, Federkraft,
- Drehmoment, Gleichgewicht, Gravitation
- Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad, Energiesatz
- sSchweredruck, Auftrieb

Wärmelehre:

- Aufbau der Materie, Temperatur, Wärmeenergie, Gasgesetze, Aggregatzustandsänderungen, Wärmetransport, thermische Energiewandler

3. Klasse (Grundlagenfach)

(für alle Schülerinnen und Schüler, die Physik nicht als Schwerpunktfach gewählt haben)

Ziele

Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung der Elektrizität für die Gesellschaft erkennen und einen Überblick über die restlichen Bereiche der Physik erhalten. Im Praktikum erlernen sie den Umgang mit Messgeräten, die Protokollierung von Experimenten, die Auswertung von Daten inklusiv Fehlerbetrachtung sowie die Weitergabe von Resultaten in Form von Berichten.

Inhalte

Elektrizitätslehre:

- Ladung, Coulombkraft, elektrisches Feld, Spannung
- Strom, Leistung, Widerstand, einfache Schaltungen
- Magnetfeld, Lorentz-Kraft, Motor, Induktion mit Ausblick auf die Stromversorgung

Schwingungen und Wellen:

- Grundbegriffe der Schwingungslehre
- Geometrische Optik
- Grundbegriffe der Wellenlehre mit Beispielen aus Akustik und Optik

"Moderne Physik":

- Exemplarische Beispiele aus Relativitätstheorie, Quanten- und Elementarteilchenphysik, etc.

3. und 4. Klasse (Schwerpunktfach)

Ziele

Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung der Elektrizität für die Gesellschaft erkennen, die Phänomene der Schwingungen und Wellen an Beispielen erleben sowie über Erkenntnisse der modernen Physik informiert werden. Im Praktikum erlernen sie den Umgang mit Messgeräten, die Protokollierung von Experimenten, die Auswertung von Daten inklusiv Fehlerbetrachtung sowie die Weitergabe von Resultaten in Form von Berichten. Sie werden auf die Arbeitsweisen der Hochschulen vorbereitet. Im Rahmen von Projektunterricht zusammen mit dem Parallelfach Anwendungen der Mathematik (Team-Teaching) wird die Fähigkeit gefördert, interdisziplinär Probleme zu erfassen und zu bearbeiten.

Inhalte

Elektrizitätslehre:

- Ladung, Coulombkraft, elektrisches Feld, Spannung, Potential, Kapazität
- Strom, Leistung, Widerstand, Schaltungen, Elektronik
- Magnetfelder, Lorentz-Kraft, Induktion, Induktivität, Elektrotechnik

Schwingungen und Wellen:

- Harmonische Schwingung, Dämpfung, Resonanz, Überlagerung
- Strahlenoptik: Reflexion, Brechung, Linsen
- Wellenausbreitung, Interferenz und Beugung, laufende und stehende Wellen, Spektren, Beispiele aus Akustik und Optik

"Moderne Physik":

- Exemplarische Beispiele aus Relativitätstheorie, Quanten-, Kern- und Elementarteilchenphysik,...

Ergänzungsfach

Ziele

Im Grundlagenfach können die meisten Themen der Physik und ihrer Anwendungen nur exemplarisch oder streifend behandelt werden. Im Ergänzungsfach sollen diese Themen vertieft und vernetzt sowie zusammen mit gesellschaftlichen und philosophischen Implikationen in ein zusammenhängendes Weltbild integriert werden.

Für einige Studien- und Forschungsgebiete (z.B. Medizin, Chemie, Biologie, Elektrotechnik, Maschinenbau) sind erweiterte physikalisch-technische Kenntnisse und Fähigkeiten wichtig. Interessierte Schülerinnen und Schüler können im Ergänzungsfach ihr physikalisches Verstehen fördern und sich auf die naturwissenschaftliche Arbeitsweise an den Hochschulen vorbereiten. Dazu werden exemplarisch Themen aus den untenstehenden Bereichen behandelt.

Inhalte

Vertiefungsthemen, z.B.

Astronomie und Astrophysik, Elektronik und Elektrotechnik, Optik (Spektroskopie), Akustik (Musikinstrumente, Physiologie)

Transdisziplinäre Themen, z.B.

Medizinische Physik, Atmosphärenphysik, Bauphysik, physikalische Chemie

"Moderne Physik", z.B.

Quantenphysik, Relativitätstheorien, Standardmodell der Elementarteilchen, Kosmologie, Chaostheorie

Mathematische Methoden der Physik, z.B.

Computersimulationen, Statistik, Differentialrechnung, Vektorrechnung

Erweiterungen des Weltbildes, z.B.

Geschichte der Naturwissenschaft und Technik, Wissenschaftsphilosophie (Erkenntnisphilosophie, Ethik)

Themenzentrierte Projekte, z.B.

Aktuelles aus der Forschung, Biographien, Symmetrien und Erhaltungssätze, Technikfurcht und -abhängigkeit

Opzioni complementari

9. Fisica – OC

Il corso non può essere scelto dagli allievi con opzione specifica *Fisica e applicazioni della matematica*.

9.1. Caratterizzazione della disciplina

Il corso di *fisica – disciplina fondamentale* del primo biennio è caratterizzato dalla scelta di presentare un ampio ventaglio di argomenti tratti dai vari capitoli fondamentali: ad un livello prevalentemente fenomenologico e descrittivo con la *fisica dei fenomeni*, approfondendo poi, con la *fisica dei modelli* e in particolare nei corsi dell'opzione scientifica, alcuni modelli caratteristici, come quello meccanicistico o quello ondulatorio. Il corso di scienze sperimentali di terza, strutturato in modo interdisciplinare, privilegia il metodo scientifico generale piuttosto che il ragionamento analitico formativo tipico della fisica e soprattutto non ha l'obiettivo di completare la presentazione degli argomenti fondamentali. Considerando poi l'età degli allievi, le loro conoscenze matematiche e il limitato tempo a disposizione, si comprende facilmente che il corso di *fisica – disciplina fondamentale* può garantire solo una parte degli obiettivi che dovrebbero essere raggiunti da chi frequenta il liceo. In questo senso il *corso complementare* offre, a chi non si indirizza verso l'opzione specifica di *Fisica e applicazioni della matematica*, la possibilità di completare la propria formazione liceale nella disciplina e, più in generale, la propria formazione culturale.

Il corso complementare di fisica si rivolge quindi da una parte agli allievi che vogliono approfondire e consolidare le conoscenze scientifiche nel campo della fisica in vista di un proseguimento degli studi, dall'altra a quelli che sono interessati a diversificare la loro formazione in altri campi rispetto alla scelta dell'opzione specifica. Per tutti si tratta di cogliere l'opportunità di completare la propria formazione in una delle discipline che, grazie alla possibilità di articolare la propria attività alternando elementi teorici, sperimentali, tecnologici, storici e filosofici, maggiormente si prestano a presentare i metodi della ricerca scientifica e a sviluppare le dinamiche del ragionamento scientifico.

9.2. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Un obiettivo del corso dell'*opzione complementare* sarà di affrontare e approfondire argomenti significativi tratti dai principali capitoli e magari già parzialmente affrontati nel corso di *Fisica – disciplina fondamentale*, adeguando il livello alla maggiore capacità di astrazione degli allievi e alle loro accresciute conoscenze matematiche. In particolare si tratta di sottolineare l'aspetto culturale ed educativo dell'impresa scientifica, analizzando, per alcuni temi, lo sviluppo storico del dibattito scientifico tra i diversi programmi di ricerca, recuperando almeno in parte la «scienza» come prodotto dinamico dell'attività di uomini-scienziati e del loro rapporto creativo con la realtà esterna; un rapporto spesso non così univoco come forse potrebbe apparire all'allievo, confrontato per lo più con una riduttiva presentazione scolastica di una scienza linearizzata e che nasce «automaticamente» da un processo di tipo logico-deduttivo.

Così, un'altra caratteristica importante del corso sarà quella di presentare di volta in volta, all'interno dei vari temi, o aspetti più tecnologici o aspetti più storico-filosofici, tenendo conto anche degli interessi e delle esigenze degli iscritti.

9.3. Referenti disciplinari

La scelta degli argomenti su cui costruire il percorso didattico dipenderà in larga misura da quanto effettivamente trattato nel corso di *fisica – disciplina fondamentale* e potrà quindi variare anche considerevolmente da sede a sede. Inoltre, attraverso queste scelte, docenti e allievi potranno dare spazio alle proprie preferenze: le varie tematiche dovranno tuttavia rimanere nell’ambito di quelle elencate qui di seguito. Queste ultime vogliono essere rappresentative dello standard liceale abituale a livello svizzero e sono corredate da obiettivi che hanno lo scopo di delineare una possibile direzione per lo sviluppo concreto della tematica.

Spetta quindi ai gruppi disciplinari di sede operare, per l’insieme del biennio, una scelta equilibrata dei campi di studio da trattare (evitando quindi scelte monotematiche o con troppi argomenti), definendo anche gli approfondimenti di taglio tecnologico o storico-filosofico.

9.3.1. Campi di studio

<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
<p>Forze e campi</p> <p><i>Le sorgenti creano campi di forza e strutturano lo spazio</i></p> <p>La massa e il campo gravitazionale. La carica elettrica e il campo elettrico. La carica elettrica in moto e il campo elettromagnetico. Le proprietà delle particelle elementari e il campo delle forze nucleari.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere e saper descrivere le interazioni fondamentali in termini di forze, di campi e di potenziali. • saper descrivere il moto di corpi all’interno di campi di forze con la legge di Newton e con la conservazione dell’energia. • conoscere l’interpretazione dell’interazione come scambio di particelle.
<hr/>	
<p>L’evoluzione storica del concetto di campo.</p> <p>Onde</p> <p><i>Quando 1+1 non fa necessariamente 2</i></p> <p>Impulsi e perturbazioni periodiche si propagano con velocità proprie del mezzo di propagazione. L’energia trasportata dalle onde. La percezione delle onde da parte dell’uomo. La trasmissione di informazioni con onde. La sovrapposizione di onde. Particelle interpretate come onde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere le caratteristiche fondamentali e i fenomeni tipici del modello ondulatorio; • saper descrivere alcune situazioni che riguardano le onde meccaniche, le onde sonore, le onde elettromagnetiche e in particolare la luce; • conoscere e saper applicare il principio di sovrapposizione (in particolare per due sorgenti puntiformi in fase e per le onde stazionarie); • riconoscere nell’onda la possibilità di trasmettere energia e informazione senza il trasporto di materia; • conoscere e saper interpretare le esperienze che suggeriscono il carattere ondulatorio delle particelle.

<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
<p>Moti e leggi di conservazione <i>Dietro al cambiamento apparente qualcosa si conserva</i> L'energia e la sua conservazione. La traslazione e la conservazione della quantità di moto. La rotazione e la conservazione del momento angolare. Osservazioni sorprendenti con velocità molto grandi (relatività ristretta).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • riconoscere nelle grandezze che si conservano strumenti per la comprensione e la descrizione dei fenomeni naturali; • saper affrontare situazioni concrete in termini di bilancio delle grandezze che si conservano; • riconoscere i limiti di validità delle leggi classiche di conservazione (in particolare per massa e energia).
<p>Energia <i>Le forme di energia disponibili e il loro utilizzo</i> L'energia gravitazionale, di moto, termica, elettromagnetica e nucleare. Possibilità e limiti nelle trasformazioni dell'energia da una forma all'altra. Il secondo principio della termodinamica. Macchine termiche e entropia. Energia e universo. Bilancio energetico del pianeta Terra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • saper descrivere tipici processi fisici in ambito meccanico, elettrico e termodinamico, sulla base del <i>primo principio</i> (conservazione dell'energia); • riconoscere nel <i>secondo principio</i> della termodinamica lo strumento privilegiato per la discussione dell'irreversibilità dei processi; • essere consapevole delle possibilità e dei limiti delle risorse energetiche a disposizione dell'umanità.
<p>Materia e radiazione <i>Il passaggio dal continuo al discreto</i> Le dimensioni estremamente piccole degli atomi e delle molecole. Temperatura e moto molecolare. L'indagine sulla struttura interna dell'atomo: Thomson, Rutherford e Bohr. Lo spettro d'emissione dell'idrogeno. La discretizzazione della carica elettrica: l'esperienza di Millikan. L'elettrone e la determinazione delle sue proprietà. La discretizzazione e la struttura della radiazione, l'ipotesi del fotone. Nuclei stabili e instabili; radioattività. I costituenti fondamentali della materia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere le prove a favore dell'interpretazione atomistico-molecolare della materia e il contesto storico nel quale si è sviluppata; • conoscere esempi significativi in cui le relazioni fenomenologiche tra grandezze macroscopiche vengono interpretate attraverso un modello microscopico; • conoscere i metodi di indagine che hanno portato alla descrizione della struttura prima dell'atomo e poi del nucleo; • conoscere e saper descrivere le esperienze fondamentali che hanno portato all'ipotesi del fotone.

<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
<p>Fenomeni elettromagnetici</p> <p><i>Verso la sintesi della descrizione maxwelliana</i></p> <p>La corrente elettrica e i suoi effetti.</p> <p>Il fenomeno dell'induzione elettromagnetica.</p> <p>Le correnti alternate e alcuni semplici circuiti.</p> <p>Le onde elettromagnetiche.</p> <p>Applicazioni elettromagnetiche nella vita di tutti i giorni.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere gli aspetti fenomenologici della corrente elettrica in vari conduttori (curve caratteristiche, aspetti energetici, campo magnetico); • riconoscere e saper interpretare semplici fenomeni di induzione elettromagnetica e saperli ricondurre alla legge generale; • essere consapevole dell'importanza delle principali applicazioni tecnologiche e della loro ripercussione nell'evoluzione della società; • conoscere le principali tappe ed esperienze dello sviluppo dell'elettromagnetismo.
<p>Luce e movimento</p> <p><i>Alla scoperta delle proprietà dello spazio e del tempo</i></p> <p>Sistemi di riferimento e principio di relatività.</p> <p>Relatività galileiana, effetto Doppler.</p> <p>Movimento assoluto e esperimento di Michelson e Morley.</p> <p>Velocità della luce e velocità limite (relatività einsteiniana).</p> <p>Equivalenza tra massa ed energia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere e saper distinguere alcune tra le più importanti concezioni di spazio e di tempo; • capire il significato del principio di relatività; • conoscere e saper descrivere le esperienze che supportano l'esistenza di una velocità limite. • conoscere e saper descrivere alcune conseguenze dell'equivalenza tra massa ed energia.
<p>Cosmologia e astrofisica</p> <p><i>L'unità dell'universo</i></p> <p>Grandezze caratteristiche delle stelle.</p> <p>Struttura e età dell'universo: redshift, legge di Hubble, radiazione di fondo.</p> <p>Evoluzione dell'universo in alcuni modelli cosmologici e alcuni problemi aperti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere i metodi e le tecniche che permettono di determinare temperatura, luminosità, massa e composizione chimica delle stelle e capire che queste grandezze permettono di classificarle; • conoscere le principali prove sperimentali che ci danno informazioni sulla struttura dell'universo e sulla sua età (modello del big-bang, espansione dell'universo).

9.4. Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche

L'approccio didattico dovrà essere strutturato in modo da valorizzare e favorire la curiosità verso una maggiore e più approfondita conoscenza di fenomeni e modelli fisici, agendo in particolare sulle dinamiche di apprendimento degli allievi. Non si tratterà quindi di allestire un corso *ex cathedra* volto a colmare sistematicamente tutte le lacune lasciate in termini di argomenti non svolti dal *fisica – disciplina fondamentale*, ma occorrerà piuttosto ricercare,

attraverso l'analisi di quanto svolto precedentemente, quegli argomenti che consentano di completare la visione globale della materia, mirando in particolare a consolidare i «pilastri» già scelti per il *corso di base* e rappresentati dalle leggi di conservazione, dalla struttura della materia e dalla problematica continuo-discreto. Occorrerà strutturare l'attività didattica in modo che l'allievo possa assumere un ruolo sempre più cosciente e attivo nella costruzione del proprio sapere.

Sia l'aspetto sperimentale che quello informatico saranno sviluppati e affrontati direttamente dagli allievi a seconda degli argomenti e compatibilmente con le attrezzature e le possibilità logistiche della sede.

9.5. Valutazione

Si tratta di definire strategie di valutazione innovative, che diano all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione agli obiettivi del corso: all'allievo vanno quindi offerte opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali possa dimostrare sia il livello raggiunto nelle competenze disciplinari (conoscenze e capacità) sia l'interesse per la materia. Occorre quindi superare una valutazione sommativa attuata esclusivamente attraverso la risoluzione dei tradizionali test e lavori scritti, ma prevedere anche altre forme: ad esempio presentazioni scritte e orali, approfondimenti tematici e attività di laboratorio. Per i singoli campi di studio trattati si verificherà che l'allievo sappia:

- distinguere tra definizioni di grandezze fisiche (in senso logico-formale) e la loro descrizione sulla base dell'osservazione sperimentale e del senso comune; distinguere tra carattere sperimentale e speculativo di leggi e principi; distinguere tra ipotesi, congettura, risultato sperimentale;
- distinguere le grandezze scalari da quelle vettoriali e applicare le strutture matematiche che le caratterizzano; distinguere qualitativamente dal punto di vista del comportamento fisico le grandezze estensive dalle grandezze intensive;
- applicare il concetto di sistema fisico, riconoscendo le grandezze che lo descrivono e interpretando i processi naturali sulla base delle interazioni che avvengono all'interno del sistema e/o degli scambi che intercorrono con l'ambiente circostante;
- affrontare e impostare in modo coerente la soluzione di un determinato problema: illustrare il metodo seguito, citare gli opportuni riferimenti ai principi e alle leggi generali impiegati, interpretare e commentare i risultati;
- adattare leggi generali al caso particolare; scegliere il modello adatto alla situazione particolare; utilizzare più modelli per descrivere una medesima situazione; applicare o estendere per analogia un dato modello; indicare le ragioni che, in una determinata situazione, impongono l'abbandono di un dato modello;
- pianificare un esperimento reale o concettuale per la confutazione di un'ipotesi o per decidere tra due ipotesi; valutare cosa è essenziale e cosa è trascurabile; eseguire le necessarie semplificazioni; valutare la realizzabilità di un esperimento;
- conoscere l'evoluzione dei concetti e dei modelli impiegati per la descrizione di determinati fenomeni;
- cogliere i nessi trasversali tra tematiche affini e stabilire analogie; applicare per analogia procedimenti studiati in situazioni nuove; riconoscere gli aspetti interdisciplinari.

Physik

I Stundendotation

Stufe	4	5	6	7
Anzahl Lektionen	0/2	2	2	2/0

2 Bedeutung des Faches

Physik erforscht mit experimentellen und theoretischen Methoden die messend erfassbaren und mathematisch beschreibbaren Erscheinungen und Vorgänge in der Natur. Der gymnasiale Physikunterricht macht diese Art der Auseinandersetzung des menschlichen Denkens mit der Natur sichtbar und fördert zusammen mit den anderen Naturwissenschaften das Verständnis für die Natur, den Respekt vor ihr und die Freude an ihr.

Die Schülerinnen und Schüler lernen grundlegende physikalische Gebiete und Phänomene in angemessener Breite kennen und werden befähigt, Zustände und Prozesse in Natur und Technik zu erfassen und sprachlich klar und folgerichtig in eigenen Worten zu beschreiben. Sie erkennen physikalische Zusammenhänge auch im Alltag und sind sich der wechselseitigen Beziehungen von naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung, Gesellschaft und Umwelt bewusst.

Der Physikunterricht vermittelt exemplarisch Einblicke in frühere und moderne Denkmethode und deren Grenzen. Er zeigt, dass Physik nur einen Teil der Wirklichkeit beschreibt und einer Einbettung in die anderen dem Menschen zugänglichen Betrachtungsweisen bedarf, weist aber gleichzeitig physikalisches Denken als wesentlichen Bestandteil unserer Kultur aus.

Der Physikunterricht zeigt, dass sich physikalisches Verstehen dauernd entwickelt und wandelt und hilft mit beim Aufbau eines vielseitigen Weltbildes. Durch Einsicht in die Möglichkeiten und Grenzen, aber auch den Sinn des Machbaren, können Wissenschaftsgläubigkeit oder Wissenschaftsfeindlichkeit verringert werden.

Die Fachsprache der Physik im Zusammenhang mit der Fachsprache der Mathematik mit ihren exakten Begriffsbildungen bringt erst in Verbindung mit der Alltagssprache einen Gewinn an Kommunizierbarkeit. Der auf Einsicht beruhende Mathematisierungsprozess setzt auch das Verständnis der qualitativen Zusammenhänge voraus.

Die Physik ist integrierender Bestandteil unseres Kulturlebens wie auch Bindeglied zwischen Mensch und Technik. Das ihr zugrundeliegende Denken gilt als Modell für naturwissenschaftliches Erfassen von Wirklichkeit, das auch in anderen Fachbereichen von Bedeutung ist. Die Art, wie innerhalb der Physik Teilgebiete ineinander greifen, und die Wechselwirkung der Physik mit anderen Wissensgebieten (Medizin, Technik, Philosophie etc.) veranschaulichen vernetztes Denken.

Der Physikunterricht stellt technische Prinzipien aus verschiedenen Jahrhunderten vor, welche in wichtigen Geräten des täglichen Lebens enthalten sind. Das Vermitteln der diesen Prinzipien zu Grunde liegenden physikalischen Phänomene, Prozesse und Gesetze vermag das Verständnis der gegenwärtigen und vergangenen Welt zu fördern.

Die Beobachtung und das Experiment sind im Unterricht von entscheidender Bedeutung, weil an ihnen die Art des physikalischen Denkens in anschaulicher Weise aufgezeigt werden kann. Schülerinnen und Schüler können durch eigene Erfahrungen an die Physik herangeführt werden. Das Experiment fördert die Phantasie der Lernenden, wenn sie selber raten, spüren, suchen, irren und sich berichtigen dürfen, statt sich vorschnell auf eine logische Treppe treiben zu lassen.

Unsere Verantwortung gegenüber der Um- und Nachwelt soll im Physikunterricht bewusst werden. Sie lässt sich zwar nicht allein aus der Physik ableiten, in Verbindung mit den übrigen Fächern am Gymnasium kann physikalisches Denken jedoch für den Menschen des technischen Zeitalters wichtige Orientierungshilfe sein.

3 Ziele

3.1 Richtziele

3.1.1 Grundkenntnisse

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen physikalische Grunderscheinungen und wichtige technische Anwendungen, verstehen ihre Zusammenhänge sowie verfügen über die zu ihrer Beschreibung notwendigen Begriffe.
- beschreiben physikalische Arbeitsweisen (Beobachtung, Beschreibung, Experiment, Simulation, Hypothese, Modell, Gesetz, Theorie).
- wissen, dass Physik sich wandelt und wie sie vergangene und gegenwärtige Weltbilder mitprägt.

3.1.2 Grundfertigkeiten

Die Schülerinnen und Schüler

- beobachten und beschreiben Naturabläufe und technische Vorgänge, und formulieren physikalische Zusammenhänge mathematisch, aber auch umgangssprachlich.
- unterscheiden zwischen Faktum und Hypothese, Beobachtung und Interpretation, Voraussetzung und Folgerung; identifizieren Widersprüche und Lücken, Zusammenhänge und Entsprechungen sowie entdecken Bekanntes im Neuen.
- reduzieren einen Sachverhalt auf die wesentlichen Grössen.
- schätzen Grössenordnungen und Genauigkeiten ab.
- gewinnen Modelle und wenden sie auf konkrete Situationen an.
- erfassen, formulieren, analysieren und lösen Probleme und verwenden dabei die Fachsprache.
- planen, bauen auf, führen durch, werten aus und interpretieren einfache Experimente.
- gehen mit Informationsmaterial zweckmässig um.
- können konzentriert selbständig und konstruktiv im Team arbeiten.

3.1.3 Grundhaltungen

Die Schülerinnen und Schüler

- bringen Neugierde, Interesse und Verständnis für Natur und Technik auf.
- erkennen Verbindungen zu anderen Fächern und bringen entsprechende Kenntnisse ein.
- handeln verantwortlich und sind bereit, sich das nötige Wissen anzueignen.
- ziehen die Folgen der Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf Natur, Wirtschaft und Gesellschaft in Betracht.
- arbeiten an physikalischen Problemstellungen genau und systematisch.



3.2 Grobziele und Lerninhalte Stufen 4 und 5

Grobziele	Lerninhalte
Mechanik 1 <ul style="list-style-type: none"> ■ Kräftegleichgewicht als Grundbedingung für das Verharren im Ruhezustand beschreiben 	Gewichtskraft und Masse Kraft als vektorielle Grösse Hookesches Gesetz Schiefe Ebene
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bewegungen messen, beschreiben und berechnen <i>Messungen durchführen und auswerten. Gleichförmige und beschleunigte Bewegung beschreiben, grafisch darstellen und berechnen. Dimensionen abgeleiteter Grössen bestimmen. Skalare und vektorielle Grössen unterscheiden.</i> 	Geschwindigkeit und Beschleunigung Gleichförmige Bewegung Gleichmässig beschleunigte Bewegung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung beschreiben 	Newtonsche Axiome Verkehrsverhalten
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bewegungen im (näherungsweise homogenen) Gravitationsfeld der Erde als gleichmässig beschleunigt berechnen 	Freier Fall Vertikaler Wurf
<ul style="list-style-type: none"> ■ Energie und Impuls als Erhaltungsgrössen erkennen 	Arbeit Leistung Wirkungsgrad Kinetische und potentielle Energie Energieerhaltung Perpetuum mobile erster Art Impuls und Impulserhaltung
Mechanik 2 <ul style="list-style-type: none"> ■ Krummlinige Bewegungen als beschleunigte Bewegungen beschreiben 	Kreisbewegung, Bahn- und Winkelgeschwindigkeit Zentripetalkraft und -beschleunigung Horizontaler Wurf Schiefer Wurf
<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Massenanziehungskraft (Gravitation) zwischen zwei beliebigen Massen beschreiben 	Gravitationsgesetz Schwerefeld und Gravitationspotential



Stufen 6 und 7

Grobziele	Lerninhalte
Elektrizität I	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Existenz elektrischer Ladungen mit einfachen Modellen erklären 	<p>Elektrostatische Aufladungen Coulombgesetz Elektrisches Feld und elektrische Feldstärke</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Wechselwirkung zwischen den Ladungen quantitativ bestimmen 	<p>Elementarladung Millikan Kondensator</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Elektrischen Strom als bewegte Ladung beschreiben 	<p>Stromstärke</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Einfache elektrische Schaltkreise aufbauen und berechnen 	<p>Spannung Elektrischer Widerstand Ohmsches Gesetz spezifischer Widerstand</p>
<p>Arbeit und Leistung des elektrischen Stroms Serien- und Parallelschaltung von Widerständen</p>	
Elektrizität 2	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bewegung von Ladungen in elektrischen Feldern beschreiben 	<p>Bewegung in homogenen Feldern Braunsche Röhre</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Den Zusammenhang zwischen Stromfluss und Magnetfeld aufzeigen 	<p>Spule Elektromagnete Dauermagnete</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bewegung von Ladungen in magnetischen Feldern beschreiben 	<p>Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter Lorentzkraft Elektromotor</p>
<p>Induktion Generator</p>	
<p>Transformator Massenspektrograf Fernsehen</p>	
<p>Andere Gebiete der Physik</p>	<p>Nach Möglichkeit ist mindestens ein Themengebiet zu wählen: Thermodynamik Schwingungen und Wellen Einblicke in die Physik des 20. Jahrhunderts (Relativitätstheorie, Quantentheorie, ...) Aufbau des Universums Hydro- u. Aerodynamik Halbleiter</p>



4 Hinweise

Voraussetzungen aus anderen Fächern lesen sich wie folgt:

- im Fach Naturlehre wird das Hebelgesetz ausführlich behandelt,
- im Fach Naturlehre wird das Reflexions- u. Brechungsgesetz ausführlich behandelt,
- im Fach Geografie werden die Keplergesetze ausführlich behandelt,
- im Fach Mathematik wird in Stufe 4 im Laufe des I. Semesters mit Trigonometrie begonnen (Umgang mit Winkelfunktionen)



5 Vernetzung mit anderen Fächern

Mögliche fachübergreifende Themen könnten sein:

- Biologie** Auge, Mikroskop, Ohr, Stoffumsetzung, Photosynthese
- Gestalten** Farblehre
- Chemie** Elektrochemie, Aufbau der Materie, Atommodelle
- Deutsch** Begriffsklärungen im Bereich der Fachsprache, Berichte, Protokolle
- Geografie** Planetenbewegung, Fernrohr, Wetter
- Geschichte** Weltbilder in verschiedenen Kulturkreisen, Geschichte der Physik und der Technik
- Musik** Akustik, Saiten- und Blasinstrumente
- Religion** Glaube und Naturwissenschaften
- Philosophie** Physik und Metaphysik
- Sport** Mechanik und menschlicher Bewegungsapparat

Kantonsschule Zürich Birch

Fachrichtlinien PHYSIK

vom 1. März 2010

**Gymnasium mit
musikischem und neusprachlichem
Profil**

Physik

Grobziele (Grundlagenfach)

Fachrichtlinien

Schülerexperimente werden in der Physik unterrichtsbegleitend durchgeführt. Wo sinnvoll, wird die Klasse aufgeteilt und werden die nicht experimentierenden SchülerInnen beschäftigt.

3. Klasse: 2 JS

Mechanik

- **physikalische Grössen zahlenmässig korrekt darstellen**
wissenschaftliche Zahlenschreibweise, korrektes Runden von Ergebnissen, Verwendung von Dezimalvorsätzen
- **die verschiedenen Bewegungsformen unterscheiden und beschreiben können**
gleichförmige und beschleunigte Bewegung, gleichmässig beschleunigte geradlinige Bewegung, Bewegungsdiagramme, freier Fall, gleichmässige Kreisbewegung
- **mechanische Kräfte, ihre Wirkungen und Eigenschaften beschreiben können**
Masse und Kraft, Newtonsche Grundgesetze der Mechanik (Trägheitssatz, Bewegungsgleichung, Wechselwirkungsgesetz, Kräfteaddition (Blitzkurs in Trigonometrie)), Gewicht, Gravitationskraft, Federkraft, Reibungskraft, Zentripetalkraft, Planeten- und Satellitenbahnen (nur kreisförmige) berechnen können, Keplersche Gesetze (elliptische Bahnen, qualitativ), Drehwirkung von Kräften (nur statisch, Drehmoment, starrer Körper im statischen Gleichgewicht, Massenmittelpunkt)
- **die Begriffe Arbeit, Leistung und Energie verstehen und auf praktische Situationen anwenden**
Definition der Arbeit; Beispiele: Hubarbeit, Reibungsarbeit, Spannarbeit, Beschleunigungsarbeit; Energiebegriff, potentielle und kinetische Energie; Energieerhaltung
- **den Impuls als eine wichtige mechanische Erhaltungsgrösse kennen und in praktischen Situationen verwenden können**
Impuls als vektorielle Grösse, Impulserhaltung, Stösse, Impulsänderung = Kraftstoss
- **grundlegende Gesetze der Hydro- und Aeromechanik kennen und anwenden**
Druck, Schweredruck in Flüssigkeiten, statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen, nur qualitativ: das Strömungsparadoxon und dynamischer Auftrieb; Strömungswiderstand, freier Fall in der Luft

4. Klasse: 2 JS

Wärmelehre

- **die Begriffe Temperatur und Wärme im Rahmen des Atommodells deuten können**
Repetition folgender Begriffe aus der Chemie: atomarer Aufbau der Materie, relative Atommasse und relative Molekularmasse, Mol als Mengeneinheit, Avogadro-Konstante; Brownsche Bewegung, Temperatur, Wärme
- **die thermische Ausdehnung durch lineare Gesetze beschreiben können**
Längenausdehnungskoeffizient, Volumenausdehnungskoeffizient, $\gamma = 3\alpha$; Gegenbeispiel: Anomalie des Wassers
- **die Aggregatzustände beschreiben können und die Gesetzmässigkeiten ihrer Veränderung kennen**
Struktur der festen Körper, der Flüssigkeiten und der Gase, Schmelzen, Verdampfen, Sublimieren

- **die Begriffe spezifische Wärmekapazität, Schmelz- und Verdampfungsenergie kennen**
Energie und Energieerhaltung bei Zustandsänderungen
- **die Zustandsgleichung der idealen Gase anwenden können**
Modell eines idealen Gases, Gasgesetze, absolute Temperatur, Zustandsgleichung
- **die Grundideen der kinetischen Gastheorie und ihre Ergebnisse kennen**
Beziehung zwischen der mittleren Translationsenergie und der absoluten Temperatur als Ergebnis präsentieren, Anwendung: mittlere Geschwindigkeit der Gasteilchen; molare Wärmekapazität, Ausdehnungsarbeit; Dampfdruck, Verdampfen und Sieden, Feuchtigkeit
- **die grundlegenden Prinzipien der Wärmekraftmaschinen und den Begriff des thermodynamischen Wirkungsgrades verstehen**
Wärmekraftmaschine als Motor und als Wärmepumpe, Berechnung des thermodynamischen Wirkungsgrades bei einigen Beispielen
- **die Zusammenhänge im Energiehaushalt der Erde kennen**
Solarkonstante und das Wärmegleichgewicht; Energiebedarf des Menschen und dessen Deckung

Elektrizitätslehre

- **die Grundbegriffe elektrische Ladung, elektrisches Feld und elektrische Spannung kennen und anwenden können**
keine weiteren Angaben
- **die Mechanismen der elektrischen Leitfähigkeit verstehen**
Strom, ohmscher Widerstand, elektrische Leistung
- **die Grundlagen der Elektronik mit Hilfe eigener Experimente erarbeiten**
Messung von Spannung, Strom und Widerstand; Serie- und Parallelschaltung und deren Eigenschaften; Schaltungen von ohmschen Widerständen (Aufbau, Berechnung und Messung); Bau einiger grundlegender Transistorschaltungen (Experimentiersatz)
- **das Phänomen des Magnetfeldes und die Beziehungen zwischen elektrischem Strom und Magnetfeld kennen**
Magnetostatik, Erdmagnetfeld, Strom und Magnetfeld: Feld eines stromdurchflossenen Leiterstücks, einer Leiterschleife und einer Spule; Magnetisierbarkeit und Permeabilität; Biot-Savart Kraft, Lorentz-Kraft, Bewegung geladener Teilchen im Magnetfeld; Induktion, Selbstinduktion, technische Erzeugung von Wechselstrom

5. Klasse: 2 JS

Schwingungen und Wellen

- **elementare Begriffe und Effekte aus der Schwingungs- und Wellenlehre kennen**
Schwingung: Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Kreisfrequenz; Welle: Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Wellengleichung ($c=\lambda f$);
Beispiele für harmonische Schwingungen: Periodendauer beim Federpendel und Fadenpendel;
Eigenschaften von harmonischen Wellen: Doppler Effekt bei Schall; Überlagerung und Beugung: Schwebung, stehende Welle, Beugung am Doppelspalt, am Gitter und am einfachen Spalt

- **die Gesetze der geometrischen Optik kennen und die Funktionsweise optischer Geräte verstehen**

Reflexion, Brechung, Totalreflexion, Abbildung durch Spiegel und durch Linsen, Anwendungen in verschiedenen Geräten (Fernrohre, Mikroskop)

Moderne Physik

- **einige Phänomene aus der modernen Physik kennen lernen**

Wichtigste Aussagen der *speziellen Relativitätstheorie*: Grundpostulate, Relativität der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation, Längenkontraktion, Addition der Geschwindigkeiten (eindimensional), relativistischer Dopplereffekt (Licht), Rotverschiebung; relativistische Energie, Masse-Energie-Äquivalenz $E=mc^2$, relativistischer Impuls; Grundlagen der *Quantenphysik*: Photoeffekt, Energie und Impuls des Photons; kurzwellige Grenze der Röntgenstrahlung, Compton Effekt (qualitativ), Materiewellen (de Broglie);

weitere Themenvorschläge:

Grundideen der *allgemeinen Relativitätstheorie* (qualitativ);

Atomphysik: Franck-Hertz Versuch mit Neon (qualitativ);

Kernphysik: Radioaktivität

Elementarteilchenphysik: das Standardmodell;

Astrophysik und Kosmologie

- **sich mit aktuellen Themen beschäftigen und zwischen Behauptungen und physikalischen Tatsachen unterscheiden können**

keine weiteren Angaben

Physik

Grobziele (Ergänzungsfach)

Fachrichtlinien

6. Klasse: 3 JS

- **die im Grundlagenfach gewonnenen Kompetenzen weiter ausbauen und erweitern und die Kenntnisse vertiefen**
- **weitere Beispiele aus verschiedenen Gebieten der modernen Physik kennen lernen**
- **unterschiedliche technische Anwendungen der Physik verstehen**
- **sich mit aktuellen Themen beschäftigen und zwischen Behauptungen und physikalischen Tatsachen unterscheiden können**

keine weiteren Angaben

Physik-Lehrplan KZO Wetzikon

Bildungsziele

- Der Physikunterricht verhilft zu bewusster Wahrnehmung der Natur und fördert zusammen mit den anderen Naturwissenschaften Verständnis und Respekt für Natur und Technik.
- Schülerinnen und Schüler lernen grundlegende physikalische Gebiete in angemessener Breite kennen und werden befähigt, Vorgänge in Natur und Technik zu erfassen und sprachlich klar und folgerichtig zu beschreiben. Sie erkennen physikalische Zusammenhänge auch im Alltag und sind sich der wechselseitigen Beziehungen von naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung, Gesellschaft und Umwelt bewusst.
- Der Physikunterricht vermittelt exemplarisch Einblick in frühere und moderne Denkweisen und deren Grenzen. Er zeigt, dass Physik nur einen Teil der Wirklichkeit beschreibt, aber gleichzeitig physikalisches Denken ein wesentlicher Bestandteil unserer Kultur ist.
- Der Physikunterricht zeigt, dass sich physikalisches Verstehen dauernd entwickelt und wandelt und mithilft beim Aufbau eines vielseitigen Weltbildes. Er soll so allgemeinbildend sein, dass er jenen Schülerinnen und Schülern ein bleibendes Bild vermittelt, die in ihrer späteren Ausbildung der Physik nicht mehr begegnen.

Richtziele

Grundkenntnisse

- Physikalische Grunderscheinungen und wichtige technische Anwendungen kennen, ihre Zusammenhänge verstehen und über die zu ihrer Beschreibung notwendigen Begriffe verfügen
- Physikalische Arbeitsweisen kennen (Beobachtung, Beschreibung, Experiment, Simulation, Hypothese, Modell, Gesetz, Theorie)
- Technische Anwendungen verstehen
- Wissen, dass Physik sich wandelt und wie sie vergangene und gegenwärtige Weltbilder mitprägte und mitprägt

Grundfertigkeiten

- Naturabläufe und technische Vorgänge beobachten und mit eigenen Worten beschreiben; physikalische Zusammenhänge sprachlich und mathematisch formulieren
- Zwischen Tatsachen und Hypothesen, Beobachtungen und Interpretation, Voraussetzung und Folgerung unterscheiden; Widersprüche und Lücken, Zusammenhänge und Entsprechungen erkennen sowie Bekanntes im Neuen wiederentdecken
- Einen Sachverhalt auf die wesentlichen Faktoren reduzieren
- Modelle gewinnen, anwenden und ihre Grenzen beurteilen
- Probleme erfassen, formulieren, analysieren und lösen
- Einfache Experimente planen, aufbauen, durchführen, auswerten und interpretieren

Grundhaltungen

- Neugierde, Interesse, Freude und Verständnis für Natur und Technik aufbringen
- Verbindung zu anderen Fächern erkennen und nutzen
- Einsehen, dass nicht alle Phänomene einer physikalischen Betrachtung zugänglich sind
- Sich das nötige Wissen aneignen, um verantwortlich zu handeln
- Die Folgen der Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf Natur, Wirtschaft und Gesellschaft abschätzen

Grobziele und Lerninhalte

Grundlagenfach, 2. Klasse

Grobziele

- Neugierde an physikalischen Fragestellungen wecken und fördern
- Naturphänomene und eigene Experimente beobachten, beschreiben, erklären und überprüfen
- Das qualitative Verständnis entwickeln
- Selbsttätiges Experimentieren fördern

Lerninhalte

- Einfache Beispiele aus der Optik, Mechanik, Wärmelehre und Elektrizität

3. Klasse (nur MN-Profile)

Grobziele

- Messvorgänge beurteilen
- Proportionalitäten erkennen

Lerninhalte

- Winkel-, Entfernungs- und Zeitmessung im näheren Weltraum
- Winkelgeschwindigkeit und lineare Geschwindigkeit, Beschleunigung

4. Klasse (alle Profile)

Grobziele

- Vorgänge beobachten, beschreiben, erklären
- Mit Diagrammen und Masseinheiten sicher umgehen

Lerninhalte

- Optik: Spiegelung, Brechung, Abbildung
- Bewegung: Kräfte, Trägheit, Schwerpunkt
- Energie: Umwandlung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad
- Wärme: Transport, Zustände, Zustandsänderungen

5. Klasse

Grobziele

- Selbständig experimentieren
- Genauigkeit eines Experimentes beurteilen
- Probleme in der Gruppe bearbeiten und präsentieren

Lerninhalte

- Strom: Quellen, Wirkungen, Schaltungen, Steuerungen
- Felder: Gravitation, Ladungen, Magnete, Induktion, Relativität
- Wellen: Ausbreitung und Überlagerung, Resonanz, Licht

Naturwissenschaftliches Wahlfach

Einblick in ein Spezialgebiet, zum Beispiel

- Elektronik
- Astrophysik
- Thermodynamik
- Mikrophysik
- Elektroakustik
- Hydraulik

Ergänzungsfach

Das Ergänzungsfach stellt die Physik ins kulturgeschichtliche und philosophische Umfeld.

Verbindliche Lerninhalte

- Technologische und digitale Revolution
- Kosmologische und strukturelle Weltbilder

Möglicher weiterer Lerninhalt

- Biophysikalische und elektronische Sensorik

Physik

Bildungsziele

Physik erforscht mit experimentellen und theoretischen Methoden die durch Messung erfassbaren und mathematisch beschreibbaren Erscheinungen und Vorgänge in der Natur. Der Physikunterricht macht diese Art der Auseinandersetzung mit der Natur sichtbar und zielt zusammen mit den anderen Naturwissenschaften auf das Verständnis für die Natur, den Respekt vor und die Freude an ihr. Die Schülerinnen und Schüler lernen physikalische Fachgebiete und Phänomene in angemessener Breite kennen und werden befähigt, Zustände und Prozesse in Natur und Technik zu erfassen und sprachlich klar und folgerichtig in eigenen Worten zu beschreiben. Sie bemerken physikalische Zusammenhänge auch im Alltag und sind sich der Beziehungen zwischen naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung, Gesellschaft und Umwelt bewusst. Der Physikunterricht zeigt, dass sich physikalisches Verständnis dauernd entwickelt und wandelt, und hilft mit beim Aufbau eines vielseitigen Weltbildes. Er zeigt, dass Physik nur eine Seite der Wirklichkeit beschreibt, weist aber gleichzeitig physikalisches Denken als einen nicht zu unterschätzenden Bestandteil unserer Kultur aus.

Richtziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen folgende inneren Haltungen einnehmen und die folgenden grundsätzlichen Kenntnisse und Fertigkeiten erwerben:

Grundhaltungen

- Neugierde, Interesse und Verständnis für Natur und Technik aufbringen
- an physikalischen Problemstellungen genau und systematisch arbeiten
- die Auswirkungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf das Verhalten gegenüber Natur, Wirtschaft und Gesellschaft bedenken

Grundfähigkeiten

- physikalische Grunderscheinungen und wichtige technische Anwendungen kennen, ihre Zusammenhänge verstehen sowie mit den zu ihrer Beschreibung notwendigen Begriffen vertraut sein
- physikalische Arbeitsweisen kennen wie Beobachtung, Beschreibung, Experiment, Simulation, Aufstellen von Hypothesen, Errichten von Modellen, Formulierung von Gesetz und Theorie
- einfache technische Anwendungen verstehen
- ermessen, welche Phänomene einer physikalischen Betrachtungsweise zugänglich sind
- in Betracht ziehen, dass sich Physik wandelt und wie sie vergangene und zeitgenössische Weltbilder mitprägt

Grundfertigkeiten

- Naturabläufe und technische Vorgänge beobachten und mit eigenen Worten beschreiben, physikalische Zusammenhänge mathematisch, aber auch umgangssprachlich formulieren
- zwischen Fakten und Hypothesen, Beobachtung und Deutung, Voraussetzung und Folgerung unterscheiden; Widersprüche und Lücken, Zusammenhänge und Entsprechungen erkennen sowie Bekanntes im Neuen wieder finden
- einen Sachverhalt auf die bestimmenden Grössen reduzieren
- Modelle entwerfen und auf konkrete Situationen anwenden
- Probleme erfassen, formulieren, analysieren und lösen
- einfache Experimente planen, aufbauen, durchführen, auswerten und interpretieren
- mit Informationsmaterial umgehen
- selbstständig und in der Gruppe arbeiten

Grobziele

2. Klasse: Integrierte Naturwissenschaften

Der Unterricht wird von den Lehrkräften der Fächer Chemie und Physik gemeinsam entwickelt. Er ist thematisch gegliedert und betont eine ganzheitliche Sichtweise. Die Lerninhalte werden im Sinn des exemplarischen Prinzips bestimmt.

Für die Schülerinnen und Schüler gelten folgende Ziele:

- Naturphänomene und einfache technische Vorgänge beobachten und mit eigenen Worten beschreiben

- einfache wissenschaftliche Zusammenhänge sprachlich, grafisch und an geeigneten Beispielen auch mathematisch im Rahmen der Möglichkeiten auf dieser Stufe darstellen
- sich elementare Vorstellungen von der atomaren Struktur der Materie machen können

3. und 4. Klasse: Grundkurs

Die Schülerinnen und Schüler sollen einen Überblick über den Kanon der klassischen Physik gewinnen. Sie vertiefen sich in Sachgebiete wie

- die Physik Galileis: kinematische Grundbegriffe, Bremsweg, freier Fall, horizontaler Wurf
- die Physik Newtons: die Newtonschen Grundgesetze, Gravitation, einfache Himmelsmechanik
- Erhaltungssätze der Mechanik: Arbeit, Leistung, verschiedene Formen von Energie, Erhaltungssätze von Energie und Impuls
- Hydrosphäre und Atmosphäre: Prinzip von Pascal, Schweredruck, Atmosphärendruck, Auftrieb
- Wärmelehre: Grundbegriffe (Temperatur, Wärmemenge, thermische Energie), Hauptsätze, Wärmeenergiemaschinen, Phasenübergänge

3. und 4. Klasse

Die Schüler und Schülerinnen sollen:

- Bau und Funktion von Lebewesen erfassen, Kenntnisse von Zellenlehre, Feinbau, Stoffwechselfvorgängen und Energiehaushalt erwerben
- Vielfalt, System und Evolution der Lebewesen theoretisch und praktisch begreifen am Beispiel von Blütenpflanzen, blütenlosen Pflanzen und wirbellosen Tieren
- einen Überblick über die Evolution der Wirbeltiere erlangen
- die Zusammenhänge und Bedeutung von Ökologie und Umweltschutz erkennen

5. Klasse: Grundkurs und Praktikum

Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, was in der Physik ein Modell ist, und sich bewusst werden, dass sich Modelle stets von der Wirklichkeit unterscheiden. Sie beschäftigen sich dazu mit Themenkreisen wie:

- Hören und Sehen: Grundbegriffe der Schwingungs- und Wellenlehre, Schallwellen und Wellenoptik, einfache optische Abbildungen
- Elektrizität: Grundbegriffe (Ladung, Strom, Spannung, Leistung, Widerstand), elektrisches und magnetisches Feld, Elektromagnetismus, elektromagnetische Induktion, elektromagnetische Wellen, einfache technische Anwendungen der Elektrizitätslehre
- Kernphysik: Radioaktivität, Uranspaltung

Im Praktikum gelten folgende Ziele:

- selbstständig sowie in einer Gruppe einfache Experimente planen, aufbauen, durchführen, auswerten und interpretieren
- mit Informationsmaterial umgehen
- einen wissenschaftlichen Bericht verfassen

6. Klasse: Präferenzkurs oder Ergänzungsfach

Das Ergänzungsfach setzt den Stoff der 2. bis 5. Klasse voraus. Die Schülerinnen und Schüler sollen:

- Einblicke in die Physik des 20. Jahrhunderts bekommen
- mit modernen physikalischen Konzepten vertraut werden, die sich der Anschaulichkeit entziehen: z. B. die vierdimensionale Raumzeit, die quantenphysikalische Zustandsfunktion
- die Verflechtung von Physik, Technik, Wirtschaft und sozialem Leben erfahren
- erfahren, dass die Natur als Ganzes eine Geschichte hat (Kosmologie)
- Aufgaben mit den Methoden der Infinitesimalrechnung lösen

Bezüge zu andern Fachbereichen

Bezüge zu andern Fachbereichen werden beispielsweise über folgende Themen hergestellt:

- Lektüre von Quellentexten und literarischen Texten in der Muttersprache und in Fremdsprachen, die auf die Physik Bezug nehmen
- Verfassen von Texten mit physikalischem Inhalt in der Muttersprache und in Fremdsprachen
- philosophische Besinnung: Wissenschaftstheorie und Weltbilder
- Geschichte der Naturwissenschaft
- Verflechtung von Geschichte, Politik, Technik und naturwissenschaftlicher Erkenntnis

- der physikalische Aspekt des menschlichen Körpers, insbesondere der Sinneswahrnehmungen und der Bewegung
- der physikalische Aspekt von komplexen Naturphänomenen, beispielsweise Klima und Wetter, Safthaushalt von Pflanzen, Atmung und Blutkreislauf
- der physikalische Aspekt von Kulturleistungen, beispielsweise von Musik

>Schulprofil >Lehrplan >Sprachen >Physik

Studentafel Gymnasiale Maturitätsschule

GYM Semester (Herbst/Frühling)	1. Klasse		2. Klasse		3. Klasse		4. Klasse		Total Jahresstunden
	H	F	H	F	H	F	H	F	
Semesternummer	1	2	3	4	5	6	7	8	
Grundlagenfächer (promotionswirksam)									
Deutsch	4	5	4	3	4	3	4	4	15.5
Französisch	4	4	4	3	3	3	3	4	14
Englisch	4	4	3	3	3	3	3	3	13
Mathematik	4	4	4	4	4	4	4	3	15.5
Biologie	2	2	2			3	2		5.5
Chemie	2			2	2	3	2		5.5
Physik			3	4	4	3			7
Geschichte	2	2	2	2	2	2	3	3	9
Geographie	2	3	2	2	2				5.5
Einführung Wirtschaft und Recht	3	3							3
Bildnerisches Gestalten	2	2	2	2					4
Musik	2	2	2	2					4
Wahlbereich (promotionswirksam)									
Schwerpunktfach			4	4	4	4	5	5	13
Ergänzungsfach					3	3	3	3	6
Maturaarbeit*									
Einführung Maturaarbeit					1				0.5
Maturaarbeit						*	*		
Ergänzungen (nicht promotionswirksam)									
Sport	3	3	3	3	3	3	3	3	12
Informatik	1	1							1
Religionslehre/Philosophie							2	2	2
Total	35	35	35	34	35	34	34	30	136

* Die Schülerinnen und Schüler haben im Frühlingsemester der 3. Klasse und im Herbstsemester der 4. Klasse eine Maturaarbeit zu verfassen und zu präsentieren. Die Maturaarbeit gehört zusammen mit den oben aufgeführten Grundlagenfächern (ohne Einführung Wirtschaft und Recht), dem Schwerpunktfach und dem Ergänzungsfach zu den Maturitätsfächern. Der Aufwand im Frühlingsemester der 3. Klasse entspricht etwa zwei Unterrichtslektionen, derjenige im Herbstsemester der 4. Klasse etwa einer Lektion.

Studentafel im Schwerpunktfach Biologie und Chemie

Fächergruppe	Fach	1. Kl.		2. Kl.		3. Kl.		4. Kl.		Total Jhstd.
Sprachen	Deutsch	5	4 [□]	4	4	4	3	4 [□]	4	16
	Französisch oder Italienisch	4	4 [□]	3	3	3	3	3	3	13
	Englisch	3	3	3	3	3	3	3 [□]	3	12
Mathematik und Naturwissenschaften inkl. Schwerpunkt	Mathematik	6	6	4	5	6	4	5	5	22,5
	Anwendungen der Mathematik			2	2					
	Physik			4	3	3	3			7
	Physik Praktikum						1 [#]			
	Biologie	2	2			2	3	2	3	9
	Biologie Praktikum			2 [#]	2 [#]					
	Chemie			3	2	3	2	2	3	8,5
Chemie Labor				1 [#]		1 [#]				
Geistes- und Sozialwissenschaften	Geschichte und Staatskunde	3	4			3	3	3	3	9,5
	Geographie	2	2	2	2	2	2			6
	Einführung in Wirtschaft und Recht							2 [*]	1	1,5
Kunst	Bildnerisches Gestalten	2 [#]	2 [#]							7
	Musik	2 [□]	2 [□]							
	Bildnerisches Gestalten oder			2 [#]	2 [#]	1 [#]	1 [#]			
	Musik			2 [•]	2 [•]	1 [•]	1 [•]			
Ergänzungsfach	Ergänzungsfach							3	3	3
Maturitätsarbeit	Maturitätsarbeit							2		1
Sport	Sport	3	3	3	3	3	3	3	3	12
weitere Stunden	Informatik		1 [#]	1 [#]	1 [#]					1,5
	Gruppenunterricht						2			1
	Biochemisches Praktikum							2 ⁺		1
	Einführung in die Kultur der Romandie								1	0,5
Total Wochenstunden		32	33	33	33	33	34	33	33	132

in Halbklassen

□ davon 1 Std. in Halbklassen

◦ dazu 1 Std. Deutsch-Aufsatzbesprechung

* dazu eine Wirtschaftswoche

• dazu individueller Instrumental- oder Gesangsunterricht im Umfang einer halben Semesterstunde

+ Team-Teaching

Studentafel im Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik

Fächergruppe	Fach	1. Kl.		2. Kl.		3. Kl.		4. Kl.		Total Jhstd.
Sprachen	Deutsch	5	4 [□]	4	4	4	3	4 [□]	4	16
	Französisch oder Italienisch	4	4 [□]	3	3	3	3	3	3	13
	Englisch	3	3	3	3	3	3	3 [□]	3	12
Mathematik und Naturwissenschaften inkl. Schwerpunkt	Mathematik	6	6	4	5	4	4	4	5	19
	Anwendungen der Mathematik			2	2	2	2	2	2	6
	Physik			4	3	3	2	2	3	9,5
	Physik Praktikum						1 [#]	1 [#]		
	Biologie	2	2			3	2			6,5
	Biologie Praktikum			2 [#]	2 [#]					
	Chemie			3	2	3	3			6
Chemie Labor				1 [#]						
Geistes- und Sozialwissenschaften	Geschichte und Staatskunde	3	4			3	3	3	3	9,5
	Geographie	2	2	2	2	2	2			6
	Einführung in Wirtschaft und Recht							2 [*]	1	1,5
Kunst	Bildnerisches Gestalten	2 [#]	2 [#]							7
	Musik	2 [□]	2 [□]							
	Bildnerisches Gestalten oder			2 [#]	2 [#]	1 [#]	1 [#]			
	Musik			2 [•]	2 [•]	1 [•]	1 [•]			
Ergänzungsfach	Ergänzungsfach							3	3	3
Maturitätsarbeit	Maturitätsarbeit							2		1
Sport	Sport	3	3	3	3	3	3	3	3	12
weitere Stunden	Informatik		1 [#]	1 [#]	1 [#]					1,5
	Gruppenunterricht						2			1
	Fächerübergreifender Projektunterricht								2 ⁺	1
	Einführung in die Kultur der Romandie								1	0,5
Total Wochenstunden		32	33	33	33	34	34	33	32	132

in Halbklassen

□ davon 1 Std. in Halbklassen

◦ dazu 1 Std. Deutsch-Aufsatzbesprechung

* dazu eine Wirtschaftswoche

• dazu individueller Instrumental- oder Gesangsunterricht im Umfang einer halben Semesterstunde

+ Team-Teaching

Kommentierte Musteraufgaben HSGYM

Dies ist KEINE Aufgabensammlung, sondern eine Sammlung von Kommentaren. Die Kommentare beschreiben Kompetenzen, welche Studienanfänger in ihren Lösungen durchscheinen lassen sollen.

So wie Sprachlehrkräfte in einem Aufsatz erwarten, dass in vollständigen Sätzen geschrieben wird, die Verben konjugiert und die Adjektive dekliniert sind, so sollen auch die Lösungswege in physikalischen Aufgaben - wo sinnvoll - eine gewisse Struktur aufweisen. In Rechnungsaufgaben bedeutet dies beispielsweise, dass zuerst formal gearbeitet und zum Schluss die Genauigkeit beachtet wird. Da aber jede Lehrkraft unter diesen Begriffen etwas leicht anderes versteht oder es im Unterricht in anderer Weise umsetzt, sollen diese Musteraufgaben mit kommentierten Lösungen ein wenig zur Konsensfindung beitragen.

Während der ersten Phase des Projekts HSGYM (Schnittstelle Hochschule-Gymnasium) hat die Kerngruppe Physik inhaltliche Treffpunkte vorgeschlagen (Empfehlung 9). Die Treffpunkte sind unter www.hsgym.ch abrufbar. Die inhaltlichen Treffpunkte sind dargestellt als Liste mit Begriffen und Formeln; sie lassen nur knapp Rückschlüsse auf das erwartete Niveau zu. Um die Ansprüche etwas zu klären, wird auch der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben im Kommentar eingeschätzt.

Die Musteraufgaben sollen vor allem überfachliche Kompetenzen (Empfehlung 3) illustrieren. Eine Standardisierung der Inhalte kommt wegen der Heterogenität der Lehrpläne kaum in Frage. Inhaltliche Standards lassen sich auch nicht von der zeitlichen Dotation eines Faches trennen (Empfehlungen 1, 2, 3, 5 und 6). Die Musteraufgaben sollen Fähigkeiten beim Übertritt in ein medizinisch-naturwissenschaftlich-technisches Studium beschreiben.

Was diese Sammlung nicht leistet

Damit der Text überschaubar bleibt, ist an eine Abdeckung aller Inhalte oder aller Lernschwierigkeiten nicht zu denken. Deshalb kommen bewusst nicht alle Themen sondern nur wenige exemplarische Beispiele vor. Die Aufgaben sollen für die Schnittstelle Hochschule-Gymnasium relevant sein. Deshalb kommen keine Aufgabentypen vor, die nur im Gymnasium eingesetzt werden.

Für die Kerngruppe:

Martin Lieberherr

Zürich, 1. Juli 2010

1. Aufgabe

Philip Rabinowitz lief mit 100 Jahren 100 m in 28.7 s. [bild der wiss. 5/2005 S. 29]
Welche mittlere Geschwindigkeit erreichte er?

Lösung

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{28.7 \text{ s}} = \underline{\underline{3.48 \text{ m/s}}}$$

Kommentar

Eine Aufgabe von diesem Niveau muss bei Studienbeginn von allen in der angegebenen Weise gelöst werden können.

Die formale Lösung ist im Hinblick auf komplexere Aufgaben so wichtig, dass sie immer angegeben werden muss. Variable und Einheiten sollen möglichst auseinander gehalten werden; Ausdrücke wie " $v = \text{m/s}$ " oder " $v = \text{Meter/t}$ " sind unerwünscht.

Es müssen Zahlen und Einheiten eingesetzt werden, damit allenfalls eine Einheitenkontrolle gemacht werden könnte. Die Einheit ist ein wichtiger Bestandteil einer physikalischen Grösse und sollte automatisch mitgeführt werden.

Das Resultat wird als falsch betrachtet, wenn die Einheit fehlt oder wenn es nicht vernünftig gerundet wird. Ausgangspunkt ist z.B. die Faustregel, nach der das Resultat ebenso viele signifikante Stellen aufweist wie die ungenaueste Ausgangsgrösse. Toleranz ist eine Ziffer zuviel oder zuwenig. Die Angabe 3.4843 m/s würde als falsch betrachtet, da sie die Genauigkeit um einen Faktor Hundert überschätzt. Die selbständige Abschätzung der Genauigkeit eines Resultats ist eine wichtige Kompetenz. Ausserhalb des Physikunterrichts wird dieser Teil der Allgemeinbildung praktisch nirgends trainiert.

2. Aufgabe

- a) Wie gross ist der Anteil der Zeit, den ein frei fallender Körper in der oberen Hälfte der Fallstrecke verbringt?
- b) Dies soll erklären, warum Athleten bei einem Sprung in der Luft zu hängen scheinen. Warum?

Lösung

a)


$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \quad \text{und} \quad h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 = 2h_1$$
$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 71 \%$$

- b) Die Aufwärts- und Abwärtsbewegungen des Schwerpunkts laufen bei einem Sprung symmetrisch ab. Bei einem vertikalen Sprung befindet sich ein Athlet also mehr als doppelt so lange ($\approx 71 \%$) in der oberen Hälfte des Fluges wie in der unteren Hälfte ($\approx 29 \%$).

Kommentar

Eine formale Aufgabe von diesem Niveau muss von allen bei Studienbeginn gelöst werden können. Studenten der exakten Wissenschaften müssen den Lösungsweg komplett formal angeben können.

Nur eine formale Lösung kann zeigen, dass zwei Grössen z.B. linear oder quadratisch von einander abhängen. Wird die Lösung aus numerischen Zwischenresultaten zusammengestückelt, so geht diese Möglichkeit verloren. Formalisieren ist eine wichtige Kompetenz, die am besten im Physikunterricht geübt werden kann. Neben dem Mathematikunterricht bietet nur der Physikunterricht Gelegenheit, einfache Algebra zu trainieren.

Auch Studenten der exakten Wissenschaften müssen einen Sachverhalt umgangssprachlich korrekt und verständlich umschreiben können.

Variable müssen eindeutig bezeichnet sein, z.B. mit Skizzen und/oder Indices.

Studienanfänger sollen in der Lage sein, selber vernünftige Annahmen zu treffen; hier zum Beispiel den Luftwiderstand zu vernachlässigen und die Fallbeschleunigung als Konstante anzusehen. Physikalische Aufgaben können kaum so abgeschlossen und präzise gestellt werden wie Mathematikaufgaben.

Die Genauigkeit des Resultates ist ohne weitergehende Überlegungen kaum abzuschätzen. Solche Überlegungen werden nicht verlangt: Man lässt das formale Resultat stehen oder gibt es dezimal mit einigen Stellen an.

3. Aufgabe

Schneeflocken „bestehen zu 95 Prozent aus Luft“ [GEO Feb. 2005 S. 48]

- Begründen Sie, dass Volumenprozent gemeint sind und nicht Massenanteil.
- Wie gross ist demnach die mittlere Dichte einer Schneeflocke?

Lösung

a) Eis ist viel dichter als Luft. Wäre der Massenanteil gemeint, so würde eine Schneeflocke praktisch nur noch aus Luft bestehen. Also ist Volumenanteil gemeint.

$$\begin{aligned} \text{b) } \bar{\rho}_V &= \frac{m_L + m_E}{V_L + V_E} = \frac{\rho_L V_L + \rho_E V_E}{V_L + V_E} = \rho_L \frac{V_L}{V_L + V_E} + \rho_E \frac{V_E}{V_L + V_E} = \rho_L f_L + \rho_E (1 - f_L) \\ \bar{\rho}_V &= 1.293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 0.95 + 917 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot (1 - 0.95) = \underline{\underline{47 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}} \end{aligned}$$

Kommentar

Durchschnittliche Studentinnen und Studenten der unexakten Wissenschaften dürfen von dieser Aufgabe überfordert sein, müssen die Lösung aber nachvollziehen können. Gute Studenten der exakten Wissenschaften sollten sie lösen können.

Die Aufgabe enthält nicht alle notwendigen Angaben. Die Studenten müssen daran gewöhnt sein, fehlende Angaben nachzuschlagen (Dichten von Eis und Luft) respektive vernünftige Annahmen zu treffen (Temperatur 0 °C und Druck 1.013 bar). Die Zahlenrechnung ist wichtig, denn nur mit Kenntnis der Zahlenwerte kann z.B. entschieden werden, welche Grössen wichtig und welche vernachlässigbar sind.

Die Studienanfänger sollten merken, dass Teilaufgabe b) auch ohne die Antwort von a) lösbar ist. Sie sollten nicht schon beim ersten Hindernis aufgeben.

4. Aufgabe

- a) Wie viel Wasser kann mit 1.0 kWh Energie von 0 auf 100 °C erhitzt werden?
b) Wie hoch könnte dieselbe Wassermenge mit dieser Energie gehoben werden?

Lösung

$$\text{a) } \Delta Q = cm\Delta\vartheta \Rightarrow m = \frac{\Delta Q}{c\Delta\vartheta} = \frac{1.0 \text{ kWh} \cdot 3.6 \cdot 10^6 \text{ J/kWh}}{4182 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 100 \text{ K}} = \underline{\underline{8.6 \text{ kg}}}$$

$$\text{b) } mgh = cm\Delta\vartheta \Rightarrow h = \frac{c\Delta\vartheta}{g} = \frac{4182 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 100 \text{ K}}{9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}} = \underline{\underline{42.6 \text{ km}}}$$

Kommentar

Alle Studienanfängerinnen und -anfänger müssen diese Aufgabe fehlerfrei lösen können. Insbesondere sollen sie Einheiten in physikalisch konsistenter Weise umwandeln; entweder mit dem kompletten Umrechnungsfaktor (1.0 kWh·3.6·10⁶ J/kWh) oder abgekürzt durch Ersatz der Einheit (1.0 ·3.6·10⁶ J). Die spezifische Wärmekapazität von Wasser, die Fallbeschleunigung und der Umrechnungsfaktor müssen bekannt sein resp. selbständig nachgeschlagen werden. Eine Diskussion der Genauigkeit über die schon erwähnte Faustregel hinaus wird nicht gefordert.

Studenten der exakten Wissenschaften streben nach einer formalen Lösung (Schlussformel), d.h. sie drücken die gesuchte Grösse durch die gegebenen Grössen aus. Insbesondere verwenden Sie nicht das Zahlenresultat von a) in der Teilaufgabe b), sondern rechnen formal weiter.

Verwendet man diese Aufgabe im Unterricht, so müsste das Resultat selbstverständlich kommentiert werden!

5. Aufgabe

Das Zyklotron am Paul Scherrer Institut in Villigen (AG) erzeugt einen Protonenstrahl von 590 MeV Energie pro Teilchen und durchschnittlicher Stromstärke 1.75 mA (28. Oktober 2005, Weltrekord).

Wie viele Protonen treten pro Sekunde durch einen Strahlquerschnitt?

Lösung

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{e \cdot \Delta N}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{I}{e} = \frac{1.75 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ As}} = \underline{\underline{1.09 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}}}$$

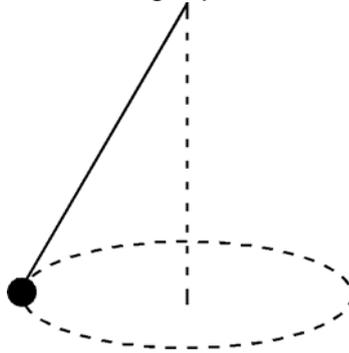
Kommentar

Diese Aufgabe sollte von Studentinnen und Studenten der exakten Wissenschaften sicher bewältigt werden.

Die Aufgabe enthält überflüssige Angaben (Teilchenenergie), welche ignoriert werden müssen. Die fehlende Angabe (Ladung des Protons) muss nachgeschlagen werden. Bei der Rechnung muss die Protonenladung mit so vielen Stellen eingesetzt werden, dass die Genauigkeit des Resultats nicht leidet.

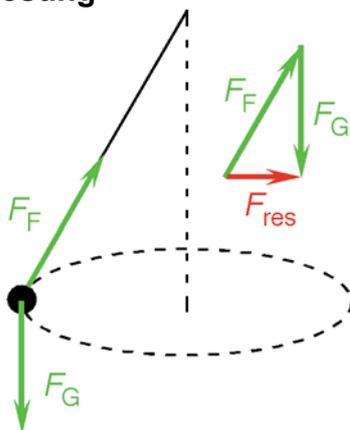
6. Aufgabe

Bei einem Kegelpendel bewegt sich die Masse am Ende eines Fadens gleichmässig auf einem horizontalen Kreis; der gespannte Faden beschreibt einen Kegel.



- Zeichnen Sie alle Kräfte auf die Pendelmasse ein. Lassen Sie die Reibung weg.
- Nennen Sie zu jeder Kraft die Reaktionskraft und deren Angriffspunkt.
- Skizzieren Sie das Kräftepolygon mit der resultierenden Kraft. Welche Richtung und welchen Betrag hat die Resultierende; welchen Namen trägt sie auch noch?

Lösung



- Auf die Pendelmasse wirken nur die Fadenkraft F_F und die Gewichtskraft F_G .
- Die Reaktionskraft auf die Fadenkraft ist die Kraft der Pendelmasse auf den Faden, welche den Faden spannt. Sie greift dort an, wo der Faden an die Masse geknüpft ist. Die Reaktionskraft auf die Gewichtskraft ist die Gravitationskraft der Pendelmasse auf die Erde; diese greift Schwerpunkt der Erde an.
- Die resultierende Kraft heisst auch Zentripetalkraft. Sie ist im Betrag konstant und zeigt stets auf das Zentrum der Kreisbahn.

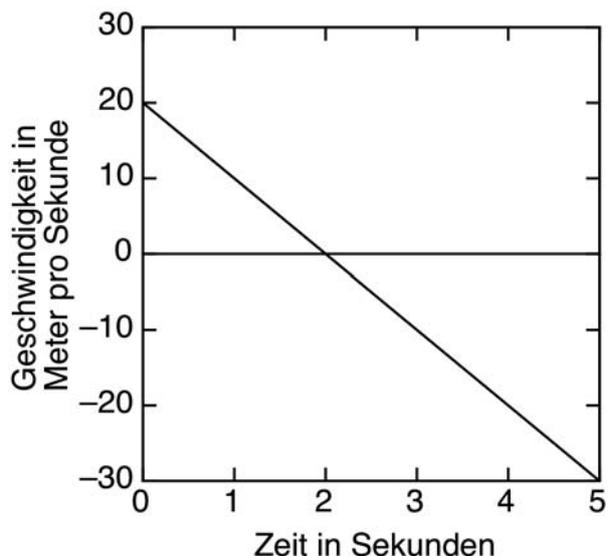
Kommentar

Diese Aufgabe sollte von allen Studienanfängern gelöst werden können. Studentinnen und Studenten sollten Aufgaben, in denen mehr als eine Kraft vorkommt, beherrschen. Auch die Tatsache, dass keine der einwirkenden Kräfte alleine die beobachtete Beschleunigung verursacht, sollte sie nicht verwirren. Dass eine Bewegung mit Richtungsänderungen beschleunigt ist, sollte zu ihren Kenntnissen gehören.

7. Aufgabe

Nebenstehende Grafik zeigt die Geschwindigkeit v_x entlang der x-Achse als Funktion der Zeit t .

- Hält das Teilchen während der dargestellten Bewegung an?
- Wie gross ist die Beschleunigung?
- Bestimmen Sie mit Hilfe der Grafik die Funktion $v_x(t)$.
- Um was für eine Bewegung könnte es sich handeln?



Lösung

a) Es steht zum Zeitpunkt $t = 2$ s während 0 s still.

$$b) a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{-50 \text{ m/s}}{5.0 \text{ s}} = \underline{\underline{-10 \text{ m/s}^2}}$$

$$c) v_x(t) = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t$$

d) Es könnte sich um einen vertikalen Wurf nach oben handeln, denn die Beschleunigung ist ungefähr gleich der Fallbeschleunigung.

Kommentar

Studienanfänger/-innen müssen im Umgang mit Diagrammen geübt sein: Sie achten auf die Beschriftung der Achsen mit Grössen oder Variable sowie Zahlen und Einheiten. Sie können die Steigung bestimmen und nennen im physikalischen Kontext deren Einheit sowie konkrete Bedeutung. Sie müssen in der Lage sein, bei derart einfachen Aufgaben die passende Funktion zu finden und auch zu interpretieren.

Bei Teilaufgabe c) werden mehrere Varianten als korrekt angesehen, z.B.

- $v_x(t) = v_0 + a_x t$ mit der Anfangsgeschw. $v_0 = 20 \text{ m/s}$ und Beschl. $a_x = -10 \text{ m/s}^2$

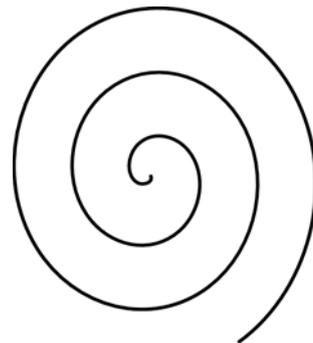
- $y = -10x + 20$ mit $y = \text{Geschwindigkeit in m/s}$ und $x = \text{Zeit in Sekunden}$.

Falsch ist es hingegen, wenn die Variablen undefiniert bleiben oder wenn nicht auf die Einheiten der Grössen eingegangen wird.

8. Aufgabe

Ein Elektron fliegt mit abnehmender Geschwindigkeit in einem homogenen Magnetfeld. Das Magnetfeld ist senkrecht zur Zeichenebene orientiert.

- Bewegt sich das Elektron im oder gegen den Uhrzeigersinn auf der gezeichneten Bahn? (mit Begründung)
- Zeigt der Feldstärkevektor aus der Zeichenebene heraus oder hinein? (mit Begründung)



Lösung

a) Die Zentripetalbeschleunigung wird durch die Lorentzkraft verursacht.

$$e v B = \frac{m v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m v}{e B}$$

Der Bahnradius nimmt also zusammen mit der Geschwindigkeit ab, somit beginnt die Bahn aussen und endet innen. Sie wird im Gegenuhrzeigersinn durchlaufen.

b) Weil das Elektron nach innen abgelenkt wird, zeigt die Lorentzkraft nach innen. Weil das Elektron negativ geladen ist, gilt $\vec{F}_L = -e \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$. Nach den Regeln des Vektorprodukts zeigt \vec{B} aus der Zeichenebene heraus.

Kommentar

Diese qualitative Aufgabe sollte von Anfänger/-innen technisch-naturwissenschaftlicher Studien bewältigt werden können.

Die Begründung der Antwort hat bei dieser Aufgabe einen hohen Stellenwert, deshalb wird eine Antwort ohne Begründung nicht akzeptiert.

In der Lösung von Teilaufgabe b) steht zwar das Vektorprodukt, die Antwort kann aber auch mit der "rechte-Hand-Regel" oder etwas Gleichwertigem begründet werden.

9. Aufgabe

Inwiefern ändert sich die Brennweite einer Linse, wenn sie in Wasser getaucht wird?

Lösung

Der Unterschied in den Brechungsindizes ist kleiner, somit wird der Lichtstrahl weniger stark abgelenkt. Die Brennweite ist demnach unter Wasser grösser.

Kommentar

Mir ihrer Antwort sollen die Studentin und der Student beweisen können dass sie und er das Brechungsgesetz auf eine gebogene Oberfläche und den Effekt von Linsen auf einen Lichtstrahl anwenden können, auch ohne algebraischen Ansatz.

Diese Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades sollte von Studienanfängerinnen und -anfängern gelöst werden können. Die Aufgabe ist leicht, falls im Unterricht die Arbeitsweise einer optischen Linse mit Hilfe des Brechungsgesetzes erklärt wurde. Sie ist schwierig, falls die Verknüpfung Brechungsgesetz-Linse fehlt.

10. Aufgabe

In Abbildung 1 sind Kraft-Dehnungs-Messwerte einer Blattfeder eingetragen.

- Wie gross ist die Kraft bei einer Auslenkung von 10 cm?
- Wie gross ist die Auslenkung bei einer Spannkraft von 3.0 N?
- Bei kleinen Werten ist die Kraft F offenbar noch proportional zur Dehnung x . Bestimmen Sie dort die Steigung der Nullpunktsgerechten (Proportionalitätskonstante).
- Wie viel Arbeit muss verrichtet werden, um die Feder 14 cm auszulenken?

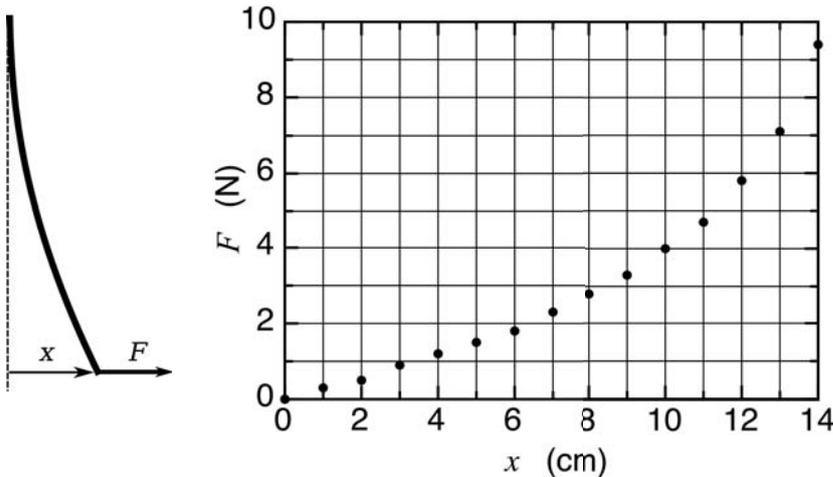


Abbildung 1: Eine Blattfeder wurde einseitig eingespannt und am anderen Ende quer zur Richtung der entspannten Feder ausgelenkt. Die Kraft F wurde als Funktion dieser Auslenkung x gemessen. Das Diagramm zeigt die Messungen (fette Punkte).

Lösung

a) $F = 4.0$ N

b) $x \approx 8.4$ cm

c) $\frac{\Delta F}{\Delta x} \approx \frac{1.5 \text{ N}}{5.0 \text{ cm}} = \underline{\underline{30 \text{ N/m}}}$

d) Die Arbeit entspricht der Fläche unter der $F(x)$ -Kurve. Dort zählt man ca. 40 Häuschen à $1 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm}$, d.h. die insgesamt verrichtete Arbeit beträgt 0.40 J .

Kommentar

Diese Aufgabe sollte von allen Studienanfängern beherrscht werden.

Sie sollten in der Lage sein, Werte, Steigungen und Flächen abzuschätzen, selbst wenn keine "exakten" Formeln gegeben sind. Sie sollten sich auch bewusst sein, dass in Anwendungen sowohl Steigungen als auch Flächen Einheiten haben, die sich nicht unbedingt mit jenen im Standard-Mathematikunterricht decken.

Teil A

Kurzfragen

Nachname: _____

Vorname: _____

Punkte:

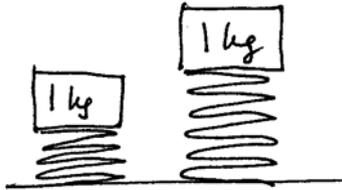
Dauer: maximal 60 Minuten

Hilfsmittel: keine

Schreiben Sie Ihre Lösungen direkt auf diese Blätter in die Lücken zwischen den Aufgaben. Stellen Sie Rechenergebnisse in Dezimalform mit 10 % Genauigkeit dar. Lösungswege sind nicht verlangt. Falls Sie richtige Lösungsansätze oder Begründungen kurz skizzieren, kann es auch bei falschen Resultaten noch Punkte geben. Antworten zu Auswahlfragen (Ja/Nein und ähnliches) **müssen** kurz begründet werden.

Viel Erfolg!

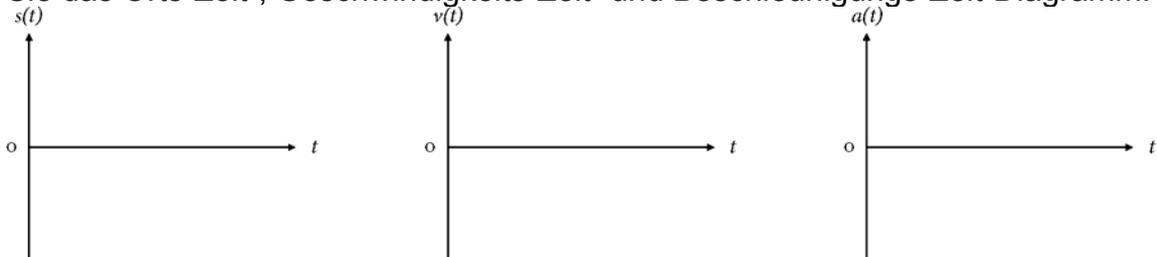
- 1) Beide Massen stehen ruhig auf den Stahlfedern. Welche Feder übt die grössere Kraft auf die Masse aus? 1P



- 2) Die Britin Tanya Streeter erreichte in der Karibik 122 m Meerestiefe ohne Atemgerät. Sie hielt während 3 Minuten und 38 Sekunden die Luft an. [Reuters, 22. Juli 2003] Um welchen Faktor wurde die Luft in ihren Lungen komprimiert? 2P

- 3) Mit welcher Geschwindigkeit in m/s muss sich ein Teilchen bewegen, damit sich seine Lebensdauer verdoppelt? 2P

- 4) Ein Ball wird senkrecht nach oben geworfen und fällt wieder nach unten. Skizzieren Sie das Orts-Zeit-, Geschwindigkeits-Zeit- und Beschleunigungs-Zeit-Diagramm.



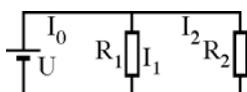
- 5) Die Abbildung zeigt die Coulombkräfte, welche auf zwei Punktladungen wirken. Konstruieren Sie im gleichen Massstab den Kraftvektor für eine Punktladung -2 nC , die genau in der Mitte zwischen den beiden vorhandenen Ladungen platziert wird. 3P



- 6) Ein 800 W -Tauchsieder heizt 800 g Wasser während 210 s . Wie viel steigt die Wassertemperatur? 2P

- 7) Zwei Kräfte greifen rechtwinklig zu einander einen Körper an. Die resultierende Kraft ist doppelt so gross wie die kleinere der beiden Kräfte. Bestimmen Sie das Verhältnis zwischen den beiden Einzelkräften. 1P

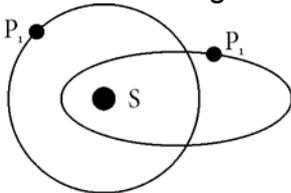
- 8) Wie gross sind die drei Ströme? ($U = 12 \text{ V}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$) 3P



9) Wie schnell fährt ein Auto mit 1 Tonne Masse und 1 kWh kinetischer Energie? 2P

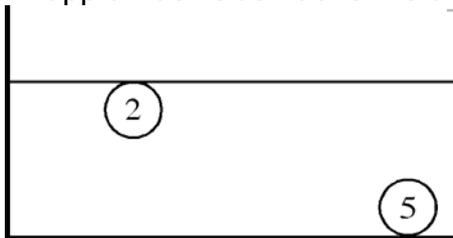
10) Wie gross ist der Widerstand einer 220 V - 100 W Glühlampe?
Erfüllt eine Glühlampe das ohmsche Gesetz? 2P

11) Die Abbildung zeigt die Umlaufbahnen zweier Planeten um einen Stern. Welcher Planet hat die grössere Umlaufzeit? 1P



12) Nennen Sie zwei Anwendungen der Lorentzkraft in Natur oder Technik. 1P

13) Fünf Kugeln mit gleichem Volumen aber deutlich unterschiedlicher Masse werden ins Wasser geworfen. Die schwerste sinkt zu Boden und die zweit-leichteste schwimmt noch ganz knapp an der Oberfläche. Zeichnen Sie die anderen drei ein. 2P



14) Wie ist der zeitliche Verlauf der Haushalt-Netzspannung? Geben Sie eine Formel an und daneben die Zahlenwerte der Konstanten. 1P

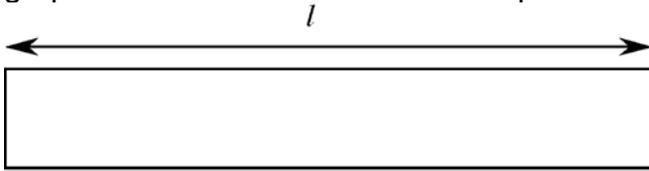
15) Der NASA-Rover Spirit hat in drei Stunden ein 2.65 mm tiefes Loch in einen Mars-Felsen gebohrt. [20 Minuten, 9. Feb. 2004]
Wie gross ist die mittlere Bohrgeschwindigkeit in Mikrometern pro Sekunde? 1P

16) Welche einfachere Einheit verbirgt sich hinter $(V \cdot C)/N$? 1P

17) Ein Auto fährt mit 100 km/h. Die Luftwiderstandskraft ist 300 N. Wie gross ist die Luftwiderstandskraft bei 140 km/h? 1P

18) Welche Stoffmenge an Wassermolekülen ist in 90 g Wasser enthalten? 2P

- 19) Stellen Sie in der abgebildeten gedackten Pfeife der Länge $l = 25$ cm den 2. Oberton graphisch dar. Ermitteln Sie die Frequenz des 2. Obertons.



3P

- 20) Die Pendelmasse eines Federpendels wird aus der Gleichgewichtslage ausgelenkt und aus dem Stillstand losgelassen. Nach 1.50 s erreicht ihre kinetische Energie zum zweiten Mal ein Maximum. Wie gross ist die Frequenz der Schwingung? 2P
- 21) Auf einem Spielplatz dient ein in der Mitte drehbar gelagerter Balken als Wippe. Hänsel (72 kg) setzt sich drei Meter vom Drehpunkt entfernt auf den Balken. Wo muss sich Gretel (48 kg) hinsetzen, damit die Wippe im Gleichgewicht ist? 1P
- 22) Ein Herd erzeugt Mikrowellen von 2450 MHz. Wie gross ist die Wellenlänge? 1P
- 23) Ein Leiter von 2.0 cm Länge erfährt zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten eine maximale Kraft von 3.2 mN, wenn ein Strom von 5.0 A fliesst. Wie gross ist die magnetische Induktion B ? 1P
- 24) Das Rad einer Lok 2000 hat 1100 mm Durchmesser. Die Lok sei mit 12.10 m/s unterwegs. Mit welcher Frequenz dreht sich das Rad? 1P
- 25) Beschreiben Sie "Beschleunigung" in Worten so, dass auch ein Laie alle Aspekte dieses physikalischen Begriffs versteht. 2P
- 26) Physiker der Universität Rochester haben in einem Rubinkristall Licht bei Zimmertemperatur auf 57.5 m/s abbremsen können. [Phys. Rev. Lett. **90**, 113903, 2003] Wie gross ist der absolute Brechungsindex für dieses Licht? 1P
- 27) Eine Feder ist 12 cm lang. Hängt man eine Masse von 0.2 kg an diese Feder verlängert sie sich um 25 %. Wie gross ist die Federkonstante dieser Feder? 1P
- 28) Bei welcher Schallstärke liegt die Hörschwelle des Menschen (1000 Hz)? In welchem Frequenzbereich können wir hören? 2P

Teil B

Nachname: _____

Vorname: _____

Dauer: drei Stunden

Hilfsmittel: DMK/DPK Formeln und Tafeln ("FoTa") Auflage: _____

Taschenrechner mit Anleitung

Ein eigenhändig beschriebenes A4-Blatt beliebigen Inhalts

Notieren Sie Ihre Lösungen auf die separat verteilten Blätter. Beginnen Sie für jede Aufgabe eine neue Seite. Es gelten die üblichen Prüfungsregeln: Bei Rechnungsaufgaben erst eine Schlussformel angeben, dann mit den Einheiten einsetzen, dann das Resultat berechnen, vernünftig runden und mit der korrekten Einheit versehen. Formeln, die nicht in der FoTa stehen, müssen hergeleitet werden. Ergebnisse von Teilaufgaben dürfen auf eigene Gefahr weiter verwendet werden. Überlegungsaufgaben müssen mit korrekten, deutschen Sätzen beantwortet werden. Für eine sehr gute Note müssen Sie nicht alle Aufgaben vollständig lösen.

Viel Erfolg!

Punkte

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Total

1. Lokomotive 2000

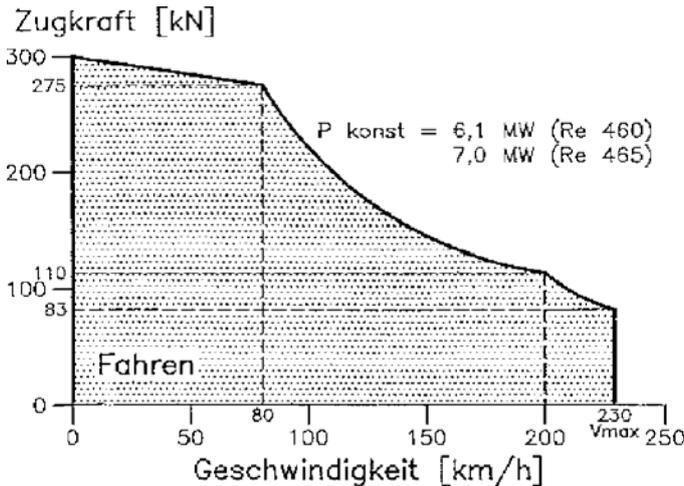


Abbildung 1: Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm zweier SBB-Lokomotiven.

Beide Loktypen haben 84 t Masse.

- a) Sie brauchen die Formel $P = F \cdot v$ für diese Aufgabe. Zeigen Sie, dass die Einheiten stimmen, leiten Sie die Formel her und beschreiben Sie, unter welchen Bedingungen die Formel gilt. 6P
- b) Wie nennt man den Kurventyp $P = \text{const}$ im $F(v)$ -Diagramm zwischen 80 und 200 km/h? Gehört die Kurve im Diagramm zu einer Re 460 oder einer Re 465? 6P
- c) Welchen Einfluss hat das Haftreibungsgesetz auf das Diagramm? Schätzen Sie den maximalen Haftreibungskoeffizienten ab. 6P

2. Kohlekraftwerk

Bei einem Kohlekraftwerk von 680 Megawatt elektrischer Leistung und einem Wirkungsgrad von 45 % werden 600 Tonnen CO_2 pro Stunde erzeugt. [NZZ, 6. Aug. 2003]

Es werde Anthrazit (Steinkohle) verfeuert, der praktisch aus reinem Kohlenstoff besteht.

- a) Welche chemische Reaktion läuft bei vollständiger Verbrennung der Kohle ab? 1P
- b) Wie viele Tonnen Anthrazit werden in einer Stunde verfeuert? 4P
- c) Wie gross ist die daraus resultierende Heizleistung? 4P
- d) Welchen Wirkungsgrad erhalten Sie mit der berechneten Heizleistung? 3P
- e) Im Kühlturm herrschen 51°C . Wie hoch ist die Temperatur im Brennkessel mind.? 4P

3. Raumsonde Cassini

Am 15. Oktober 1997 startete die Raumsonde Cassini zum Saturn. Zur Energieversorgung hat Cassini Plutonium-238 an Bord. Dessen α -Zerfall liefert die Energie für einen elektrischen Generator. Beim Start befanden sich 28.8 kg Plutonium an Bord. Die Halbwertszeit von Pu-238 beträgt 87.74 Jahre, die atomare Masse 238.049554 u. Beim Start lieferte der elektrische Generator 888 W.

- a) Wie gross sind Massen- und Ordnungszahl des Tochterkerns? Wie zerfällt dieser? 4P
- b) Berechnen Sie die Aktivität des Plutoniums beim Start der Sonde. 5P
- c) Berechnen Sie aus den Massen von Pu-238, seinem Tochterkern und dem α -Teilchen (He-4) die freigesetzte Energie pro Zerfall in Joule und MeV. 5P

- d) Welche elektrische Leistung kann der elektrische Generator zum Zeitpunkt der Ankunft der Sonde beim Saturn (Juli 2004, 6.75 Jahre nach dem Start) noch liefern, wenn der Wirkungsgrad als unverändert angenommen wird? 4P

4. Quincke-Rohr

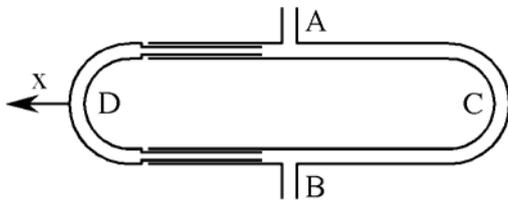


Abbildung 2: Ein Quinckerohr hat einen Eingang A für Schallwellen, einen Ausgang B, einen Arm C fester Länge und einen Arm D, der posaunenartig verlängert werden kann (Position x). Die Schallwellen haben Frequenz $f = (800.0 \pm 0.5)$ Hz

- a) Vergrössert man den Auszug x , so variiert die Lautstärke am Ausgang zwischen einem Maximum und Minimum hin und her. Warum ist das so? 2P
- b) Der Abstand Δx zwischen zwei Minima erfüllt die Beziehung $c = 2 f \Delta x$ mit der Schallgeschwindigkeit c . Leiten Sie diese Beziehung her. 3P
- c) Im Experiment findet man $\Delta x = (21.6 \pm 0.1)$ cm. Berechnen Sie daraus c . 3P
- d) Führen Sie eine Fehlerrechnung für die Schallgeschwindigkeit c durch. 4P

5. Schweissfuss

"Zur Bekämpfung des Fusschweisses habe Geox eine «atmungsaktive, doch wasserdichte» Schuhbesohlung entwickelt. Dabei wurde eine fein gelöcherte Gummisohle mit einer speziellen Membran-Einlage kombiniert, die einerseits (Schweiss-)Dampfmoleküle absorbiert und nach aussen weichen lässt, andererseits aber den grösseren Wassermolekülen keinen Zutritt von aussen gewährt." [NZZ, 28. Juli 2003, S. 13]

- a) Die Neue Zürcher Zeitung wirbt bekanntlich mit ihrem Wissen. Schreiben Sie einen kurzen Leserbrief, in dem Sie zeigen, dass Sie es besser wissen!
- b) Welche atomaren Eigenschaften konnte Niels Bohr erklären?
Beurteilt werden sachliche Richtigkeit, angemessene Vollständigkeit, Aufbau, Klarheit des sprachlichen Ausdrucks und Rechtschreibung. Erwartet wird etwa eine Seite Text. 20P

6. Schwingende Kompassnadel

Tippt man eine Kompassnadel leicht an, beginnt sie zu schwingen. Die Schwingungsdauer hängt insbesondere von der Stärke der Horizontalkomponente B_H des Erdmagnetfelds ab. Die Formel für die Dauer T ungedämpfter Schwingungen kleiner Amplitude lautet:

$$T \approx 2\pi \sqrt{\frac{J}{p_m B}}$$

Darin ist J das Trägheitsmoment und p_m das magnetische Dipolmoment der Magnetnadel.

B [mT]	0.48	0.71	0.95	1.44	1.96
T [s]	0.66	0.52	0.47	0.37	0.30

[By 2004]

Tabelle 1: Schwingungsdauer einer 4.5 cm langen Kompassnadel in einer stromdurchflossenen, schlanken Spule mit acht Windungen pro Zentimeter. Im Erdmagnetfeld alleine ist $T = 3.1$ s.

- a) Stellen Sie die Messwerte von Tabelle 1 grafisch so dar, dass sich eine Gerade ergibt. Auf der Abszisse müssen Sie die B-Feld-Werte abtragen. Was auf der Ordinate? 5P
- b) Führen Sie eine lineare Regression durch. Schreiben Sie die Regressionskoeffizienten vernünftig gerundet und mit korrekter Einheit auf. Welche Bedeutung haben sie? 3P
- c) Was folgt aus den Messungen für die Horizontalkomponente des Erdmagnetfelds? 3P
- d) Wie gross war bei 1.96 mT der Strom durch die Spule? 4P

7. Magneto hydrodynamischer Antrieb

Bei einem MHD-Antrieb wird der Schub durch ein Zusammenspiel magnetischer und elektrischer Felder erzeugt. Folglich gibt es keine Propellergeräusche, was diesen Antrieb vor allem fürs Militär (z.B. U-Boote) interessant macht.

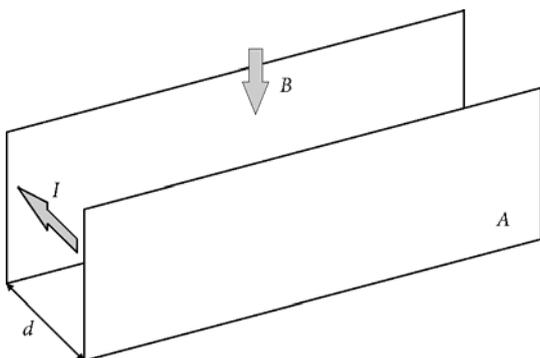


Abb. 3: (Modellversuch) Zwischen zwei rechteckigen Metallelektroden mit Querschnittsfläche $A = 91 \text{ cm}^2$ und Abstand $d = 3.7 \text{ cm}$ floss ein Strom $I = 107 \text{ A}$. Senkrecht zum Strom und parallel zu den Elektroden wurde ein homogenes Magnetfeld der Stärke $B = 0.72 \text{ T}$ angelegt. Zwischen den Elektroden befand sich Salzwasser mit einem spezifischen elektrischen Widerstand $0.21 \text{ }\Omega\text{m}$.

- a) Beschreiben Sie, wie in dieser Anordnung der Antrieb des mit den Elektroden verbundenen Boots zustande kommt. In welche Richtung bewegt es sich? 3P
- b) Berechnen Sie den Betrag der Antriebskraft. 3P
- c) Berechnen Sie den Widerstand zwischen den Elektroden. 4P
- d) Wie gross ist die angelegte Spannung? 3P

8. Signalgeschwindigkeit in Glasfasern



Abb. 4: Gerade Plexiglasfaser von 0.20 mm Durchmesser und 3.80 m Länge in Luft.

- a) Wie lange braucht Licht, um die Faser der Länge nach ($\alpha_1 = 0$) zu durchlaufen? 4P
- b) Wie gross ist der Brechungswinkel für $\alpha_1 = 13.8^\circ$? 4P
- c) Wie lange braucht Licht, um die Faser schräg ($\alpha_1 = 13.8^\circ$) zu durchlaufen? 5P
- d) Wie gross darf α_1 werden, damit Licht noch durch Totalreflexion geleitet wird? 4P

Teil A

Kurzfragen

Nachname: _____

Vorname: _____

Punkte:

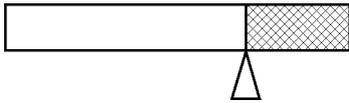
Dauer: maximal 60 Minuten

Hilfsmittel: keine

Die Aufgaben müssen direkt auf diese Aufgabenblätter gelöst werden. Rechenergebnisse sollen in Dezimalform mit 10 % Genauigkeit angegeben werden. Lösungswege sind nicht verlangt. Falls richtige Lösungsansätze oder Begründungen kurz skizziert werden, kann es auch bei falschen Resultaten noch Punkte geben. Antworten zu Auswahlfragen (Ja/Nein und ähnliches) **müssen** kurz begründet werden.

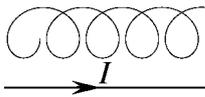
Viel Erfolg!

- 1) Der Balken im Bild balanciert auf der Stütze. Er besteht aus zwei unterschiedlich dichten Teilen gleichen Querschnitts. Auf welcher Seite ist mehr Masse? 1P



- 2) Wer unter Wasser die Augen öffnet, sieht ohne Taucherbrille unscharf. Ist es Kurz- oder Weitsichtigkeit? 1P

- 3) In welcher Richtung durchläuft das Elektron die gezeichnete Bahn über dem Draht? 2P



- 4) Eine PET-Flasche enthält Luft von 1.0 bar. Wie gross wird der Druck, wenn sie sich in der Sonne von 20 auf 50 °C erwärmt? 1P

- 5) Diesen Sommer wurden in Lugano 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon gemessen. Wie viele Moleküle sind das pro Kubikmeter? 2P

- 6) Die Trommel (Radius 20 cm) einer Waschmaschine rotiert im Schleudergang mit 1'200 U/min. Wie gross ist die maximale Zentripetalbeschleunigung des Inhalts? 2P

- 7) Ein Styroporquader mit Grundfläche 75 cm^2 ragt 2.0 cm aus dem Wasser heraus. Mit welcher Last (kg) kann man ihn beladen, bevor er versinkt? 1P

- 8) Die Grundfrequenz einer Panflötenpfeife beträgt 1'320 Hz. Welche Frequenz hat der zweite Oberton? 1P

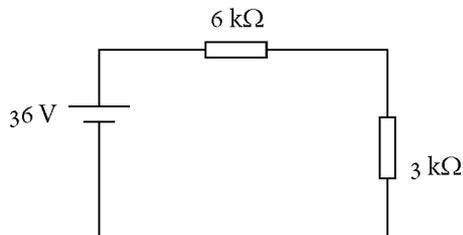
- 9) Ein Käfer mit 10.2 mg Körpermasse kann auf einer glatten Oberfläche eine Zugkraft von 13 mN aufbringen. Wie stark könnte der Käfer sich selbst beschleunigen? 1P

- 10) Radio Beromünster sendet bei 531 kHz. Wie gross ist die Wellenlänge? 1P

11) Setzen Sie jeweils das am besten passende Zeichen aus der Menge $\{>, =, <, \neq\}$ ein.

- a) 35 mbar 3.5 kPa b) 15 A 3 k Ω · 5 mV c) 2.7 g/cm³ 0.27 kg/m³
 d) 250 g · 30 m/s 7.5 N e) 84 μ m 8.4 · 10⁻⁷ m f) 36 kJ 10 kW/h
 g) 2.3 kN/C 23 V/cm h) 46 g 4.6 cL i) 150 K - 150 °C 5P

12) Wie gross ist die im 6 k Ω Widerstand erzeugte Leistung? 1P



13) Ein Ball wird mit 12 m/s aufwärts geworfen. Wo befindet er sich nach 2.0 s? 1P

14) Ein Auto beschleunigt von 50 km/h auf 80 km/h. Um wie viele Prozente nimmt die kinetische Energie zu? 1P

15) Eine elektrisch angetriebene Teleskopsäule kann eine Last von 2000 N mit bis zu 19 mm/s heben. Welche Leistung erbringt sie bei 63% Wirkungsgrad? 1P

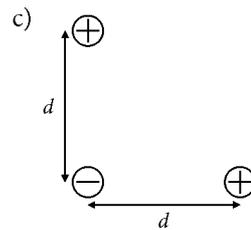
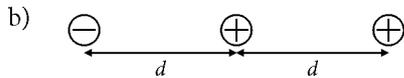
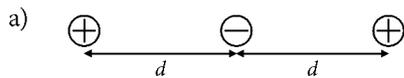
16) In einem Sonnenkollektor von 0.50 m² Fläche befinden sich 2.0 cm Wasser. Wie lange dauert es an einem sonnigen Tag, bis die Temperatur 1.0 °C gestiegen ist? 2P

17) Eine Halogenlampe mit 12 V Nennspannung soll mit Haushaltsspannung betrieben werden. Geben Sie die Windungszahlen eines geeigneten Transformators an. 1P

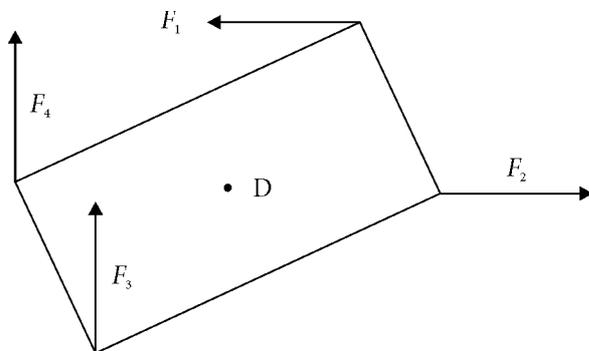
18) Hat eine Fliege mehr oder weniger als 1 Mikrogramm Masse? 1P

19) Welche Umlaufzeit hat ein Planetoid, der doppelt so weit von der Sonne entfernt ist wie die Erde? 1P

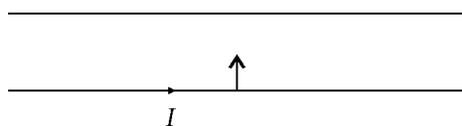
20) Zwei positive und eine negative, gleich grosse Punktladungen werden auf drei Arten angeordnet. Bei welcher ist die Kraft auf die negative Ladung am grössten? 2P



21) Ordnen Sie die Drehmomente der gleich starken Kräfte F_1 bis F_4 bezüglich D nach zunehmender Grösse und geben Sie bei jedem an, ob es rechts- oder linksdrehend ist. Wie gross ist die Lagerkraft in D? 4P



22) Ein stromdurchflossener Draht wird wie abgebildet auf einen zweiten Draht zu bewegt. Zeichnen Sie die Richtung des im zweiten Draht induzierten Stroms ein. 2P



23) Eine Sammellinse mit Brennweite 72 cm steht 1.8 m vor einer weissen Wand. Wo muss ein Gegenstand platziert werden, damit er scharf auf die Wand abgebildet wird? 1P

24) Beim Bau des Lötschbergbasistunnels ist man auf wasserführendes Gestein mit 120 bar Wasserdruck gestossen. Wie tief unter dem Gebirge lag dort der Tunnel? 1P

25) Wie heissen die Grössen mit den Einheiten W/m^2 , dB und Phon? Was sind die Gemeinsamkeiten und was die Unterschiede? 3P

Teil B

Nachname: _____

Vorname: _____

Dauer: drei Stunden

Hilfsmittel: DMK/DPK Formeln und Tafeln ("FoTa") Auflage: _____

Taschenrechner mit Anleitung

Ein eigenhändig beschriebenes A4-Blatt beliebigen Inhalts

Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt.

Es gelten die üblichen Prüfungsregeln: Bei Rechnungsaufgaben erst eine Schlussformel angeben, dann mit den Einheiten einsetzen, dann das Resultat vernünftig gerundet und mit der korrekten Einheit versehen notieren. Formeln, die nicht in der FoTa stehen, müssen hergeleitet werden. Ergebnisse von Teilaufgaben dürfen auf eigene Gefahr weiter verwendet werden. Überlegungsaufgaben müssen in korrekten, deutschen Sätzen beantwortet werden.

Für eine sehr gute Note müssen nicht alle Aufgaben korrekt gelöst werden.

Viel Erfolg!

Punkte

1.	2.	3.	4.	5.	6.	Total

1. Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC)

Im RHIC am Brookhaven National Laboratory werden Goldatomkerne auf 99.995% der Lichtgeschwindigkeit resp. 20'000 GeV Gesamtenergie beschleunigt.

[nach www.bnl.gov/RHIC, abgerufen am 21. April 2005]

- a) Wie viele Nukleonen, Neutronen und Protonen hat ein Goldatomkern? 3P
- b) Welche Relativgeschwindigkeit (v/c) folgt aus der Gesamtenergie des Kerns? 5P
- c) Wie gross ist die kinetische Energie des Kerns? 4P
- d) Welche Beschleunigungsspannung ist für diese Energie mindestens nötig? 4P
- e) Ist die Energie gross genug, um den Kern bei einem Aufprall in seine Bestandteile (einzelne Nukleonen) aufzubrechen? 4P
- f) Berechnen Sie mit einer Formel aus der FoTa den Radius eines ruhenden Goldatomkerns. Welchen Radius ergäbe eine Messung in Bewegungsrichtung bei 99.995% der Lichtgeschwindigkeit? 8P

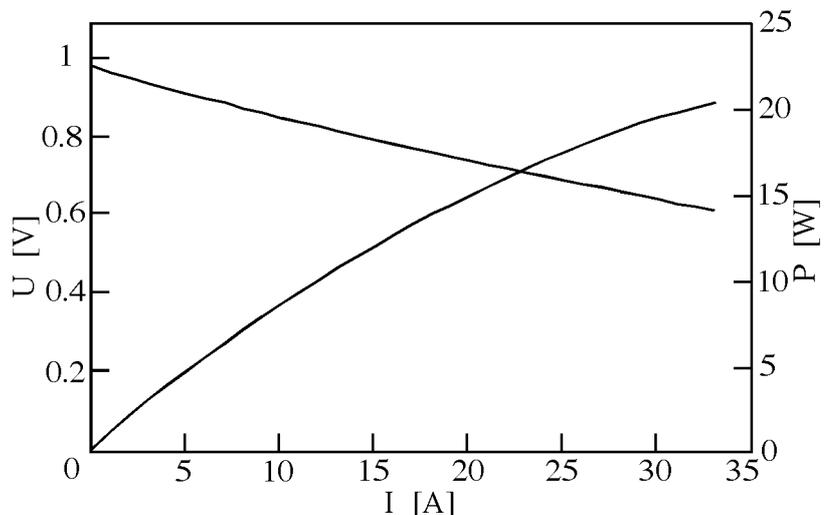
2. Charakteristik einer Brennstoffzelle

Eine Brennstoffzelle ist eine Art wiederauffüllbare Batterie, in der die chemische Energie der zugeführten Stoffe in elektrische Energie umgewandelt wird.

Abb. Spannung und Leistung als Funktion des Stromes, gemessen an einer neu entwickelten Brennstoffzelle.

Nach "Application of ceramic nanopowders in solid oxide fuel cell cathodes"
P. Holtappels et al. EMPA

Jahresbericht 2003 S. 20



- a) Begründen Sie, warum die fallende Kurve die Spannung und die steigende die Leistung als Funktion des Stromes darstellt. 2P
- b) Die $U(I)$ -Kennlinie ist praktisch eine Gerade. Zeichnen Sie mit Lineal die am besten passende Gerade dazu. Bestimmen Sie aus den Eigenschaften dieser Geraden den Innenwiderstand der Brennstoffzelle und die Leerlaufspannung (Urspannung). 6P
- c) Wie gross wäre der Kurzschlussstrom? 4P

Rechnen Sie im Folgenden mit Innenwiderstand $10 \text{ m}\Omega$ und Urspannung 1.0 V .

- d) Wie gross wird der Strom, wenn man einen 0.30Ω Widerstand anschliesst? 4P

- e) (Forts.) Geben Sie eine Formel an für die abgegebene Leistung $P(I)$ und zeichnen Sie den Graphen von $P(I)$ mit Zahlen. Diskutieren Sie den Graphen resp. die Formel. 8P

3. Essay: "Winzige Menge Uran in japanischem KKW vermisst."

In einem japanischen Atomkraftwerk werden 1,7 Tausendstelgramm angereicherten Urans vermisst. Wie das Wissenschaftsministerium in Tokio am Freitag erklärte, war die Präsenz des Materials zuletzt bei einer Inspektion in der Takahama-Anlage in der Präfektur Fukui Anfang Juli 2004 bestätigt worden. Ermittlungen seien eingeleitet worden. (ap)"

[NZZ, 25. Juni 2005] Erde enthält normalerweise 2-3 g Uran pro Tonne, ein Mensch 30-60 μ g. Nehmen Sie an, das vermisste Uran bestehe aus U-235.

- a) Welche Kantenlänge hätte ein Würfel aus dem vermissten Uran ungefähr? 4P
 b) Welche Aktivität hat diese Uranmenge? 5P
 c) Schreiben Sie ca. 200 Worte/eine Seite über die Vor- und Nachteile einer rigorosen Kontrolle radioaktiven Materials angesichts des oben wiedergegebenen Textes sowie von a) und b). Beurteilt werden sachliche Richtigkeit, angemessene Vollständigkeit, Aufbau, Klarheit des sprachlichen Ausdrucks und Rechtschreibung. 20P

4. Lautsprecher

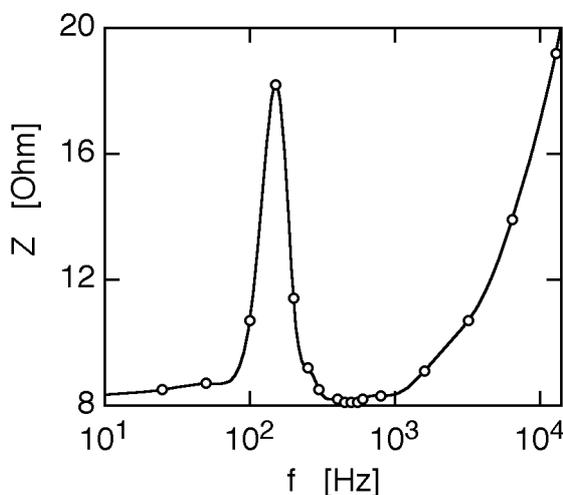


Abb. Impedanz eines Lautsprechers als Funktion der Frequenz (Byland, 27. Juli 2005). Die Kreise stellen die Messwerte dar, die Kurve ist eine optische Hilfe.

Der einfache dynamische Lautsprecher trug die Aufschrift „10 W/8 Ω /80 – 20'000 Hz“.

Der mit einem Multimeter gemessene ohmsche Widerstand betrug 7.9 Ω .

- a) Beschreiben Sie anhand einer Skizze die Funktionsweise eines Lautsprechers. 5P
 b) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild für den Stromkreis bestehend aus Spannungsquelle und Lautsprecher. Fassen Sie den Lautsprecher als eine Serieschaltung aus einer idealen Spule und einem ohmschen Widerstand auf. 3P

f [Hz]	800	1'600	3'200	6'400	12'800
Z [Ω]	8.3	9.1	10.7	13.9	19.2

Tabelle: Einige Werte aus der Messreihe (Byland, 27. Juli 2005)

- c) Berechnen Sie für die Frequenzen in der Tabelle die Impedanz der idealen Spule. (Rechnung ein Mal vollständig vorführen, restl. Resultate in Tabellenform.) 8P

- d) (Forts.) Prüfen Sie, ob die Impedanz proportional zur Frequenz ist. Bestimmen Sie mit einer linearen Regression die Induktivität der Lautsprecherspule. Halten Sie die Regressionsfunktion mit den berechneten Parametern fest (inkl. Einheiten). 10P
- e) Im Diagramm ist bei ca. 150 Hz eine deutliche Spitze erkennbar. Geben Sie eine mögliche Erklärung dafür. 3P

5. Akustik in einem Freiluftkonzert

In einer Serenade im Park der Villa Schönberg spielte ein Geiger 2.5 m vor einer Wand, ich sass 14.7 m vor dem Geiger und hörte ihn mit einer Lautstärke von 48 dB.



Abb. Ohr-Geige-Rückwand

An der Wand befindet sich ein Knoten, bei der Geige ein Schwingungsbauch der Schallwelle.

- a) Wie viel Schalleistung sendet die Geige aus? (Reflexionen nicht berücksichtigen)
Welche Annahme müssen Sie treffen, um die Aufgabe lösen zu können? 6P
- b) Welche Frequenzen kommen im Spektrum einer schwingenden g-Saite vor? 5P
- c) Der Direktschall und die reflektierte Welle überlagern sich in meinem Ohr. Für welche Wellenlängen (formal) und Freq. (numerisch) tritt destruktive Interferenz auf? (20 °C) 6P
- d) Vergleichen Sie die Antworten von b und c. Was schliessen Sie daraus? 3P
- e) Ändert die Interferenz, wenn ich das Ohr von der Geige entferne? 2P
- f) Warum ist diese destruktive Interferenz in realen Konzerten kaum wahrnehmbar? 3P

6. Optisch Parametrischer Oszillator (OPO)

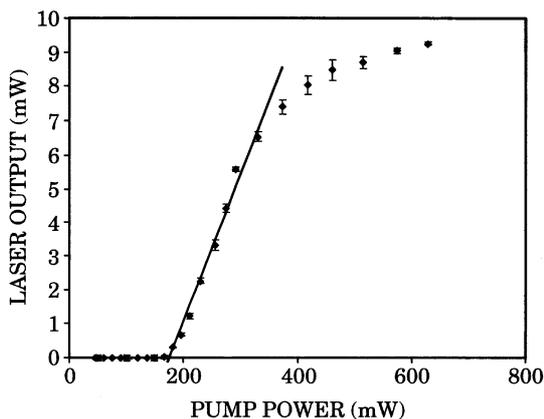


Abbildung: 2004 wurde ein Siliziumchip fabriziert, der das Signal in einer angesetzten Glasfaser verstärken kann. Bestrahlt man den Siliziumchip mit Infrarot aus einer separaten Laserdiode ("PUMP POWER" bei 1.55 μm), so wandelt er das Infrarot in Laserstrahlung ("LASER OUTPUT") mit 1.69 μm um.
[adaptiert nach Physics Today Apr. 2005 p. 20]

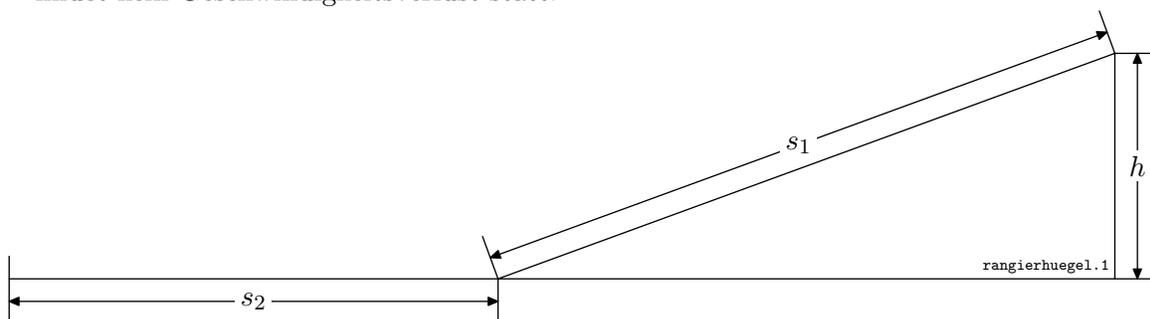
- a) Wie gross ist der Wirkungsgrad bei 250 mW Pumpleistung? 3P
- b) Wie gross ist der maximale Wirkungsgrad etwa? Warum kann man trotzdem sagen, dass der OPO das Licht verstärkt? 5P
- c) Welche Bedeutung haben die Balken bei den Messpunkten? 2P
- d) Welche Energie hat ein Photon des Pumplasers? 4P
- e) Wie viele Photonen pro Sekunde erzeugt der OPO bei 7.00 mW output? 5P

Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Frühjahr 2006****PHYSIK** (deutsch)

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten.
(*Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000*)

1. Rangierhügel (2P/4P)

Von einem Rangierhügel der Höhe $h = 7.00$ m wird vom obersten Punkt ein Güterwagen der Masse $m_1 = 32$ t aus dem Stillstand rollen gelassen. Nach einem Weg von $s_1 = 80$ m geht die Schiene in die Horizontale über. Beim Übergang von der schiefen Ebene auf die Horizontale findet kein Geschwindigkeitsverlust statt.



In beiden Fällen a) und b) wird mit einem Reibungskoeffizienten von $\mu = 0.016$ längs des ganzen Weges s_1 und s_2 und für beide Wagen gerechnet.

- Welchen Weg s_2 legt der Güterwagen m_1 auf der horizontalen Schiene bis zum Stillstand zurück?
- Wie gross ist s_2 , wenn der Güterwagen m_1 nach 100 m Fahrt auf der horizontalen Schiene einen zweiten, stillstehenden Güterwagen mit $m_2 = 48$ t vollkommen unelastisch stösst und bis zum Stillstand vor sich her schiebt?

2. Tropfender Wasserhahn (3P/3P)

Ein tropfender Wasserhahn lässt in regelmässigen Zeitabständen Wassertropfen fallen. Im Moment, wo ein Tropfen am Boden aufklatscht, ist der nächstfolgende Tropfen noch 41 cm und der übernächste 68 cm über dem Boden.

Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand.

- In welchen Zeitabständen fallen die Tropfen?
- Wie hoch über dem Boden beginnen die Tropfen zu fallen? Falls Sie bei a) keine Lösung gefunden haben, können Sie mit $\Delta t = 0.25$ s weiterrechnen.

3. Herdplatte (1P/1P/2P/2P)

An den Enden eines Heizdrahtes wird eine Spannung U_0 angelegt.

- Welchen Widerstand R muss der Draht haben, damit er mit einer Leistung P_0 geheizt wird?
- Welche Länge hat der Draht, wenn er aus Konstantan ist und einen Durchmesser d hat?
- Für die Heizung einer Rechaud-Platte wird der Draht so in zwei ungleiche Teile geschnitten, dass zwei verschiedene Teilwiderstände R_1 und R_2 entstehen. Diese können in vier Heizstufen je einzeln, in Serie oder parallel an die Spannung U_0 angeschlossen werden. Geben Sie für allgemeine Werte von $R_1 > R_2$ die Formeln für die Heizleistungen auf den vier Stufen an, geordnet nach aufsteigenden Werten. Welche dieser Leistungen ist dann gleich P_0 ?
- Zeigen Sie, dass das Verhältnis $k = R_1/R_2$ so gewählt werden kann, dass die vier Leistungswerte eine geometrische Folge bilden. Wie gross ist dieser Wert von k ? Wie gross sind dann numerisch die Heizleistungen bei den vier Stufen?

Werte für die numerischen Lösungen: $U_0 = 230 \text{ V}$, $P_0 = 480 \text{ W}$; $d = 0.4 \text{ mm}$

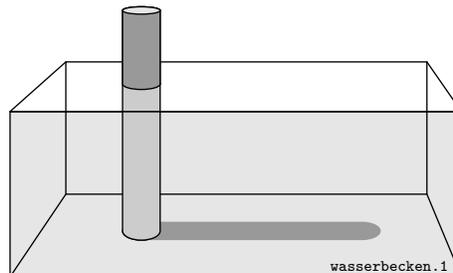
4. Punktladungen (3P/3P)

Vier gleiche Punktladungen befinden sich an den Ecken eines Quadrates. Alle vier Ladungen zusammen erzeugen in der Mitte des Quadrates ein Potential von 4800 V .

- Wie gross ist das Potential in einem Punkt P in der Mitte einer Quadratseite?
- Wie gross ist die elektrische Feldstärke im gleichen Punkt P , wenn die Seitenlänge eines Quadrates 12 cm beträgt?

5. Wasserbecken (3P/3P)

- In ein Wasserbecken von 2.5 m Tiefe wird ein Pfahl gerammt, der 60 cm aus dem Wasser herausragt (siehe Abbildung).
Wie lang ist der Schatten des Pfahls auf dem Grund des Wasserbeckens, wenn die Sonnenstrahlen unter einem Winkel von 60° zur Wasseroberfläche einfallen?
- In demselben Wasserbecken befindet sich auf dem Grund eine punktförmige Lichtquelle, die in allen Richtungen Licht ausstrahlt. An der Wasseroberfläche können Sie eine kreisförmige leuchtende Fläche erkennen. Wie gross ist diese?



Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Herbst 2006**

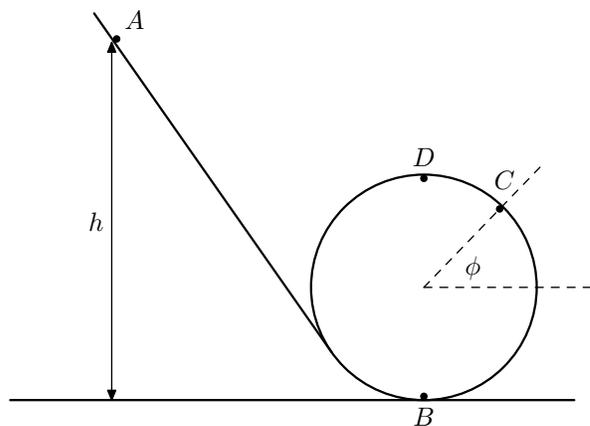
PHYSIK (deutsch)

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten.
 (Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000)

1. Looping [3P ; 2P ; 1P]

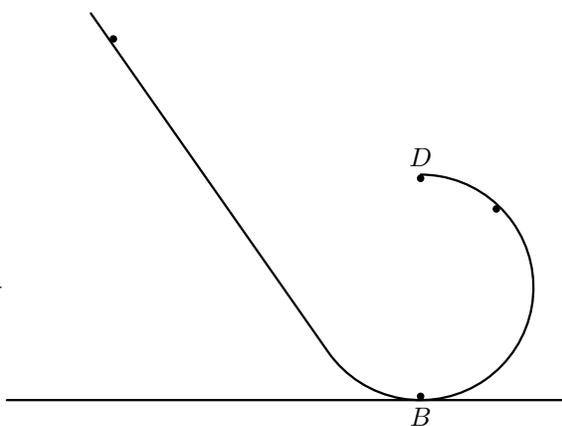
Aus der Höhe h (Punkt A) wird ein Kügelchen mit der Masse m eine schiefe Ebene mit anschliessendem Looping mit Radius R hinunter gelassen (Figur 1). Das Kügelchen gleitet die schiefe Ebene hinunter und durchläuft anschliessend die Punkte B , C , D , B . Die Reibungen sind vernachlässigbar.

- Zeichnen Sie deutlich alle Kräfte ein, die auf das Kügelchen im Punkt C (Markierungspunkt durch Winkel ϕ) wirken, und drücken Sie die von der Schiene auf das Kügelchen wirkenden Kraft in Abhängigkeit der Geschwindigkeit v_c des Kügelchens in diesem Punkt C aus.
- Aus welcher minimalen Höhe h_{\min} muss das Kügelchen mindestens losgelassen werden, damit es im Looping bei Punkt D nicht herunterfällt?
- Nun schneidet man einen Teil des Loopings im Punkt D ab (Figur 2). In welchem Abstand zu Punkt B fällt die Kugel nun auf die Horizontale, wenn es in der in Aufgabe 1. b) berechneten minimalen Höhe h_{\min} losgelassen wird?



looping.1

Figur 1

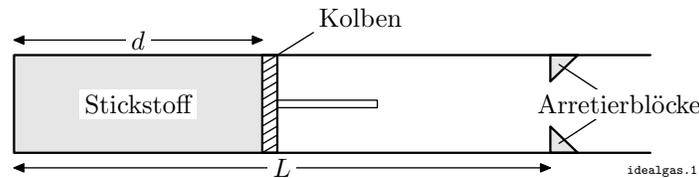


Figur 2

2. Ideales Gas [1P ; 2P ; 3P]

Ein waagrecht Zylinder (mit der Länge $L = 65 \text{ cm}$ und der Querschnittsfläche 100 cm^2) enthält ein bestimmtes Volumen Stickstoff, welches durch einen beweglichen Kolben abgegrenzt ist. Das Gas, dessen Anfangstemperatur 25°C beträgt, befindet sich unter Atmosphärendruck $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ N/m}^2$ und besitzt im Zylinder ein durch die Länge $d = 40 \text{ cm}$ bestimmtes Volumen. Man fügt dann dem Gas die Wärmemenge $Q_{\text{tot}} = 1.9 \text{ kJ}$ zu, so dass sich der Kolben bis zu den Arretierblöcken bewegt.

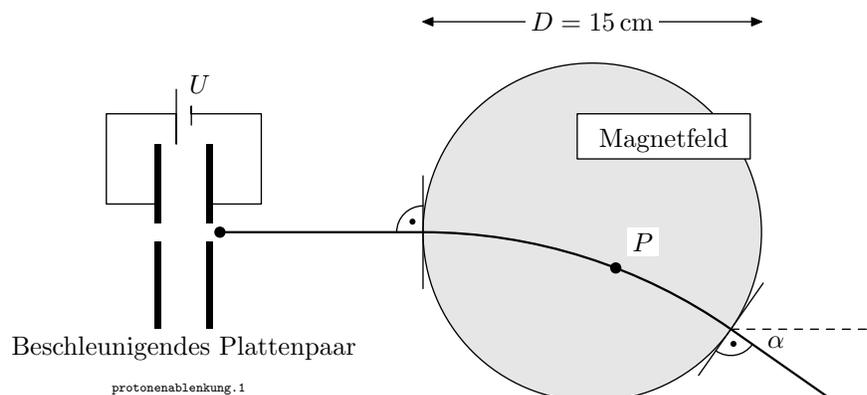
- Welche Masse hat der Stickstoff?
- Welche Wärmemenge müsste man hineinstecken, damit sich das Gas nur gerade bis zu den Arretierblöcken ausdehnen würde?
- Wie gross ist die Temperatur am Ende dieses Prozesses (nach der Übertragung von Q_{tot})? Zeichnen Sie für den ganzen Prozess die Veränderung des Druckes in Abhängigkeit der Wärmemenge auf.



3. Ablenkung von Protonen [1P ; 1P ; 3P ; 1P]

Protonen werden zwischen zwei parallelen Platten, an welche die Spannung U angelegt ist, beschleunigt. Sie treten anschliessend in eine Zone, in der ein homogenes Magnetfeld B herrscht, ein und führen dort eine kreisförmige Flugbahn aus.

- Wie gross muss die an die Platten angelegte Spannung sein, damit die Protonen aus dem anfänglichen Stillstand eine Geschwindigkeit von $v = 3.0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ erreichen?
- Wie gross ist die Geschwindigkeit der Protonen, wenn sie sich genau in der Mitte der beschleunigenden Platten befinden?
- Das Magnetfeld habe die Stärke 60 mT . Geben Sie die Richtung und den Sinn des Magnetfeldes an. Zeichnen Sie andererseits die Kraft ein, die auf ein Proton im Punkt P wirkt, und berechnen Sie den Radius der Flugbahn des Protons in diesem Punkt P .
- Berechnen Sie den Ablenkungswinkel α des Protons.



4. Enteisung einer Autoheckscheibe [3P ; 3P]

Die Autoheckscheibe (Abmessungen der Scheibe: $150\text{ cm} \times 60\text{ cm}$) ist mit einer 0.1 mm dicken Eisschicht (0°C) bedeckt. Das Eis bringt man mit einer Heckscheibenheizung, die aus feinen Konstantandrähten besteht, die die gleiche Länge wie die Scheibe haben, zum Schmelzen. Die 15 Drähte sind in regelmässigen Abständen über die ganze Scheibe verteilt angeordnet und werden parallel mit einer Spannung von $U = 12\text{ V}$ gespeist. Man nimmt an, dass 60% der in den Drähten entstandenen Wärme das Eis zum Schmelzen bringt.

- a) Welche Leistung ist erforderlich, wenn man das Eis in 8 Minuten zum Schmelzen bringen möchte?
- b) Berechnen Sie den Querschnitt und den Durchmesser des Heizdrahtes.

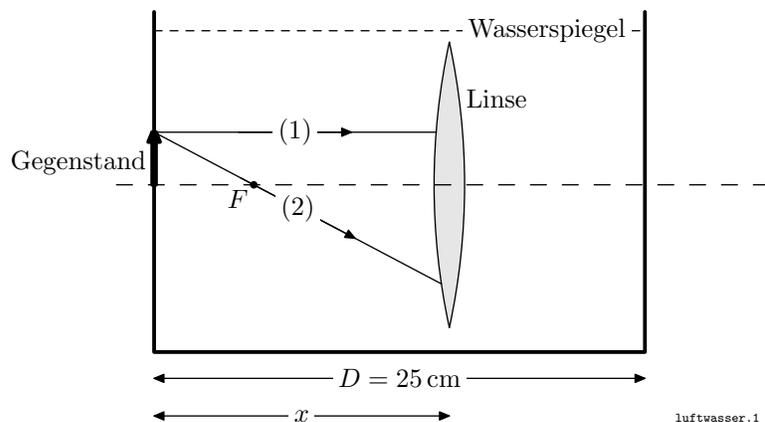
5. Formation eines Bildes in Luft und in Wasser [2P ; 1P ; 1.5P ; 1.5P]

Eine leere Glaswanne der Länge $D = 25\text{ cm}$ trägt auf einer Seite einen eingestanzten Gegenstand (Pfeil). In der Entfernung x vom Gegenstand befindet sich eine Sammellinse mit dem Brechungsindex $n = 2.6$ und der Brennweite $f = 6\text{ cm}$.

- a) Berechnen Sie den Abstand x zwischen Linse und Gegenstand für ein Bild, das genau auf der dem Gegenstand gegenüberliegenden Seite der Glaswanne abgebildet wird.

Anschliessend füllt man die Glaswanne mit Wasser, bis der Gegenstand und die Linse vollständig unter Wasser sind; der Abstand Gegenstand – Linse bleibt unverändert. In dieser Situation vernachlässigt man die Dicke der Glaswannenwand und nimmt an, dass für kleine Winkel die Annäherung $\sin(\alpha) = \tan(\alpha)$ gilt.

- b) Wie gross ist nun die Brennweite der Linse im Wasser? (Falls Sie keine Lösung gefunden haben, können Sie mit $f_{\text{Wasser}} = 10\text{ cm}$ weiterrechnen.)
- c) Zeichnen Sie das Bild, indem Sie die Strahlen (1) (Parallelstrahl) und (2) (Brennpunktstrahl) vervollständigen. Es ist nur eine Skizze verlangt, keine massstäbliche Zeichnung!
- d) Berechnen Sie nun in dieser Situation den Abstand des Bildes von der Linse.



Lehrplan 21

(aus <http://www.lehrplan21.ch>)

Bisher hatte fast jeder Kanton einen eigenen Lehrplan. Erstmals wird mit dem Lehrplan 21 ein Lehrplan für 21 Kantone erarbeitet. Das Projekt Deutschschweizer Lehrplan wurde dabei in zwei Teile aufgeteilt: In einer ersten Phase wurden die Grundlagen des Lehrplans erarbeitet, und in einer zweiten Phase wird der Lehrplan erarbeitet werden. Am Grundlagenprojekt beteiligen sich alle 21 Deutschschweizer Kantone.

Der Lehrplan 21 umfasst elf Jahre: die Zeit von zwei Jahren Kindergarten und neun Jahren Schule. Er beschreibt das Bildungsangebot für den Pflicht- und Wahlpflichtbereich der obligatorischen Schulzeit. Als Planungsinstrument für die Lehrpersonen wird der Lehrplan 21 ein praxisnahes, gebrauchsfertiges Produkt sein. Deshalb wird darauf geachtet, dass er nicht überfüllt wird. Der Grundlagenbericht kann unter eingesehen werden.

Im Erarbeitungsprojekt (Start: 28.10.2010) wird der eigentliche Lehrplan in Fachbereichsteams erarbeitet. Diese setzen sich aus Fachpersonen aus der Fachdidaktik sowie aus Lehrpersonen aus der Schulpraxis zusammen. Die Vorschläge der Fachbereichsteams werden in den Projektgremien diskutiert, in die Konsultation gegeben und verabschiedet. Die verschiedenen Interessensgruppen sind in das Erarbeitungsprojekt eingebunden und/oder können sich im Rahmen des Lehrplan-Hearings und der Konsultation einbringen. Die Kantone prüfen zudem gemeinsam, welche Massnahmen für die Implementierung zu treffen sind, damit sie einfach und kostengünstig gestaltet werden kann.

Die naturwissenschaftlichen Inhalte des Lehrplans 21 im Bereich «Natur, Mensch Gesellschaft» werden auf der Basis des HarmoS-Kompetenzmodells Naturwissenschaften+ (siehe ab S. 2) entwickelt.

Stellwerk 8/9

(aus <http://www.stellwerk-check.ch> bzw. http://www.stellwerk-check.ch/Uploads_Cymos/UploadedDocuments/182_Document.pdf)

Stellwerk wurde vom Kanton St. Gallen als Instrument für eine standardisierte Leistungsrückmeldung in der 8. und 9. Klasse entwickelt, läuft bereits seit mehreren Jahren und wird mittlerweile auch in vielen weiteren Kantonen eingesetzt. Mit dem Instrument soll eine Standortbestimmung hinsichtlich der Schulleistung in den Fächern Mathematik, Deutsch, Natur und Technik, Französisch und Englisch vorgenommen werden können. Es können individuelle Rückmeldungen an die Schülerinnen und Schüler sowie Rückmeldungen zum Klassenniveau und Schulniveau an die Klassenlehrer/innen und an Schulleitungen gegeben werden. Das Verfahren erfüllt damit eine wichtige Orientierungsfunktion an der Nahtstelle Sek. I – Sek. II, darüber hinaus aber auch eine Rückmeldefunktion im Zusammenhang mit dem Qualitätsmanagement einer Schule.

Der Referenzrahmen ist in die fünf Fachbereiche Mathematik, Deutsch, Natur und Technik, Englisch und Französisch aufgeteilt. Jeder dieser Fachbereiche wird wiederum in drei bis vier Teilbereiche unterteilt. Die «Cando-Formulierungen» (Die Schülerin/der Schüler kann ...) bilden die Grundlage für den Inhalt des Testsystems Stellwerk. Der Referenzrahmen ist abgestützt auf eine Auswahl gemeinsamer Lernziele aus den Lehrplänen der Deutschschweizer Kantone und richtet sich an die Lehrpersonen der Oberstufe, an die Lernenden des 8. bzw. 9. Schuljahrs sowie deren Eltern. Die Referenzrahmen «Natur und Technik» für das 8. bzw. 9. Schuljahr sind im Internet verfügbar:

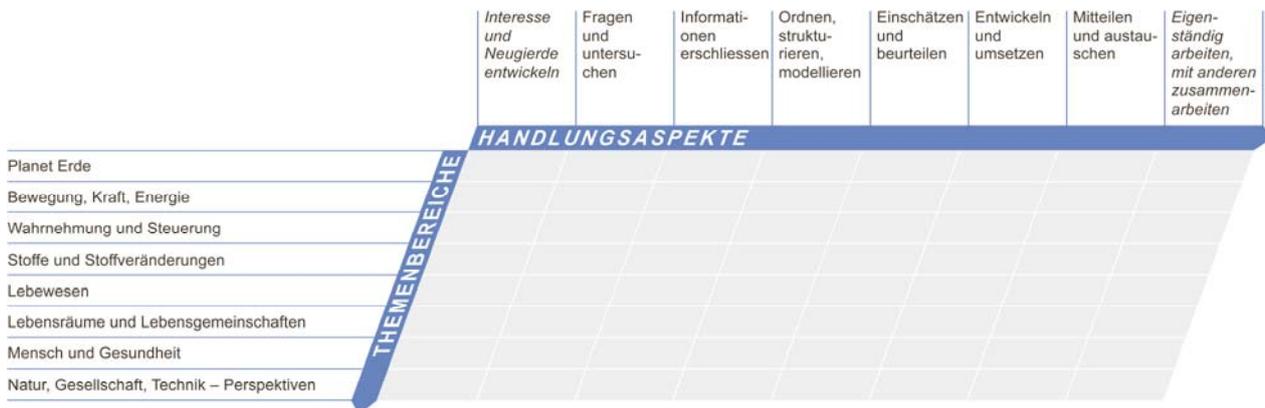
http://www.stellwerk-check.ch/Uploads_Cymos/UploadedDocuments/78_Document.pdf

http://www.stellwerk-check.ch/Uploads_Cymos/UploadedDocuments/66_Document.pdf

Das Kompetenzmodell HarmoS Naturwissenschaften+

(aus: Wissenschaftliches Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+: HarmoS Naturwissenschaften+. Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards. Wissenschaftlicher Schlussbericht. Bern 2008. EDK: Basisstandards für die Naturwissenschaften. Unterlagen für den Anhörungsprozess. Bern 2010.)

Das für den naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelte Kompetenzmodell umfasst drei Dimensionen: 1. Handlungsaspekte, 2. Themenbereiche, 3. Anforderungsniveaus. Es bezieht sich auf eine Kompetenzentwicklung vom 1. bis zum 11. Schuljahr (in drei mehrjährigen Phasen verteilt). Über alle drei Phasen hinweg bleiben es dieselben Handlungsaspekte und Themenbereiche; es erfolgt dabei eine Progression durch Vertiefung und Erweiterung innerhalb der Bereiche.



Die erste Dimension umfasst acht Handlungsaspekte, die in ihrer Gesamtheit die Beschreibung grundlegender Fähigkeiten und Fertigkeiten einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ergeben: Ein erster betrifft «Interesse und Neugierde entwickeln», d.h. eine affektive Facette von *Scientific Literacy*. Die folgenden sechs Handlungsaspekte beziehen sich jeweils auf kognitive Facetten, welche für eine naturwissenschaftliche Bildung von zentraler Bedeutung sind. Der achte Handlungsaspekt «Eigenständig arbeiten, mit anderen zusammenarbeiten» liegt auf überfachlicher Ebene und bezieht sich insbesondere auch auf personale und sozial-kommunikative Kompetenzen. Diesem Aspekt kommt gerade in der naturwissenschaftlichen Bildung im Hinblick auf forschendes Lernen grosse Bedeutung zu. Jeder der acht Handlungsaspekte weist zwei bis fünf Teilaspekte auf.

Die Handlungsaspekte bilden in dem Sinn die primäre Achse des Modells, als sich die Basisstandards auf sie beziehen. Wenn bei den Anforderungsniveaus und damit auch bei den Basisstandards notiert wird «Schülerinnen und Schüler können ...» bezieht sich das Können auf Teilhandlungsaspekte wie «Erkundungen, Untersuchungen oder Experimente durchführen», auf Fähigkeiten wie «genau beobachten», auf «messen» oder auf «ordnen und vergleichen». Mit dem gezielten Bezug der Basisstandards auf die Handlungsaspekte wird eine Voraussetzung für eine naturwissenschaftliche Bildung geschaffen, welche primär an den Handlungsaspekten orientiert ist.

Dass diese Handlungsaspekte nur an konkreten Inhalten erarbeitet werden können, kommt mit der Dimension der Themenbereiche zum Ausdruck: Erst in der von Handlungsaspekten und Themenbereichen aufgespannten Ebene liegen die Kompetenzen. Die acht Themenbereiche bilden aus inhaltlicher Perspektive das Grundgerüst für ein Kerncurriculum. Sie sind einerseits ein Spiegelbild aktueller in- und ausländischer Lehrpläne, andererseits werden in ihnen zentrale Leitideen und Begriffe aufgenommen, wie sie von Fachdidaktik, abnehmenden Schulen, Berufswelt und aus gesellschaftlicher Perspektive in Form von aktuellen Schlüsselfragen postuliert werden.

Die Handlungsaspekte «Interesse und Neugierde entwickeln» und «Eigenständig arbeiten, mit anderen zusammenarbeiten» beziehen sich auf verschiedene, miteinander verflochtene Facetten, die komplex angelegt sind und nur in erweiterten Formen überprüft werden können. Sie liegen damit auf einer anderen Ebene als die anderen Handlungsaspekte. Für diese wurden jeweils keine Basisstandards definiert, sondern Empfehlungen verfasst.

Handlungsaspekte und Teilaspekte

Handlungsaspekt	Teilaspekte
Fragen und untersuchen (FU)	<p>FU 1: Bewusst wahrnehmen: Phänomene (Lebewesen, Gegenstände, Situationen, Prozesse) aufmerksam betrachten, genauer erkunden, beobachten, beschreiben und vergleichen.</p> <p>FU 2: Fragen, Probleme und Hypothesen aufwerfen, um Beobachtungen, Entdeckungen und technische Konstruktionen zu ermöglichen und zu steuern.</p> <p>FU 3: Geeignete Werkzeuge, Instrumente und Materialien auswählen und verwenden für Erkundungen, Untersuchungen, Experimente und technische Konstruktionen.</p> <p>FU 4: Erkundungen, Untersuchungen oder Experimente durchführen: Fragen und Probleme aufgrund von Beobachtungen und Vorkenntnissen aufwerfen, Erkundung, Untersuchung oder Experiment planen und durchführen, Daten sammeln und auswerten, Hypothesen überprüfen bzw. Sachverhalte und Regelmäßigkeiten erkennen und festhalten.</p> <p>FU 5: Über Ergebnisse und Untersuchungsmethoden nachdenken: Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus Untersuchungen, Erkundungen und Experimenten beurteilen und bewerten, Frage- und Problemstellungen, Versuchsanlagen, Untersuchungs- und Messmethoden sowie technische Konstruktionen reflektieren, hinterfragen und dazu Verbesserungen vorschlagen.</p>
Informationen erschliessen (IE)	<p>IE 1: Informationsformen erkennen: Formen, Aufbau und Strukturen von Informationen erkennen (Textarten, Karten, Grafiken, Tabellen).</p> <p>IE 2: Informationen lesen: Mittelbare Informationen zu naturwissenschaftlichen Inhalten frage- und sachbezogen identifizieren und (heraus)lesen.</p> <p>IE 3: Nach Informationen recherchieren: Nach Informationen zu Inhalten, Themen angeleitet und eigenständig suchen, in Informationsträgern recherchieren.</p> <p>IE 4: Informationen umsetzen: Informationen sachbezogen für sich erkenntlich, einseitig und nutzbar machen.</p> <p>IE 5: Informationen und Informationsquellen einordnen: Informationen kritisch sichten, die Herkunft von Informationen erkennen.</p>
Ordnen, strukturieren, modellieren (OSM)	<p>OSM1: Sammeln und ordnen: Objekte, Materialien und Merkmale zu Erscheinungen und Situationen in der Natur sowie Anwendungen in der Technik sammeln, vergleichen und ordnen.</p> <p>OSM2: Analysieren und strukturieren: Elemente, Merkmale, Erscheinungen und Situationen analysieren, gliedern, abgrenzen, strukturieren, in Beziehung setzen, vernetzen (systemisches Denken).</p> <p>OSM3: Einordnen und modellieren: Regelmäßigkeiten, Gesetzmäßigkeiten, Modelle und Konzepte erkennen, entwickeln und zur Erklärung herbeiziehen; grafische Darstellungen und mathematische Hilfsmittel einsetzen.</p>

Einschätzen und beurteilen (EB)	<p>EB 1: Zusammentragen, einschätzen, gewichten, beurteilen: Merkmale (Fakten) und persönliche Einstellungen zu Erscheinungen, Situationen, Prozessen zusammentragen, einschätzen, gewichten, bewerten und dabei mehrere Perspektiven einbeziehen.</p> <p>EB 2: Argumentieren und sich positionieren: Zu Situationen, Entwicklungen und anderem argumentieren und sich positionieren. Persönliche Vorstellungen, Argumente und Einschätzungen beschreiben und bedenken.</p> <p>EB 3: Informationsquellen kritisch sichten.</p> <p>EB 4: Persönlich und sachbezogen Bewerten: Die Bedeutsamkeit von Sachverhalten bzw. Situationen aus persönlicher und zunehmend sachbezogener Perspektive einschätzen und bewerten.</p>
Entwickeln und umsetzen (EU)	<p>EU1: Nachdenken: über Fragen, Situationen, Erfahrungen und Entwicklungen im Einzugsbereich von Natur, Umwelt, Technik und Gesellschaft nachdenken.</p> <p>EU2: Vordenken: Ideen, Perspektiven, Fantasien, Visionen zu Natur, Umwelt Technik und Gesellschaft entwickeln und mögliche Folgen einschätzen.</p> <p>EU3: Planen: Gestaltungsbereitschaft entwickeln und die Umsetzung von Ideen oder Visionen planen und kritisch überprüfen.</p> <p>EU4: Handeln und reflektieren: Handlungsbereitschaft entwickeln, die Ideen oder Visionen umsetzen und anschliessend reflektieren.</p>
Mitteilen und austauschen (MA)	<p>MA 1: Beschreiben, präsentieren und begründen: Naturwissenschaftliche Inhalte und eigene naturwissenschaftliche Arbeiten fachlich in Wort und Schrift sowie mittels geeigneter Repräsentationsformen korrekt präsentieren; stringent und alltags- bzw. fachbezogen argumentieren.</p> <p>MA 2: Zuhören und mitdenken, reflektieren und hinterfragen: Präsentationen und Argumentationen von anderen aufnehmen; aktiv zuhören und die Ideen anderer - auch mittels eigener Ideen - weiterentwickeln; eigene und fremde Präsentationen und Dokumentationen anhand von Kriterien beurteilen; Ergänzungen und Einwände von anderen (selbst-)kritisch reflektieren und hinterfragen.</p>
Interesse und Neugierde entwickeln (IN)	<p>IN 1: Erfahrungen mit Sachen und Situationen zu Natur, Umwelt und Technik im Alltag sammeln und eigene Zugänge und Bezugspunkte zu naturwissenschaftlichen Fragen und Themen finden.</p> <p>IN 2: Freude und Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit Fragen der Naturwissenschaften, der Technik, Gesundheit, der nachhaltigen Entwicklung entwickeln und überdauernde Interessen aufbauen.</p> <p>IN 3: Wille zum Nachdenken, zur Mitwirkung und Mitgestaltung über Fragen zu Natur, Umwelt und Technik aufbauen.</p>
Eigenständig arbeiten, mit anderen zusammenarbeiten (EA)	<p>EA 1: Eigenständig Fragen und Aufgaben bearbeiten: Sich Fragen stellen und eigenständig Fragen nachgehen; realistische Vorstellungen zum Bearbeiten von Fragen und Aufgaben entwickeln.</p> <p>EA 2: Vorhaben planen und umsetzen: Vorhaben konzipieren, Arbeitsschritten planen und umsetzen.</p> <p>EA 3: Übertragen und Anwenden: Erfahrungen, aufgebautes, erworbenes Wissen und Können in neuen Situationen aufnehmen und anwenden.</p> <p>EA 4: Ergebnisse aufbereiten und präsentieren (steht in Bezug mit dem Handlungsaspekt «Mitteilen und Austauschen»).</p> <p>EA 5: Über das Lernen nachdenken, das eigene Lernen kontrollieren und steuern (Selbstorganisation), eigene Ressourcen nutzen und einschätzen (Selbstwirksamkeit).</p> <p>EA 6: Kooperieren und im Team arbeiten: sich in ein Team einbringen, mit anderen zusammen kleine Arbeiten bzw. grössere Vorhaben gemeinsam planen, durchführen, auswerten und reflektieren (ko-konstruktives und dialogisches Lernen; dieses steht in einem engen Bezug zum Handlungsaspekt «Mitteilen und Austauschen»).</p>

Themenbereiche und Teilbereiche

Themenbereich	Teilbereiche
Planet Erde	<ul style="list-style-type: none"> • Naturelemente und -phänomene der Erde; Sphären der Erde • Luft und Wasser; Wetter, Klima; Gewässer • Gesteine, Böden: Gesteins- und Bodenbildung • Naturkräfte verändern und gestalten Landschaften; Naturereignisse, Naturgefahren • Die Entwicklung und Veränderung der Erde und der Lebewesen • Raum und Zeit, Erde - Sonne - Universum
Bewegung, Kraft, Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Bewegungen: Richtung, Geschwindigkeit, Beschleunigung • Kräfte: Angriffspunkt, Richtung, Betrag • Energie: Quellen, Umwandlung, Erhaltung • Arbeit und Leistung physikalisch • Grundgrößen: Messung, Berechnung, Darstellung
Wahrnehmen, Reagieren, Steuern	<ul style="list-style-type: none"> • Licht und Schall: Wahrnehmung, Ausbreitung, Welle • Funktion der Sinne • Regelungs- und Steuervorgänge in der Natur und in technischen Anwendungen • Grundlagen für elektrische Schaltungen sowie Begriffsbildung von Spannung, Strom und Widerstand
Stoffe und Stoffveränderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffe und Stoffeigenschaften • Stoffe verändern und umwandeln • Stoffe nutzen und entwickeln • Modelle veranschaulichen und erklären
Lebewesen	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichen des Lebens • Ordnung in der Vielfalt • Entwicklungen und Veränderungen
Lebensräume und Lebensgemeinschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Individuen, Populationen und Ökosysteme • Wechselwirkungen innerhalb von Systemen • Einflüsse des Menschen in Ökosystemen
Mensch und Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Humanbiologische Grundlagen • Gesundheit, Gesundheitsförderung und Prävention • Risiko und Risikofaktoren • Gesundheitskompetenz
Natur, Gesellschaft, Technik - Perspektiven	<ul style="list-style-type: none"> • Beziehung zur Natur – Umgang mit Natur – Nachhaltige Entwicklung • Technik, technische Entwicklungen und ihre gesellschaftliche Bedeutung • Reflexion über Naturwissenschaften und Technik; Entwicklung der Naturwissenschaft • Naturwissenschaften, Technik und Ethik

Themenbereich "Bewegung, Kraft, Energie"			
Teilbereiche	Sj.	Grundlegende Konzepte, Schlüsselbegriffe	Hinweise, Beispiele
<ul style="list-style-type: none"> • Bewegungen: Richtung, Geschwindigkeit, Beschleunigung • Kräfte: Angriffspunkt, Richtung, Betrag • Energie: Quellen, Umwandlung, Erhaltung • Arbeit und Leistung physikalisch • Grundgrössen: Messung, Berechnung, Darstellung 	1-4	Grundgrössen; einfache Messungen	Zeit (z.B. Tagesablauf), Länge (z.B. Körpergrösse), Masse (z.B. eigene Masse), Temperatur (z.B. Zimmer- und Aussentemperatur, Körpertemperatur)
		Gleichgewicht – Ungleichgewicht, Schwerpunkt	Waage, Wippe, Mobile, Bauen mit Bauklötzen
		Bewegungen von Körpern	Ziehen, stossen, heben, drücken (schnell oder langsam), springende Bälle, Papierflieger, Leiterwagen, Rutschbahn, Schwingen an Ringen im Sport
	5-8	Messungen; Grundgrössen in verschiedenen Einheiten; zusammengesetzte Grössen	Zeit (Schnellauf), Länge (Weitsprung, Ballweitwurf), Masse, Volumen (z.B. mit Wasser), Temperatur
		Geschwindigkeit	Einfache Geschwindigkeitsbestimmung (Messen von Wegen und Zeiten), z.B. Velo fahren
		Energieträger	Wind, Wasser, Sonne, Erdöl, Biogas, Holz, Steinkohle, Nahrung
		Energieumwandlung qualitativ	Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, thermische Energie (Energieflussdiagramme); konkrete Beispiele: Murbahn, Schaukel, Sprungbrett, Pfeilbogen, Glühlampe
	9-11	Energieerhaltung und -umwandlung	einige Energieformen quantitativ: Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie; Energieumwandlung in unserem Körper (Atmung, Umwandlung im Muskel); Perpetuum mobile; Reibung als „Energieverlust“ → <i>TB Lebewesen</i>
		Kraft und Gegenkraft	Messen von Kräften (Betrag und Richtung; Schwerkraft ist ortsabhängig; Masse ist ortsunabhängig); Wirkung von Kräften (verformen, Bewegungen oder Lage verändern)
		mechanische und elektrische Leistung	Leistung als umgewandelte Energie pro Zeit → <i>TB Wahrnehmen, Reagieren, Steuern; Klasse 5-8</i>
		mechanische Arbeit und einfache Maschinen	„Goldene Regel der Mechanik“ am Beispiel Hebel, schiefe Ebene und Flaschenzug
		Impuls und Impulserhaltung qualitativ	als Phänomen, ohne Formeln

Themenbereich "Wahrnehmen, Reagieren, Steuern"			
Teilbereiche	Sj.	Grundlegende Konzepte	Beispiele und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> • Licht und Schall: Wahrnehmung, Ausbreitung, Welle • Funktion der Sinne • Regelungs- und Steuervorgänge in der Natur und in technischen Anwendungen • Grundlagen für elektrische Schaltungen sowie Begriffsbildung von Spannung, Strom und Widerstand 	1-4	Licht und Schatten	Laternen, Schattentheater
		Geräusche und Töne	Lärm und Lärmschutz; Musikinstrumente
		Aufgaben unserer Sinne	bewusst hören, sehen, riechen, schmecken, fühlen; Reflexe
		Einfacher Stromkreis; Leiter und Nichtleiter	Batterie, Lämpchen, Schalter; leitende und nichtleitende Gegenstände → <i>TB Stoffe, 1.-4. Klasse</i>
		Steuerung als Phänomen: individuelle Regulierung	Eigene Körpertemperatur (Kleidung, Sonne – Schatten, Bewegung, Erfrischung); Durst und Hunger, Kontakt – Rückzug
	5-8	Geradlinige Ausbreitung von Licht; Reflexion; Brechung	Taschenlampen, Spiegel
		Erzeugung und Ausbreitung von Schall	Ton, Klang, Geräusch, Erzeugungsarten, Schnurtelefon
		Reizbarkeit und Reaktion von Pflanzen und Tieren	Blütenöffnen, Lichtzuwendung; Reaktionen von Würmern, Schnecken, Asseln, Katzen, Hunden; Tarnen, Tarnfarbe; Fluchtverhalten (Igel, Eidechsen); Paarungsspiele (Bergmolch, Amseln, Libellen) → <i>TB Lebewesen; Klassen 1-4 und 5-8</i>
		Verzweigte Stromkreise; Einsatz von elektrischer Energie	z.B. Serie- und Parallelschaltungen als Phänomen; Erzeugung von Licht, Wärme, Bewegung als Phänomen → <i>TB Bewegung, Kraft, Energie; Klassen 5-8</i>
		Steuerung als manueller Alltagsvorgang	Schulzimmertemperatur (Storen, Fenster, Heizung); Velo: Gleichgewicht halten, Luft pumpen
	9-11	Funktionen von Auge und Ohr; Farben	Aufbau; Linsen; Akkommodieren; Additive und subtraktive Farbmischung (Bühnenbeleuchtung, Bildschirm, Tintenstrahldrucker); Regenbogen(farben)
		Schallwellen	nur qualitativ: Tonhöhe entspricht Frequenz, Lautstärke entspricht Amplitude
		Stromkreise (seriell und parallel); Spannung, Stromstärke, Widerstand	Messen von Stromstärke und Spannung; Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand (Ohmsches Gesetz); Berechnen und Messen von Widerständen; Unterschied zwischen Glühlampen und LEDs → <i>TB Bewegung, Kraft, Energie, Klassen 9-11</i>
		Steuerung als technische Anwendung	elektrische Schaltungen, Thermostat (Bügeleisen, Backofen), optisch gesteuerte Schiebetüren

Querschnittsprüfung Wärme**3. September 2010**

	Hilfsmittel: Taschenrechner, FoTa, ein A4-Blatt Spick formale Lösung herleiten - einsetzen mit Einheiten - ausrechnen, runden, Einheit dazu	Darstellung:	frei lassen
	Viel Erfolg!	Lehrkraft in der 2. Klasse:	
1a	Wie viele Gas-Teilchen sind in einem Wohnzimmer mit Abmessungen 5.25 m, 4.77 m und 2.37 m bei Normaldruck und 21.5 C enthalten?		/5
1b	Um wie viel Prozent ändert sich die mittlere Teilchengeschwindigkeit, wenn am Nachmittag die Zimmertemperatur 8.0 C steigt?		/5
2	Der Supercomputer Aquasar der ETH wird mit 30 Liter 60-gradigem Wasser pro Minute auf die Betriebstemperatur von 80 Grad Celsius gekühlt (ETH Globe 2/2010). Welche Heizleistung generieren die Prozessoren?		/5
3	Jemand behauptet, er trockne sich nach dem Duschen nie ab, denn durch die dem Körper entzogene Verdampfungswärme nehme er ab. Eine Messung (Lie. 17. 1. 2010) hat ergeben, dass beim Abtrocknen 50 g Wasser im Frottiertuch hängen bleiben.		
3a	Wie viel Wärme würde dem Körper (70 kg) durch Verdunstung entzogen?		/4
3b	Wie viel Gramm Schokolade enthält dieselbe Energiemenge? (Nährwert: 22 MJ/kg)		/4
4	In den Dampfmaschinen von James Watt wurden Drücke knapp über 0.2 bar erreicht.		
4a	Bestimmen Sie die Temperatur im Dampfkessel beim genannten Überdruck.		/3
4b	Wie viel Dampf (in Gramm) enthielt der Dampfzylinder mit 250 Liter Volumen maximal?		/3
5a	Die Sonne scheint voll auf ein Stück schmutziges Gletschereis. Wie schnell, in Zentimeter pro Stunde, schmilzt das Eis?		/6
5b	Nennen Sie die Annahmen, die sie für die Rechnung getroffen haben.		/4
6	Die Temperatur in einem Jet-Triebwerk liegt bei ca. 1400 °C, während die Aussentemperatur in 10 km Höhe -50 °C beträgt. Ein Airbus A300 benötigt 7.43 m ³ (5.93 Tonnen) Kerosin pro Stunde auf Reiseflughöhe.		
6a	Wie gross wäre der maximale, thermodynamische Wirkungsgrad der Triebwerke?		/3
6b	Wie gross ist die Heizleistung der Verbrennung? (Kerosin ≈ Heizöl)		/4
7	Das schweizerische Eisenbahn-Schienennetz hat eine Länge von 5035 km (2004). Welche Länge hätte es noch, wenn es 30 °C abkühlen und schrumpfen könnte?		/4
8	Eis aus dem Tiefkühler (-18 °C) wird in lauwarmes Wasser (29 °C, 290 g) geworfen. Es stellt sich eine Mischtemperatur von 8.3 °C ein. Wie viel Eis wurde verwendet?		/7
9	1.0 mol flüssiges Helium wird erhitzt, bis 273.15 K und Normdruck herrschen. Dann wird das Gas isochor (bei konstantem Volumen) auf 546.30 K erwärmt. Dann wird das Gas isotherm (bei konstanter Temperatur) auf die Hälfte des Volumens komprimiert. Zeichnen Sie das p(V)-Diagramm des Gases für diesen Vorgang. Die Achsen müssen vollständig beschriftet sein. Zahlenwerte müssen kurz begründet werden.		/10

5. DIE ANALYSEN IM ÜBERBLICK

Zur Situation an der Schnittstelle

Vorbemerkung

25 Empfehlungstexte zusammenzufassen, welche die ganze Bandbreite der gymnasialen und einen namhaften Teil der universitären Bildung abdecken, hat sich als ebenso spannende wie anspruchsvolle Aufgabe herausgestellt.

Dem Kapitel liegt eine Lektüre aller Situationsanalysen zugrunde, welche in den einzelnen Texten der Kerngruppen und Fachkonferenzen die Basis der Empfehlungen bilden. Im Brennpunkt stehen dabei insbesondere jene Feststellungen, die in mehreren Papieren angesprochen werden und die damit auf besonders brisante und drängende Themen an der Schnittstelle hinweisen. Die vorliegende Synthese strebt so keine umfassende und vollständige Gesamtschau an. Sie greift aus der Sicht der Projektleitung vielmehr Wichtiges und Übergreifendes auf.

5.1 KEINE MALAISE, ABER HANDLUNGSBEDARF AN DER SCHNITTSTELLE

Die Analyse der 25 Kerngruppen bestätigt die Feststellungen zahlreicher Untersuchungen und Befragungen: Von einer generellen oder strukturellen Malaise an der Schnittstelle kann keine Rede sein. Obschon der Fokus des Projektes auf die Optimierungsmöglichkeiten am Übergang von den Mittelschulen an die Hochschulen gerichtet war – und damit a priori nicht die Leistungen und Erfolge, sondern die Schwächen ins Visier genommen wurden – stellte keine Fachkonferenz das Prinzip des allgemeinen Hochschulzugangs über die Maturität in Frage. Im Gegenteil: Die Hochschulvertreter/innen in der Kerngruppe Medizin/Pharmazie etwa halten explizit am Grundsatz fest, dass auch in Zukunft Absolvierende aller Maturitätsprofile – und nicht nur jene, die ein naturwissenschaftliches Ergänzungsfach abgeschlossen haben – zum Medizinstudium zuzulassen seien. Generell wird den Studienanfänger/innen solides Fachwissen attestiert. Die Maturandinnen und Maturanden seien gut aufs Studium vorbereitet und es gebe kaum Probleme im Bereich des Fachwissens, wird etwa in den Empfehlungen Geschichte festgehalten.¹ Auf überzeugende Sprech-, Hör- und Präsentationskompetenzen verweisen Englisch, Philosophie und Publizistik.

Kritischer tönt es in den Papieren der Kerngruppen Biologie, Mathematik, Ingenieur- und Materialwissenschaften: Sie bemängeln die inhaltliche Vorbereitungen der Studienanfänger/innen in den naturwissenschaftlichen Disziplinen, aber auch in Mathematik und Informatik. Fehlende oder wenig fundierte Kenntnisse in Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung werden zu Beginn des Studiums an der ETH, aber auch bei Wirtschaftswissenschaft, Publizistik oder Psychologie für viele zum ernsthaften Handicap. Dass die gleichen Fachrichtungen auch auf die hohen Misserfolgsquoten zu Beginn des Studiums hinweisen, ist auf diesem Hintergrund sicher kein Zufall.

Zahlreiche Fachkonferenzen weisen auf die Verkürzung der Mittelschuldauer hin und halten bedauernd fest, dass weniger Unterrichtszeit notwendigerweise zu einem Abbau der Allgemeinbildung geführt habe.² Besonders prägnant formuliert es der Analyseteil der Empfehlungen Mathematik: «Der Mathematikunterricht wurde in den letzten 13 Jahren durch die Vorgaben des Bundes (MAR) redimensioniert und durch die Bildungspolitik der Kantone (Verkürzung) noch weiter ausgedünnt, ohne dass die Lehrpläne dadurch eine inhaltliche Änderung erfahren haben.» Die Folge seien ein Zwang zu Oberflächlichkeit und ein Mangel an Möglichkeiten, die Inhalte zu vertiefen und selber aktiv zu verarbeiten. Ebenso klar wird in den Empfehlungen Physik konstatiert: Die gegenwärtige Dotation «genügt aber nicht, um sowohl die Studierfähigkeit für technisch-naturwissenschaftliche Richtungen zu garantieren, als auch die Studierenden für solche Studien zu motivieren. Für gesellschaftlich relevante Allgemeinbildung ist sowieso keine Zeit mehr vorhanden.» Ähnliche Überlegungen treffen wir auch bei den anderen naturwissenschaftlichen Fächern an. Gemeinsam ist ihnen allen das Fazit, dass angesichts der verknappten Unterrichtszeit ausserhalb des naturwissenschaftlichen Profils der Spagat zwischen Vorbereitung auf ein Fachstudium in der entsprechenden Disziplin und dem allgemeinbildenden Auftrag jedes Faches nur noch unter grossen Verrenkungen gelingen kann.

5.2 PROBLEMFELD HETEROGENITÄT

Stärker als vereinzelte inhaltliche Defizite wird die Heterogenität des zu Beginn des Studiums vorhandenen Fachwissens

¹ Ähnlich auch Publizistik.

² Vgl. Biologie, Chemie, Englisch, Französisch, Materialwissenschaft, Mathematik, Physik, Wirtschaft und Recht.

kritisiert. Nicht nur zahlreiche Mittelschulfächer sind unzufrieden mit den grossen Unterschieden, welche auf die verschiedenen Stundentafeln, Lehrpläne und deren Umsetzung in konkreten Unterricht zurückgeführt werden,³ sondern auch die beteiligten ETH-Studienrichtungen sowie Publizistik und Medizin. «Die Maturandinnen und Maturanden müssen nicht über irgendein vages fachliches Wissen verfügen; wesentlich sind alleine klar zu definierende Grundkenntnisse und das Verständnis für grundlegende Zusammenhänge, welche die Ordnung der Wirtschaft und des Rechts ausmachen», wird im Einleitungskapitel Wirtschaft und Recht paradigmatisch festgehalten. Wie in der Praxis verfahren werden könnte, um einen Kern von Grundwissen zu definieren, zeigen die «zehn Gebote für die Mittelschulen» in den Chemie-Empfehlungen, die Stoffkataloge in Physik und Mathematik,⁴ aber auch die Vereinbarung eines minimalen Lektürekansons in den Empfehlungen Alte Sprachen.⁵

Auf ein spezielles, aber nicht minder ernsthaftes Problem wird von den Kerngruppen Ingenieurwissenschaften, Materialwissenschaft, Medizin und Physik aufmerksam gemacht: Einzelne Grundlagenfächer (vor allem auch im Bereich der Naturwissenschaften) können schon ein Jahr vor der Maturität abgeschlossen werden. Dadurch entsteht bei vielen eine Unterrichtslücke von einem Jahr oder mehr (Zwischenjahr), welche beim Einstieg in ein technisches, naturwissenschaftliches oder medizinisches Studium zum schwer überwindlichen Hindernis werden kann.

5.3 STUDIENINFORMATION: UNGENAUE VORSTELLUNGEN

Rund die Hälfte aller Kerngruppen und Fachkonferenzen konstatieren einen beträchtlichen Handlungsbedarf in Bezug auf die «Studieninformation»: Viele Maturandinnen und Maturanden würden ihr Studium mit ungenauen, ja falschen Vorstellungen über die Inhalte, den Umfang und die genauen Anforderungen aufnehmen. Das hohe Tempo, die grossen Stoff- und Textmengen, die Anonymität des Grossbetriebes Hochschule würden viele in einen Übergangsschock versetzen, der nicht sein müsste, wenn die Entfremdung zwischen den Geschwistern Mittelschule und Hochschule», von der im Einleitungskapitel die Rede ist, überwunden werden könnte.⁶

Bemerkenswert ist dabei insbesondere, dass durchaus nicht nur jene Fächer, die im Mittelschulkanon nicht vertreten sind, die ungenauen Vorstellungen zum Studium bemängeln, sondern eine ganze Reihe von traditionellen Sprachfächern sowie Informatik und Sport. So etwa halten Kerngruppe und Fachkonferenz Deutsch durchaus selbstkritisch fest: «In der

gymnasialen Oberstufe steht der sprachbetrachtende Unterricht [gegenüber der Literatur] zu sehr im Hintergrund, was dazu führt, dass Sprachstudien – und vor allem Germanistik – überwiegend aus literarischem Interesse gewählt und die linguistisch orientierten Veranstaltungen aufgrund fehlenden Vorwissens eher gemieden oder nicht verstanden werden. Diese Einseitigkeit kann Lehrpersonen hervorbringen, die ungenügend über jene linguistischen Kompetenzen verfügen, welche für einen umfassenden, begeisternden Sprachunterricht notwendig wären.»⁷

Als Abhilfe wird in vielen Empfehlungen eine Annäherung zwischen den Lehrenden auf beiden Seiten der Schnittstelle angeregt. Die Hochschuldozierenden sollten ihre Kenntnisse über und ihre Kontakte mit den Gymnasien gezielt ausbauen, während sich die Mittelschullehrpersonen als akademisch gebildete Fachleute regelmässig über die aktuellen Entwicklungen zumindest in ihrer eigenen Disziplin ins Bild setzen sollten. So könnten sie zu glaubwürdigen Botschaftern ihres Faches gegenüber ihren Schüler/innen werden. Von einer grossen Zahl von Kerngruppen werden denn auch eine Institutionalisierung und ein Ausbau des Dialogs an der Schnittstelle eingefordert, wie er dieser Publikation zugrunde liegt.

5.4 ÜBERFACHLICHE KOMPETENZEN

Breiten Raum nehmen in den Analyse- und Empfehlungsteilen der Empfehlungen Feststellungen zu den überfachlichen und methodischen Kompetenzen der Studienanfänger/innen ein. Zwar werden den Maturandinnen und Maturanden durchaus gute Sozialkompetenzen, Einsatzbereitschaft und wissenschaftliche Neugier attestiert,⁸ zahlreich sind aber auch die Hinweise auf die Notwendigkeit, die für das Studium besonders relevanten überfachlichen Kompetenzen schon an der Mittelschule bewusster, gezielter und umfassender zu fördern.

- Viele Studienanfänger/innen seien zu wenig belastbar, zu wenig an Kritik gewohnt, wenig «frustrationstolerant» und deshalb rasch entmutigt.⁹
- Die Selbstständigkeit verstanden als die Fähigkeit, das eigene Lernen zu planen, zu regulieren und zu reflektieren, könnte und müsste stärker als bisher gelernt und eingeübt werden, die Maturaarbeit allein genüge dazu nicht.¹⁰ Relativierend weist die Fachkonferenz Mathematik in diesem Zusammenhang aber auch darauf hin, dass selbstständiges Erarbeiten mit grösserem Zeitaufwand verbunden sei als «der zeitlich effiziente Unterricht durch Instruktion der Lehrperson» und die Verkürzung der Mittelschuldauer und die Forderung nach stärkerer

Betonung des selbst organisierten Lernens schlecht vereinbar seien.¹¹

- Mängel zeigten sich vor allem auch im schriftlichen Ausdruck – nicht nur in der Muttersprache, sondern als fachübergreifendes Phänomen; einige Maturandinnen und Maturanden hätten Mühe mit dem Verfassen schriftlicher Berichte, mit der Notwendigkeit, den eigenen Text zu überprüfen und immer wieder zu überarbeiten.¹² Die Analyse in den Empfehlungen der Kerngruppe Philosophie bringt die Sache zugespitzt auf den Punkt: «Die ‹pragmatische› Auffassung von Sprache (‹Hauptsache, man versteht, was ich meine!›) ist der Hauptgrund für eine ungenügende begriffliche Präzision und die mangelnde Einsicht in die Wichtigkeit der Verbindlichkeit und Korrektheit von Formulierungen. Die Schwierigkeiten im eigenen korrekten sprachlichen Ausdruck zeigen sich vor allem im Schriftlichen: Es herrschen Saloppheit, Vagheit und Unbeholfenheit vor. Es fehlt oft die Bereitschaft zu Korrektheit in Orthografie, Interpunktion und Grammatik und der Wille, um Formulierungen zu ringen, um Nuancen zu streiten und am Ausdruck zu feilen.»
- Alte Sprachen, Italienisch und Spanisch weisen darüber hinaus darauf hin, dass auch im Bereich des grammatikalischen überfachlichen Grundwissens («grammatikalische Kategorien und entsprechende Terminologie») Koordinations- und Optimierungsbedarf vorhanden sei.
- Die Bewältigung von anspruchsvollen und umfangreichen nichtliterarischen Fachtexten stelle in zahlreichen Studienrichtungen und für viele Studienanfänger/innen eine hohe Hürde dar.¹³ «Many matura graduates and entering students do not possess adequate reading competences. They struggle with the amount of reading assignments in the first year and often do not know how to identify key literary elements, concepts or the structure of arguments», hält die Analyse der Fachkonferenz Englisch fest.

- Auch die Fähigkeit, (literarische) Texte mit adäquater Methodik («Methoden zur Erschließung eines Textes, Hilfsmittel, Interpretationsansätze usw.»)¹⁴ genau zu lesen, zu analysieren und zu interpretieren, sollte und könnte optimiert werden. «Die Fähigkeit zum genauen Lesen ist zu wenig ausgebildet. Nicht selten mangelt es auch an der Haltung, einen Text wirklich verstehen zu wollen und sich hartnäckig auch auf dessen Schwierigkeiten einzulassen und sich an ihm zu reiben. Gering ist oft auch die Bereitschaft, das Fremde als Fremdes wahrzunehmen und die eigene Position kritisch zu reflektieren.»¹⁵
- Auf einen zu wenig kritischen und reflektierten Umgang mit Informationen, insbesondere aus dem Internet, wird in mehreren Analysen hingewiesen.¹⁶ Dazu gehört auch ein wenig ausgeprägtes «Bewusstsein für die Grenzen zwischen Eigenem und Fremdem» (Umgang mit Zitaten und Quellen).¹⁷

3 Bildnerisches Gestalten, Biologie, Englisch, Geografie, Informatik, Italienisch, Wirtschaft und Recht.

4 S. Empfehlungen 4.2.4. («Zehn Gebote an die Adresse der Mittelschulen»), 19.2.15 («Inhaltliche Treffpunkte HSGYM Physik, Positivliste»), Mathematik (Anhang zu den Empfehlungen: «Themen, welche ... ausführlich behandelt werden. Die Hochschule kann gute Kenntnisse voraussetzen ... »).

5 S. Empfehlung 1.2.10 (Alte Sprachen: «Minimaler Lektürekanon»).

6 Explizit bei Alte Sprachen, Englisch, Geografie, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Italienisch, Materialwissenschaft, Medizin, Psychologie, Publizistik, Sport, Wirtschaft und Recht.

7 Empfehlungen Deutsch 5.2.1.

8 Etwa in den Empfehlungen Philosophie und Wirtschaft und Recht.

9 Wirtschaft und Recht, Medizin.

10 Alte Sprachen, Geografie, Geschichte, Ingenieurwissenschaften, Philosophie, Publizistik, Wirtschaft und Recht.

11 Mathematik 15.2.1.

12 So in den Empfehlungen Biologie, Englisch, Philosophie, Publizistik, Spanisch, Wirtschaft und Recht.

13 Alte Sprachen, Englisch, Französisch, Materialwissenschaft, Medizin, Wirtschaft und Recht.

14 Empfehlungen Alte Sprachen.

15 Philosophie.

16 Geschichte, Philosophie, Publizistik, Spanisch.

17 Philosophie.

6. DIE EMPFEHLUNGEN IM ÜBERBLICK

Die Schnittstelle optimieren

6.1 EMPFEHLUNGEN ZU ÜBERFACHLICHEN KOMPETENZEN

Vorbemerkung

Praktisch alle Kerngruppen und Fachkonferenzen nehmen in ihren Empfehlungen zum Thema «überfachliche Kompetenzen» Stellung. Grundsätzliches äussert dabei die Fachkonferenz Geschichte: «Die Förderung überfachlicher Kompetenzen ist der Schlüssel zu Selbstständigkeit und zu erfolgreichem Lernen und Studieren. Mittelschüler/innen optimal auf das Studium vorzubereiten heisst, neben der Ausbildung der fachspezifischen Kompetenzen ihre überfachlichen Fähigkeiten (Schlüsselqualifikationen) zu fördern. ... Die Förderung überfachlicher Kompetenzen kann [aber] nicht vom Fach getrennt werden, d.h. Selbstständigkeit in der Mathematik bedeutet etwas Anderes als im Fach Geschichte.»¹

Aus dieser Feststellung wird dann aber nicht der Schluss gezogen, die Förderung der überfachlichen Kompetenzen allein den einzelnen Fächern zu überlassen. Im Gegenteil: Die Schulen sollten übergreifend an einem Gesamtkonzept «Überfachliche Kompetenzen» arbeiten.²

Die folgenden Abschnitte präsentieren zusammenfassend die wichtigsten Empfehlungen zu einzelnen, mehrfach angesprochenen überfachlichen Kompetenzen.

6.1.1 KRITISCH-FORSCHENDES DENKEN ALS GYMNASIALE SCHLÜSSELKOMPETENZ

Gezielter als bisher soll kritisch-forschendes Denken vermittelt, trainiert und eingefordert werden. Darunter sei in Anlehnung an die Formulierungen in mehreren Empfehlungen zu verstehen,

- Bewusstsein für Grundfragen zu schaffen und nicht vorschnell mögliche Antworten zu liefern,
- Fragen als solche erst einmal wirklich zu stellen,
- kontinuierlich Begründungen einzufordern,³
- die historische Bedingtheit der «Produktion von Wissen» bewusst zu reflektieren,⁴
- forschend zu lernen und nicht nur Wissen zu rezipieren.⁵

Kritisch-forschendes Denken könne und müsse auf vielfältige Weise gefördert werden: So dürfe den Gymnasiast/innen etwa die Auseinandersetzung mit intellektuellen Herausforderungen nicht durch «didaktisches Verwöhnen» – etwa durch Easy Readers vorenthalten werden.⁶ Die Arbeit an authentischen (wissenschaftlichen und literarischen) Texten,⁷ die hartnäckige Auseinandersetzung auch mit dem Fremden und Sperrigen,⁸ das häufige und reflektierte Debattieren über unterschiedliche Standpunkte,⁹ das Ersetzen der simplen Informationsbeschaffung durch vertiefte Informationsverarbeitung sind wichtige konkrete Umsetzungsvorschläge zur Schlüsselkompetenz «kritisch-forschendes Denken».

Explizit fordert die Fachkonferenz Biologie: «Der Biologieunterricht vermittelt ausser Fakten und Konzepten auch Methoden und Wege, wie jene erarbeitet, dokumentiert und interpretiert werden. Das Formulieren von Fragen und Hypothesen, Entwerfen und Durchführen von Experimenten, exaktes Beobachten, empirische Vorgehensweise, Evaluieren und Dokumentieren von Daten sind integrale Elemente der Ausbildung ... ».¹⁰

6.1.2 SELBSTSTÄNDIGKEIT UND SELBSTVERANTWORTUNG

Was an der Schnittstelle unter der Fähigkeit, das eigene Lernen selber zu organisieren, zu verstehen sei, wird in zahlreichen Empfehlungen präzise umschrieben. Dies ist deshalb besonders wertvoll, weil gerade über diese Forderung vielerorts kontrovers diskutiert wird: Sind nicht die Hausaufgaben, der längst etablierte Projektunterricht und insbesondere die Maturaarbeit bewährte und ausreichende Gefässe selbst organisierten Lernens? Würde nicht durch vermehrtes zeitaufwendiges «Selbstlernen» der Stoffdruck noch einmal massiv verschärft? Demgegenüber halten verschiedene Empfehlungen Folgendes fest:

- Ergänzend oder alternativ zum Frontalunterricht sollten sich Maturandinnen und Maturanden an ausgewählten

1 Geschichte 10.2.2.

2 Geschichte 10.2.2, Geografie 9.2.5 und Italienisch 13.2.7.

3 Philosophie, 17.2.1.

4 Deutsch 5.2.5, Geschichte 10.2.2.

5 Materialwissenschaft 14.2.8, Biologie 3.2.5.

6 Materialwissenschaft 14.2.8, siehe auch Alte Sprachen 1.2.5.

7 Englisch 6.2.6.

8 Alte Sprachen 1.2.4, siehe auch Geschichte, 10.2.2.

9 Englisch, 6.2.8.

10 Biologie 3.2.5.

Beispielen einen Überblick über das zu Lernende verschaffen, den Lernstoff selbstständig erarbeiten und den Lernprozess individuell oder in Gruppen selber organisieren.¹¹

- Zu echter Selbstständigkeit gehöre insbesondere die Fähigkeit, Wissenslücken und Vergessenes selber zu erkennen und gezielt und dauerhaft kompensatorisch zu lernen.¹²
- Gymnasiast/innen sollten die Verantwortung für das Gelingen (und Misslingen) selber übernehmen (müssen).¹³
- Ein Qualitätsmerkmal echter Selbstständigkeit sei die Fähigkeit, Gelerntes zu transferieren und anzuwenden.¹⁴
- Voraussetzung für echtes selbst organisiertes Lernen sei die freie Verfügung über Raum und Zeit des Lernens.¹⁵
- Selbstmotivation müsse als zentrale Basis selbstständigen Lernens vorausgesetzt werden können.¹⁶

Wie die Fähigkeit selbstständig zu lernen in Zukunft gezielt gefördert werden sollte, ist Inhalt zahlreicher Empfehlungen – die wichtigsten seien nachstehend genannt:

- An Stelle der frontalen Vermittlung im Klassenverband könnten online Skripte und Fachbuchtexte zur selbstständigen Bearbeitung zur Verfügung gestellt werden.¹⁷ Dabei sollten den Schüler/innen auf der gymnasialen Oberstufe bewusst auch grössere Textmengen zugemutet werden.¹⁸
- Stoff könnte zum Teil in Vorlesungsform vermittelt werden.¹⁹
- Das Physikpraktikum könnte als Ort selbstständigen Lernens neu definiert werden.²⁰
- Im Abschlussjahr müsse von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten intensiveres, engagierteres Lernen verlangt werden. Längere Prüfungsintervalle und mehr Stoff pro Prüfung könnten dazu einen konkreten Beitrag liefern.²¹
- Die (naturwissenschaftlichen) Brückenkurse zur Schliessung von Wissenslücken zu Beginn des Studiums könnten durch Module ersetzt werden, die im Selbststudium (als Vorbereitung vor dem Start des ersten Semesters?) zu bearbeiten wären.²²

6.1.3 VERSTEHEN (WISSENSCHAFTLICHER) TEXTE

Zielgerichtetes Lesen und Interpretieren literarischer und nichtliterarischer Texte zählen eine ganze Reihe von Kern-

gruppen und Fachkonferenzen zu den unverzichtbaren überfachlichen Kompetenzen, über die Studienanfänger/innen verfügen sollten.²³ Dass in den Empfehlungen Materialwissenschaft, Medizin und Publizistik explizit auch die Lektüre wissenschaftlicher Sachtexte vorgeschlagen wird, ist dabei weniger erstaunlich als die Tatsache, dass die gleiche Anregung auch von den modernen Fremdsprachen (Englisch und Französisch) formuliert wird.

So regt etwa die Fachkonferenz Philosophie an, «philosophische Texte als ganze oder wenigstens in grösseren, jedenfalls nicht immer nur in schulbuchmässig reduzierten Ausschnitten» zu analysieren und so deren argumentativen Zusammenhang ersichtlich zu machen, «der sich unter Umständen nur durch mehrmaliges Lesen» erschliessen lasse.²⁴

Explizit hält die Fachkonferenz Wirtschaft und Recht fest, dass die Förderung einer integrativ nutzbaren Sprachkompetenz nicht an das Fach Deutsch delegiert werden dürfe, sondern ein fachübergreifendes Konzept zur gezielten Vermittlung von Sprachkompetenzen «auch im Fachunterricht» zu entwickeln sei.²⁵

In mehreren Empfehlungen der Fachkonferenz Alte Sprachen wird eine systematische Auseinandersetzung mit der Theorie der Texterschliessung und der Interpretation gefordert: «Das Anwenden verschiedener Methoden der Texterschliessung ... im Wissen um deren Vorteile und Nachteile auf einem gesicherten theoretischen Fundament soll für die Lehrpersonen ein selbstverständlicher Teil ihres Unterrichts sein. Im Unterricht sollen die exakte und die kursorische Lektüre deutlich unterschieden werden. Ebenso soll das kritische Lesen von Übersetzungen und zweisprachigen Ausgaben eingeübt werden. Die verschiedenen Methoden des Verstehens sollen für die Schülerinnen und Schüler transparent gemacht werden.»²⁶

6.1.4 ABFASSEN SCHRIFTLICHER ABHANDLUNGEN

«... schreiben, schreiben, schreiben» wird in Empfehlung 25.2.2 (Wirtschaft und Recht) gefordert: Die Schüler/innen sollten in möglichst vielen Fächern ihre Schreibkompetenzen generell so häufig wie möglich trainieren können und müssen, insbesondere auch in jenen Textgattungen, die während des Studiums besonders wichtig und bei Prüfungen oft entscheidend sind.²⁷

11 Deutsch 5.2.3, Medizin 16.2.7, Publizistik 20.2.8.

12 Materialwissenschaft 14.2.5.

13 Ingenieurwissenschaften 12.2.7.

14 Ingenieurwissenschaften 12.2.7.

15 Ingenieurwissenschaften 12.2.7.

16 Ingenieurwissenschaften 12.2.6.

17 Medizin 16.2.4 und 5, siehe auch Wirtschaft und Recht 24.2.6.

18 Englisch 6.2.4 und Wirtschaft und Recht 25.2.2.

19 Publizistik 20.2.2.

20 Physik 19.2.4.

21 Medizin 16.2.1.

22 Physik 19.2.4.

23 Alte Sprachen 1.2. 1 und 14, Englisch 6.2.11, Französisch 8.2.2, Materialwissenschaft 14.2.4, Medizin 16.2.4 und 8, Publizistik 20.2.1, Philosophie 17.2.1, Religion 21.2.8, Wirtschaft und Recht 25.2.2.

24 Philosophie 17.2.1.

25 Wirtschaft und Recht 25.2.2, vgl. auch Materialwissenschaft 14.2.4.

26 Alte Sprachen 1.2.1, vgl. auch 1.2.4 und 1.2.14. Ähnlich auch Englisch 6.2.11.

27 Siehe auch Materialwissenschaft 14.2.4, Medizin 16.2.8 und Französisch 8.2.4.

Unter dem Titel «Texte sind nie fertig» fordert die Fachkonferenz Deutsch von den Maturandinnen und Maturanden die Bereitschaft, ihre selbst geschriebenen Texte systematisch zu überarbeiten, weil «sich erst in der Rezeption und Reflexion [zeige], ob ein Text kohärent und gegliedert ist». ²⁸ Den Lehrpersonen sollte für eine genaue Analyse der Texte und deren Diskussion mit ihren Schüler/innen genügend Besprechungszeit zur Verfügung gestellt werden.

Englisch empfiehlt sich als Modell für gezieltes Schreibtraining: «Pupils should be instructed and trained in the structuring of argumentative, expository and critical essays. The Anglo-Saxon «five-paragraph essay» – with an Introduction, Main Body and Conclusion – should be taken as the model.» ²⁹ Alle am Gymnasium unterrichteten Sprachfächer sollten sich gemeinsam über die Erwartungen an Struktur und Inhalt von Essays einigen. In den letzten Semestern sollen alle Mittelschüler/innen drei bis vier längere Texte im Umfang von rund 500 Wörtern schreiben und dabei bewusst mit verschiedenen Formen der Argumentation und Organisation von Texten vertraut werden. ³⁰

6.1.5 SPRACHREGISTER ERKENNEN UND BEWUSST ANWENDEN

«Pupils must learn to distinguish informal, formal and academic registers in both speech and writing»; ³¹ sie sollen auf der gymnasialen Oberstufe mit gezielten Übungen auf diesen wichtigen Aspekt der Sprachbeherrschung fürs Studium vorbereitet werden, empfiehlt die Fachkonferenz Englisch. In eine ähnliche Richtung zielt auch die Fachkonferenz Französisch, allerdings mit deutlich anderem Akzent: Auf gymnasialem Niveau soll von allen Sprachfächern vor allem die Fähigkeit gefördert werden, einige essenzielle soziale und psychologische Aspekte der Sprachanwendung zu erkennen. Der Bachelorstufe würde es dagegen zukommen, diese Fähigkeiten im Rahmen des Linguistikstudiums zu systematisieren und zu vertiefen. ³²

6.1.6 QUELLENKRITIK

Dem kritischen Umgang mit Quellen, insbesondere, aber nicht ausschliesslich, mit solchen aus dem Internet, messen

zahlreiche Empfehlungen hohe Bedeutung zu. ³³ Spanisch fordert gezielte Weiterbildung für Lehrpersonen in diesem Bereich, auch im Hinblick auf die Plagiatsbekämpfung. ³⁴ Französisch regt eine bewusste, regelmässige und kritische Nutzung auch in den Fremdsprachen an. ³⁵ Eine enge Zusammenarbeit der verschiedensten Fächern zum Zweck eines pragmatisch-kritischen Umgangs mit elektronischen Quellen (Adressaten?, Interessen?, Propaganda?) fordert die Kerngruppe Publizistik. ³⁶

Demgegenüber betont die Kerngruppe Materialwissenschaft die Wichtigkeit des geübten Umgangs auch mit konventionellen Informationen: «Maturandinnen und Maturanden sind teilweise im Umgang mit dem Internet geübter als mit Bibliotheken und Büchern. Etlichen gilt Wikipedia als Wissensstandard. Internetquellen sind aber aufgrund ihrer Wandelbarkeit, potenziell zeitlich limitierter Verfügbarkeit, häufig unklarer Informationsqualität oder mangelndem Informationsgehalt nur beschränkt verwendbar bzw. zitierfähig. Eine Vielzahl wichtiger Werke (vor allem auch älterer) ist ausserdem nur in gedruckter Form verfügbar.» ³⁷ Alle Fächer seien deshalb gefordert, mit kleinen Rechercheaufträgen das kritische Verhalten und korrekte Zitieren schon vor der Maturaarbeit einzuüben.

6.1.7 REFLEXION UND KRITIKFÄHIGKEIT

«Lernprozesse sind nicht nur zu durchlaufen, sondern auch auszuwerten und in ihrer Wirkung zu verstehen. Maturandinnen und Maturanden und Lehrpersonen reflektieren gemeinsam den Lernprozess, den eigenen, den des anderen, den gemeinsamen. Wer regelmässig den Lehr- und Lernprozess reflektiert, erhöht die Chancen zu einem besseren fachlichen Erfolg», ³⁸ hält die Fachkonferenz Deutsch prägnant fest und erhält in diesem Punkt entschiedene Unterstützung von der Kerngruppe Materialwissenschaft: «Das «Lernen an sich» muss genügend reflektiert ... werden. Eine reine Stoffvermittlung greift ohnehin zu kurz und ist weder im Sinn des MAR noch der Wissensvermittlung an den Hochschulen.» ³⁹ Zur Selbstreflexion gehört wesentlich auch die Fähigkeit, Kritik zu äussern, entgegenzunehmen, zu reagieren und so den Umgang mit Frustration einzuüben. ⁴⁰

6.2 EMPFEHLUNGEN AN SCHULEN, HOCHSCHULEN UND BILDUNGSBEHÖRDEN

Vorbemerkung

Empfehlungen an die einzelnen (Mittelschul)Fächer und ihre Hochschulpartner standen entsprechend der Projektorganisation im Brennpunkt der Schnittstellengespräche.

Keine Kerngruppe und Fachkonferenz hat aber darauf verzichtet, sich auch mit fachübergreifenden Optimierungsvorschlägen auseinanderzusetzen. Eine Zusammenfassung der wichtigsten dieser Empfehlungen, die an Fachgruppen, an die Schulen als Ganzes, an die Hochschulen oder an die Bil-

dungsbehörden gerichtet sind, steht im Zentrum des folgenden Abschnitts.

6.2.1 MEHR, NICHT WENIGER!

Die fehlende Zeit angesichts der bereits vollzogenen und noch bevorstehenden Verkürzung der Mittelschuldauer ist das am häufigsten angesprochene und brennendste übergreifende Problem an der Schnittstelle. Die breite Erkenntnis, dass überfachliche Kompetenzen für den Übergang ins Studium von grösster Bedeutung sind und deshalb neben dem Fachwissen unbedingt (noch) mehr Gewicht – und Unterrichtszeit – als bisher erhalten sollten, verschärft die Problematik massiv. Viele Kerngruppen und Fachkonferenzen legen mit grossem Nachdruck die Unmöglichkeit dar, fachliche Studierfähigkeit für ein bestimmtes Studium, und Allgemeinbildung (Hochschulreife) mit den vorhandenen zeitlichen Ressourcen unter einen Hut zu bringen. Die Forderung nach zusätzlicher Unterrichtszeit ist deshalb nur folgerichtig und wird mit guten Begründungen auch vielfach gefordert. Sämtliche Forderungen nach zusätzlichen Lektionen betreffen aber die Schule als Ganzes und können nur mit einer Veränderung der Stundentafel durch Konvente und Bildungsrat realisiert werden. Sie werden deshalb hier zusammengestellt:

- Mit hoher Dringlichkeit beanspruchen vor allem die Naturwissenschaften mehr Lektionen: Die Fachkonferenz Physik geht in nicht weniger als vier Empfehlungen auf das Thema ein und setzt ihre Hoffnung auf die eidgenössische Ebene: Bundesrat und EDK sollten «als Minimaldotations für Grundlagenphysik neun bis zehn Jahresstunden in der gymnasialen Oberstufe» verbindlich festlegen, um den «allgemeinen Hochschulzugang» auch in Zukunft sicherzustellen.⁴¹ Dies würde an den meisten Schulen und für die meisten Profile wohl eine Erhöhung der Physikstunden um mindestens 30% bedeuten. Etwas zurückhaltender ist die Forderung der Fachkonferenz Chemie: Mindestens sieben Jahreslektionen sollen für das Grundlagenfach zur Verfügung stehen.⁴² In ihren Empfehlungen fordert die Fachkonferenz Biologie solidarisch

eine Erhöhung des Unterrichtsanteils für Naturwissenschaften auf mindestens 30% für alle Maturitätsprofile.⁴³ Mathematik empfiehlt die Einführung von zusätzlichen Ergänzungs- und Vertiefungskursen in den beiden Abschlussjahren und möchte den Maturandinnen und Maturanden, die ein mathematisch-naturwissenschaftliches oder technisches Studium ins Auge fassen, den Besuch einer minimalen Zahl solcher Kurse dringend empfehlen.⁴⁴ Generelle Unterstützung finden diese Forderungen – wenig überraschend – auch in den Empfehlungen der Kerngruppe Materialwissenschaft und Medizin.⁴⁵

- Ähnlich konkret sind auch die Vorstellungen der Fachkonferenz Wirtschaft und Recht: Mindestens vier Jahresstunden – auch diese Forderung würde an vielen Schulen zu einer Dotationserhöhung um 30% oder mehr führen – sollten für die Einführung von Wirtschaft und Recht zur Verfügung stehen und das Fach zudem (wieder) zu einem maturerelevanten Grundlagenfach werden.⁴⁶
- Deutsch will dringend «eine Aufstockung des Faches, insbesondere die Wiedereinführung der Aufsatzbesprechungsstunde».⁴⁷
- Englisch betrachtet vier Jahresstunden im Abschlussjahr als «highly advisable»,⁴⁸ fordert die Einführung einer obligatorischen Maturprüfung im Fach und regt einen Fremdsprachenaufenthalt von zwei bis drei Wochen im Ausland an.⁴⁹ Für eine Aufwertung des Englischen plädieren auch die Fachkonferenzen Wirtschaft und Recht und Ingenieurwissenschaften: Sie schlagen unter anderem vor, dass Englisch-Immersionsunterricht generalisiert werden sollte.⁵⁰
- Auch Italienisch verlangt mehr Unterrichtszeit und einen obligatorischen Fremdsprachenunterricht, der teilweise in den Ferien absolviert werden könnte.⁵¹
- Die Fachkonferenzen Informatik, Psychologie und Sport fordern, dass ihre Fächer an allen Zürcher Mittelschulen als Ergänzungsfach angeboten werden sollten.⁵²
- Die Fachkonferenz Philosophie empfiehlt, dass alle Mittelschüler/innen in den Genuss einer philosophischen Grundbildung gelangen sollten und begründet diese

28 Deutsch 5.2.1.

29 Englisch 6.2.1.

30 Englisch 6.2.2 und 3.

31 Englisch 6.2.9. Vgl. dazu oben die Analyse der Kerngruppe Philosophie.

32 Französisch 8.2.5.

33 Deutsch 5.2.4, Englisch 6.2.13, Filmwissenschaft 7.2.2, Religionswissenschaft 21.2.8.

34 Spanisch 23.2.5, ähnlich auch Filmwissenschaft 7.2.2 mit Bezug zum kritischen Umgang mit visuellen Medien.

35 Französisch 8.2.3.

36 Publizistik 20.2.6, vgl. auch Französisch 8.2.3.

37 Materialwissenschaft 21.2.8.

38 Deutsch 5.2.1.

39 Materialwissenschaft 14.2.5.

40 Deutsch 5.2.1, vgl. dazu oben die Analyse von Wirtschaft und Recht und Medizin.

41 Physik 19.2.2 und 9, vgl. auch 19.2.1 und 6.

42 Chemie 4.2.1, vgl. auch 4.2.2.

43 Biologie 3.2.10.

44 Mathematik 15.2.3.

45 Materialwissenschaft 14.2.1 und 2, Medizin 16.2.10.

46 Wirtschaft und Recht 25.2.8.

47 Deutsch 5.2.2.

48 Englisch 6.2.19.

49 Englisch 6.2.19 und 20.

50 Ingenieurwissenschaften 12.2.5 und Wirtschaft und Recht 25.2.3.

51 Italienisch 13.2.1.

52 Informatik 11.2.5, Psychologie 19.2.3 und Sport 24.2.2 und 3.

Forderung mit dem besonderen Stellenwert der Disziplin im Rahmen des Fächerkanons: «Philosophie schult die allgemeinsten überfachlichen Kompetenzen und kann deswegen nicht zu anderen Fächergruppen zugeteilt werden; sie hat zur Aufgabe, Methodik und Logik überhaupt zu reflektieren und zu sichern; sie ist überfachlich und fächerübergreifend etwa auch darin, dass ohne sie der Graben zwischen Naturwissenschaften und anderen Disziplinen nicht überbrückt werden kann.»⁵³ Dies würde eine Änderung des Maturitätsanerkennungsreglements voraussetzen. Kurzfristig sollten zumindest alle Schulen die bestehenden Möglichkeiten (Freikurse und Ergänzungsfach) ausschöpfen.⁵⁴

- Russisch verlangt einen Ausbau des Angebots im Freifachbereich,⁵⁵ Religion ebenfalls, zusätzlich aber auch längerfristig die Einführung eines pluralistischen Pflichtfaches für alle Mittelschüler/innen.⁵⁶

Zusammen genommen würden alle diese Forderungen mindestens ein Semester mehr Unterricht ausmachen und damit die Rückkehr zu einem 4½ beziehungsweise 6½-Jahre dauernden Gymnasium bedeuten. Noch weiter geht bemerkenswerterweise die Kerngruppe Materialwissenschaft, die in ihrer ersten Empfehlung die Verlängerung der Mittelschule um ein ganzes Jahr anregt und wie folgt begründet: «Die Wahl eines beliebigen Studienfaches muss auf der Grundlage einer breiten Allgemeinbildung, unabhängig vom gewählten Profil, möglich sein. Das MAR garantiert ... den gleichberechtigten Zugang aller Maturandinnen und Maturanden zu allen Studienrichtungen. Durch die Reduktion von Schuldauer plus Kürzungen der Stundentafeln bei gleichzeitig steigenden Anforderungen ist dieser Garantie faktisch die Basis entzogen worden. Der Zugang zu allen Studienrichtungen mit jedem beliebigen Maturaprofil lässt sich unseres Erachtens aber nur gewährleisten, wenn die Mittelschuldauer um ein Jahr verlängert wird. Vorbereitungskurse an den Hochschulen ... können fehlende Allgemeinbildung nicht ersetzen.»⁵⁷

6.2.2 WENIGER WÄRE (MANCHMAL) MEHR

Viele Fachkonferenzen fordern aber nicht einfach generell mehr Unterrichtszeit, sondern haben sich bereits im Rahmen des HSGYM-Prozesses mit der Notwendigkeit, die Stoffprogramme zu präzisieren und zu reduzieren, auseinandergesetzt. Die Fachkonferenz Mathematik fordert in ihrer ersten Emp-

fehlung eine gründliche Überarbeitung und Präzisierung des (bestehenden) Stoffkatalogs «Grundkenntnisse Mathematik» durch Hochschulen und Mittelschulen gemeinsam – mit dem ausdrücklichen Ziel, die verbindlichen Anforderungen an die neuen, verschlechterten Rahmenbedingungen anzupassen.⁵⁸ Die amüsant-ironisch formulierten zehn Gebote im Anhang der Chemie-Empfehlungen sind als ebensolcher Versuch zu verstehen.⁵⁹ Auch die inhaltlichen Treffpunkte der Fachkonferenz Physik, insbesondere deren präzise «Positivliste» oder der minimale altsprachliche Lektürekanon sind nichts Anderes als Instrumente zur verbindlicheren Festlegung von stofflichen Anschlussprogrammen an der Schnittstelle und zur gleichzeitigen Entlastung der Mittelschullehrpersonen.⁶⁰

6.2.3 KOORDINIRTER IST BESSER: GEMEINSAME KONZEPTE

Viele Empfehlungen setzen sich mit den Möglichkeiten auseinander, die vielfältigen Optimierungsmöglichkeiten durch Koordination und engere Zusammenarbeit zwischen allen Fächern oder in Fachgruppen zu realisieren, ohne die einzelnen Fächer und Lehrpersonen zu überfordern.

- In mehreren Empfehlungen wird die gemeinsame Entwicklung eines Konzepts «Überfachliche Kompetenzen» für jede Schule gefordert.⁶¹
- Die Fachkonferenzen Alte Sprachen und Spanisch regen die Entwicklung einer verbindlichen sprachübergreifenden Basisgrammatik an, welche den Grammatikunterricht der Einzelsprachen entlasten könnte.⁶²
- Spanisch möchte die Schulleitungen in die Pflicht nehmen, «zusammen mit den Sprachlehrkräften ihrer Schule den Literaturunterricht in der Weise [zu koordinieren], dass die Mittelschulabgänger/innen besser in der Lage sind, mit literarischen Texten umzugehen.»⁶³
- Filmwissenschaft offeriert konkret, die Sprach-, Geschichts- und Bildnerisches Gestalten-Lehrpersonen mit einem Konzept zum reflektierteren Umgang mit dem Medium Film im Unterricht vertraut zu machen.⁶⁴
- Einer engeren Zusammenarbeit zwischen den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern reden Mathematik, Physik, Biologie und Geografie das Wort und plädieren vor allem für einen Ausbau der Interdisziplinarität:⁶⁵ «Die Naturwissenschaften werden als disparate Fächer empfunden und unterrichtet. Gemeinsame Projekte sollen die

53 Philosophie 17.2.4.

54 Philosophie 17.2.3.

55 Russisch 22.2.3.

56 Religion, 21.2.bis 4.

57 Materialwissenschaft 14.2.1.

58 Mathematik 15.2.1.

59 Chemie, Anhang «Zehn Gebote».

60 Physik 19.2.3.

61 Geografie 9.2.5, Geschichte 10.2.2, Italienisch 13.2.7.

62 Alte Sprachen 1.2.7, Spanisch 23.2.1.

63 Spanisch 23.2.2, ähnlich auch Englisch 6.2.5 und Französisch 8.2.10.

64 Filmwissenschaft 7.2.3 bis 5.

65 Biologie 3.2.6, Geografie 9.2.2, Mathematik 15.2.5, Physik 19.2.10.

gemeinsame Basis stärken und Synergien nutzen.»⁶⁶ In den Physik-Empfehlungen wird aber auch gefordert, dass im Mathematikunterricht stärker auf die mathematischen Bedürfnisse des physikalischen Formalisierens und Rechnens Rücksicht genommen werden sollte.⁶⁷

6.2.4 AUS- UND WEITERBILDUNG

Der Aus- und Weiterbildung für Gymnasiallehrpersonen kommt bei der Optimierung der Schnittstelle zentrale Bedeutung zu. Auf breiter Front werden in den Empfehlungen Forderungen zur Aus- und Weiterbildung für Gymnasiallehrpersonen vorgebracht, mit dem Ziel, die Schnittstelle zu optimieren:

- Die Kerngruppe Psychologie empfiehlt dringend, kurzfristig an allen Mittelschulen eine obligatorische Weiterbildung einzuführen, «welche die wissenschaftliche Methodik in verschiedenen Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften aufzeigt und besser in den Unterricht zu integrieren versucht». Sie begründet diesen Vorschlag mit dem überzeugenden Argument: «Die Mittelschule als Königsweg zu einer wissenschaftlichen Ausbildung hat in allen Fächern, sowohl in den sprach- und geisteswissenschaftlichen als auch naturwissenschaftlichen, die wissenschaftliche Methodik, Methodenkritik ... stärker zu betonen.»⁶⁸ Dazu sollten die Schulen und die Hochschulen eng zusammenarbeiten, indem Dozierende oder Studierende den Gymnasiallehrpersonen Einblick in ihre aktuelle wissenschaftliche Arbeit gewähren.⁶⁹
- Die Weiterbildungsprogramme am Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik (ZHSF) sollen grundsätzlich durch Mittelschule und Hochschule gemeinsam entwickelt werden.⁷⁰ Auch für die konkrete Weiterbildung selber sollten sich Hochschuldozierende direkt engagieren.⁷¹
- Universität und Mittelschulen sollen gemeinsam und interdisziplinär Verfahren der Texterschliessung und Textinterpretation erarbeiten und im Rahmen der Ausbildung und Weiterbildung am Institut für Gymnasial- und Berufspädagogik (IGB) vermitteln.⁷² Spanisch for-

dert Ähnliches bezüglich linguistischem Grundwissen der angehenden Mittelschullehrpersonen.⁷³

- Die Englischlehrer/innen sollen im Rahmen der Ausbildung intensiv auf die hohen Anforderungen vorbereitet werden, «advanced reading and writing skills» zu vermitteln.⁷⁴
- Der konsequente und effiziente Einsatz der Informationstechnologien muss in der Ausbildung der Gymnasiallehrpersonen am ZHSF in allen Fachrichtungen zu einem festen Bestandteil des Curriculums werden.⁷⁵ Als Übergangslösung während der Einführungsphase des Ergänzungsfachs Informatik soll das ZHFS eine berufsbegleitende, nachqualifizierende Weiterbildung für an Informatik interessierte Lehrpersonen anbieten, «die diese befähigt, das Fach Informatik an den Gymnasien zu unterrichten».⁷⁶

6.2.5 DER PROZESS MUSS WEITERGEHEN

Mehr als die Hälfte aller Kerngruppen und Fachkonferenzen sprechen sich dezidiert für eine Fortsetzung des Dialogs an der Schnittstelle aus und betrachten die dafür geschaffenen bisherigen Strukturen mit gewissen Nuancen als ausgesprochen geeignet.⁷⁷ Am weitesten geht dabei die Fachkonferenz Englisch, die von Schulleitungen und vom Kanton nachdrücklich die Bildung einer «unabhängigen Fachkonferenz Englisch» verlangt.⁷⁸

Neben der Fortsetzung der Schnittstellengespräche im Rahmen von paritätisch zusammengesetzten Kerngruppen und Fachkonferenzen werden auch weitere Formen des Dialogs vorgeschlagen: so etwa der Aufbau eines gemeinsamen Internetportals⁷⁹, die regelmässige Publikation eines Newsletters⁸⁰ an der Schnittstelle oder die generelle Einführung von Unterrichtskommissionen in allen universitären Instituten mit einer Vertretung der Mittelschulen für die Schnittstellenfragen.⁸¹

Inhaltlich setzen die verschiedenen Empfehlungen allerdings durchaus unterschiedliche Akzente und zählen eine ganze Reihe von möglichen Nachfolgeprojekten für die Kerngruppen und Fachkonferenzen auf:

66 Physik 19.2.10.

67 Physik 19.2.3. Praktisch die gleiche Forderung auch bei Wirtschaft und Recht 25.2.4.

68 Psychologie 19.2.4.

69 Psychologie 19.2.4 und Publizistik 20.2.7.

70 Geografie 9.2.3 und Geschichte.

71 Wirtschaft und Recht 25.2.5, siehe auch Alte Sprachen 1.2.14.

72 Alte Sprachen 1.2.14.

73 Spanisch 23.2.3.

74 Englisch 6.2.11.

75 Informatik 11.2.4.

76 Informatik 11.2.7.

77 Bildnerisches Gestalten 2.2.1, Biologie 3.2.8, Chemie 4.2.10, English Conclusion, Französisch 8.2.6, Geografie 9.2.6, Geschichte 10.2.3, Italienisch 13.2.4 und 5, Materialwissenschaft 14.2.3 und 7, Physik 19.2.11, Russisch 22.2.2, Spanisch 23.2.6, Wirtschaft und Recht 25.2.1.

78 English Conclusion.

79 Biologie 3.2.8, vgl. auch Geografie 9.2.6.

80 Wirtschaft und Recht 25.2.1.

81 Geografie 9.2.6.

- Wirtschaft und Recht regt unter anderem an, eine ständige Arbeitsgruppe mit der Überprüfung der Wirksamkeit der Optimierungsmassnahmen zu betrauen.⁸²
- Spanisch möchte, dass als gemeinsames Nachfolgeprojekt in allen Mittelschulfächern eigentliche Anforderungsprofile für Studienanfänger/innen erarbeitet und verabschiedet werden.⁸³
- Die Fachkonferenz Geschichte schlägt vor, diskursiv Kompetenzmodelle zu entwickeln, die «den Prozessen und Methoden historischen Denkens Gewicht geben».⁸⁴
- Die Kerngruppe Materialwissenschaft regt die gemeinsame Entwicklung von anspruchsvollen, lernfördernden Prüfungen und didaktischen Werkstätten vor, «in denen Vertretende von Mittel- und Hochschule gemeinsam Fachprojekte entwickeln und durchführen. D.h., dass die an der Hochschule Tätigen auch wieder einmal ein Klassenzimmer und die an der Mittelschule Tätigen einen Vorlesungssaal von innen sehen und somit ihre eigenen Unterrichtserfahrungen aus anderer Perspektive auffrischen könnten.»⁸⁵

7. FOLGERUNGEN

Die Arbeitsgruppe HSGYM schlägt Entwicklungsschritte auf zwei Ebenen vor: die koordinierte und begleitete Umsetzung der Empfehlungen und die Lancierung von Folgeprojekten.

7.1 UMSETZUNG DER EMPFEHLUNGEN

Die vorliegende Publikation der Ergebnisse des Projektes «Hochschulreife und Studierfähigkeit» stellt eine Zwischenstation im Prozess der Optimierung des Überganges und der Vernetzung an der Schnittstelle dar. Mit den fachspezifischen Analysen der Schnittstellenproblematik und den Empfehlungen ist eine solide Basis für gezielte und aufeinander abgestimmte Innovationen gelegt. Da sich die Empfehlungen an verschiedene Adressaten richten, wird auch der Umsetzungsprozess auf verschiedenen Ebenen eingeleitet werden müssen.

Ein Grossteil der Empfehlungen richtet sich direkt an Lehrpersonen und Dozierende. Die Fachschaften und Institute sind verantwortlich für die Umsetzung, für Akzentsetzungen im Hinblick auf eine Stärkung der Hochschulvorbereitung und für die Optimierung des Überganges vom Gymnasium an die Hochschule. Die Empfehlungen berücksichtigen die Lehrfreiheit der einzelnen Lehrpersonen und die Lehrplanfreiheit der einzelnen Schulen – mit der breiten Partizipation schafft das Projekt aber gleichzeitig auch Verbindlichkeit.

Bei einem Teil der Empfehlungen ist ein koordiniertes Vorgehen der Schulen und Institute angezeigt, da sie jeweils als Ganze angesprochen werden. Hier ist es wichtig, dass Strukturen für die Umsetzung geschaffen werden und der Dialog weitergeführt werden kann; ebenso wichtig erscheint uns, dass die Umsetzung der einzelnen Empfehlungen sorgfältig terminiert wird. Dass im Kanton Zürich im Jahr 2012

die Maturität vor die Sommerferien verschoben wird und das Gymnasium zusätzlich Zeit verliert, stellt eine Erschwernis für Entwicklungsschritte dar. Die Ergebnisse des Projektes können in den anstehenden Struktur- und Inhaltsdiskussionen wichtige Akzente setzen und Richtungen vorgeben.

Der Umsetzungsprozess soll, soweit dies möglich ist, begleitet und auf die Ergebnisse anderer Untersuchungen und auf andere Projekte an der Schnittstelle abgestimmt werden (z.B. EVAMAR II und Projekt «Selbst organisiertes Lernen» der Zürcher Bildungsdirektion). Für eine Koordination der Umsetzung der Empfehlungen schlagen wir vor:

Auf der Ebene der Fachschaften und Hochschul institute:

Jährliche Fachkonferenzen mit Berichterstattung über den Umsetzungsprozess, Reformschritte und Pilotprojekte an den Gymnasien und Hochschulen (Verantwortung: HSGYM bzw. Kerngruppen. Zeithorizont: 1 Jahr)

Auf der Ebene der Schulen:

Entwicklung eines Gesamtkonzeptes zur Vermittlung überfachlicher Kompetenzen im Fachunterricht und zur diesbezüglichen Koordination der Unterrichtsinhalte im Hinblick auf die Hochschulvorbereitung und den Übergang; Koordination mit dem Projekt «Selbst organisiertes Lernen», SOL im Kanton Zürich (Verantwortung: Schulleitungen und Delegierte der Lehrpersonenkonferenz, Bildungsdirektion. Zeithorizont: 2 Jahre)

Auf der Ebene der Schulleiter- und Lehrpersonenkonferenz:

Entwicklung von Leitlinien zur Hochschulvorbereitung in den letzten beiden Jahren des Gymnasiums («gymnasiale

82 Wirtschaft und Recht 25.2.7, ähnlich auch English Conclusion.

83 Spanisch 23.2.7, vgl. auch Materialwissenschaft 14.2.3.

84 Geschichte 10.2.3.

85 Materialwissenschaft 14.2.3 und 7.

Oberstufe»): Das Projekt bietet eine gute Grundlage für die Ausarbeitung von Leitlinien für Akzentsetzungen zur Hochschulvorbereitung. In Zusammenarbeit mit Hochschulvertretenden und mittels Absprache zwischen den einzelnen Schulen müsste in den einzelnen Gymnasien geprüft werden, welche Gefässe sich in den letzten beiden Jahren dafür eignen, die Ausrichtung auf die Hochschulen zu verstärken. Zu denken ist an Akzentuierungen im Ergänzungsfach, in Wahlkursen, bei der Maturaarbeit, im Projektunterricht und in Selbstlernprojekten. (Verantwortung: Schulleiter und Lehrpersonenkonferenz. Zeithorizont: 2 Jahre)

Auf der Ebene der Hochschulinstitute und -departemente:

Überprüfung der Einführungsphase an den universitären Hochschulen: Die Frage, wie die Hochschulen die Maturandinnen und Maturanden aufnehmen und damit den Übergang von ihrer Seite her gestalten, soll im Rahmen der Konsolidierung und Evaluation der Bolognaform erörtert werden. Dabei ist zu prüfen, welche Massnahmen sich zur Verbesserung der Bedingungen an der Schnittstelle anbieten. (Verantwortung: Hochschulinstitute und -departemente. Zeithorizont: 3 Jahre)

7.2 FOLGEPROJEKTE

Das Projekt «Hochschulreife und Studierfähigkeit» zeigt in vielerlei Hinsicht Handlungsbedarf auf; im intensiven Dialog sind ausserdem Ideen für weiterführende Initiativen entstanden. In den Augen der Projektleitung gilt es nun vor allem die folgenden Punkte zu bearbeiten:

- Weiterführung des Austausches und Institutionalisierung von HSGYM: Mit dem Projekt «Hochschulreife und Studierfähigkeit» wurde ein Netzwerk an der Schnittstelle aufgebaut, das auch in Zukunft für den Austausch und für die Diskussion anstehender bildungspolitischer Themen zur Verfügung stehen soll. Die Struktur von HSGYM mit Kerngruppen der Fächer, Fachkonferenzen, einem Strategieteam und einer «Konferenz an der Schnittstelle» soll den Umsetzungsprozess der Empfehlungen und die Folgeprojekte begleiten, den permanenten Informationsaustausch ermöglichen und den Reflexionsprozess über Ansprüche an zukünftige Studienanfänger/innen aufrechterhalten. Nach vier Jahren soll der Umsetzungsprozess evaluiert werden. (Zeithorizont: 4 Jahre)
- Aufbau einer Informationsplattform an der Schnittstelle: Eine Informationsplattform soll über laufende und geplante Projekte, über Weiterbildungsangebote und Möglichkeiten der Zusammenarbeit berichten und da-

mit den Austausch zwischen den Stufen erleichtern. (Zeithorizont: 2 Jahre)

- Gemeinsame Pilotprojekte von Mittel- und Hochschulen: Der Austausch hat gezeigt, dass ein virulentes Interesse an Projekten besteht, die von Mittel- und Hochschulvertretenden gemeinsam entwickelt werden und direkten Einfluss auf den Unterricht haben. Zu prüfen sind in diesem Zusammenhang die gemeinsame Entwicklung von Lehrmitteln, Unterrichts- und E-Learning-Einheiten, Formen der gemeinsamen Betreuung von Maturaarbeiten, Begabtenförderungsprogramme und Angebote, die den Studieneinstieg erleichtern. (Zeithorizont: 5 Jahre)
- Studieninformation: Die Studieninformation muss intensiviert und betreffend Form und Inhalten diskutiert werden, damit sich Maturandinnen und Maturanden genauere Vorstellungen vom zukünftigen Studium machen können. Diese Aufgabe soll vom Amt für Jugend und Berufsberatung, von der Studienberatung und den Mittel- und Hochschulen gemeinsam bearbeitet werden. (Zeithorizont: 2 Jahre)
- Weiterbildung: Die Nähe der Gymnasiallehrpersonen zur Hochschule soll nicht nur in der Fortsetzung des Dialoges in den Fachkonferenzen, sondern auch im Ausbau und in der Unterstützung der Weiterbildungsmöglichkeiten garantiert werden. (Zeithorizont: 2 Jahre)
- Gymnasiallehrerausbildung: Das Thema Hochschulvorbereitung soll in der Gymnasiallehrerausbildung ver-

Die Folgerungen im Überblick

Umsetzung der Empfehlungen:

- Begleitung der Umsetzung in Fachkonferenzen
- Gesamtkonzept überfachliche Kompetenzen und Koordination der Unterrichtsinhalte
- Leitlinien für Akzentsetzungen zur Hochschulvorbereitung an den Gymnasien
- Überprüfung der Einführungsphase an den universitären Hochschulen

Folgeprojekte:

- Weiterführung und Institutionalisierung des Austausches
 - Aufbau einer Informationsplattform an der Schnittstelle
 - Gemeinsame Pilotprojekte von Mittel- und Hochschulen
 - Ausbau der Studieninformation
 - Ausbau der Weiterbildung
 - Stärkung der Gymnasiallehrerausbildung
-

stärkt und die «obere Schnittstelle» soll intensiver als Bindeglied zwischen Gymnasien und Hochschulen genutzt werden. (Zeithorizont: 5 Jahre)

- Expertentätigkeit: Die Gymnasien sollen sich darum bemühen, bei Maturitätsprüfungen und Maturaarbeiten

Vertretende der Hochschulen für die Expertentätigkeit zu gewinnen. Die Hochschulen sollen ihrerseits die Expertentätigkeit an Mittelschulen unterstützen. (Zeithorizont: 2 Jahre)

8. SCHLUSS

Das Projekt hat die Befürchtungen nicht bestätigt, dass die Zürcher Mittel- und Hochschulen sich auseinander entwickelt hätten und der Übergang zunehmend einen Bruch in der Bildungskarriere junger Menschen darstelle. Die Ergebnisse des Dialoges zeugen vielmehr von einer insgesamt soliden Vorbereitung der Maturandinnen und Maturanden auf das Hochschulstudium, die Ausbildungsstufen sind in den wesentlichen Punkten gut aufeinander abgestimmt.

Ebenso falsch wie das Ausblenden der Stärken wäre aber ein Verharren in Passivität. Das Projekt hat in mehreren Bereichen Entwicklungspotenzial aufgedeckt, das im Interesse einer Optimierung des Übergangs rasch ausgeschöpft werden sollte. Das Gymnasium muss dabei nicht neu erfunden werden, aber es drängen sich Akzentsetzungen im Hinblick auf eine gezieltere Vorbereitung auf das Studium an der universitären Hochschule auf. Das akademische Selbstbewusstsein des Lehrkörpers bedarf einer Stärkung, das propädeutische und selbst organisierte Lernen der Schülerinnen und Schüler kann und soll sich intensivieren; nicht im Sinne einer Verwischung der Grenzen – wissenschaftliches Arbeiten findet an der Hochschule statt – aber im Sinne einer gezielteren Heranführung an akademische Arbeitsweisen.

Dass die Entwicklung von Studierfähigkeit und Hochschulreife eine zentrale, aber nicht die einzige Aufgabe des Gymnasiums darstellt, darf dabei nicht vergessen werden. Auch die Hochschulen sind gefordert, den Übergang aktiv mitzugestalten und die Aufgabe und Verantwortung nicht einseitig dem Gymnasium zu überlassen. Die notwendigen Entwicklungsschritte sollten nun eingeleitet werden; das Thema ist zu dringlich – so die Einschätzung vieler Beteiligter –, als dass man auf die Ergebnisse von auf lange Zeiträume angelegten Studien oder auf durch Kompetenzmodelle gesicherte Standards warten könnte.

Als erfolgreiches Modell hat sich die Projektanlage mit ihrer breiten Abstützung in der Praxis erwiesen. Lehrerinnen und Lehrer, Professorinnen und Professoren können die Entwicklung der Lernprozesse aus der Nähe betrachten und sind bereit, den Bildungsgang von Sekundär- und Tertiär-

stufe als Ganzes aufzufassen. Indem sie ihre Ansprüche und Ziele im Dialog klären, übernehmen sie gemeinsam Verantwortung für die Schnittstelle. Das Projekt hat damit wichtige Bindeglieder schaffen können, die das Auseinanderdriften der «Geschwister» auf dem Bildungsplatz Zürich zu unterbinden vermögen. Für die Sicherung und Entwicklung des Überganges von den Gymnasien an die Hochschulen sind aber auch gute bildungspolitische Rahmenbedingungen notwendig. Drei Themen haben sich diesbezüglich als bedeutsam abgezeichnet:

Ende der Verkürzungsdiskussion:

Die Diskussion der Ansprüche an künftige Studierende hat gezeigt, dass dem Gymnasium und den einzelnen Fächern mehr Zeit für die Hochschulvorbereitung zur Verfügung stehen sollte. Mit der im Kanton Zürich anstehenden Vorverlegung der Maturität wird eine Grenze erreicht, die nicht überschritten werden darf: Das Gymnasium kann seinem Auftrag der Hochschulvorbereitung nicht gerecht werden, wenn es noch mehr Zeit verliert.

Dialog statt formalisierte Standards

Der intensive Dialog der Praktiker an der Schnittstelle stellt einen guten Übergang sicher – mehr als dies formalisierte Standards oder Aufnahmeprüfungen an Hochschulen vermöchten. Es sind deshalb Strukturen zu schaffen und zu unterstützen, die diesen Dialog ermöglichen und lebendig erhalten.

Autonomer Gestaltungsraum

Ogleich mittlerweile ein Allgemeinplatz der bildungspolitischen Diskussion, muss als ein Ergebnis des Projektes auch betont werden, dass Bildung und damit Hochschulvorbereitung nur gelingen kann, wenn die einzelne Lehrperson den Raum und die Verantwortung behält, sie gut und autonom zu gestalten. Bildungspolitische Reformen, die diesen Raum einschränken, sind deshalb zu vermeiden, Schritte, die ihn vergrössern, zu unterstützen.



EVAMAR II: Die Ergebnisse in Kürze

13. November 2008

Der Hintergrund

EVAMAR ist eine Untersuchung im Auftrag von Bund (Eidgenössisches Departement des Innern EDI) und Kantonen (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren EDK). Mit dieser gross angelegten wissenschaftlichen Untersuchung lassen die politischen Behörden die seit 1995 veränderte gymnasiale Ausbildung und die Leistungen des Gymnasiums untersuchen.

- Phase I (EVAMAR I, 2002-2004): zeigte mittels schriftlicher Befragungen, dass die veränderte gymnasiale Ausbildung von den Direktbeteiligten grundsätzlich positiv aufgenommen wird.
- Phase II (EVAMAR II, 2005-2008): untersuchte mittels national durchgeführter Tests den Ausbildungsstand von Schülerinnen und Schülern vor der Matura in ausgewählten Fachbereichen und durchleuchtet Maturaarbeiten und schriftliche Maturitätsprüfungen.

Verantwortlich für die Durchführung von EVAMAR II ist Prof. Dr. Franz Eberle vom Institut für Gymnasial- und Berufspädagogik der Universität Zürich. Die Untersuchung der Maturaarbeiten erfolgte durch ein Team der Fachhochschule Nordwestschweiz (Pädagogische Hochschule) unter der Leitung von Prof. Dr. Carsten Quessel.

Eckdaten von EVAMAR II

3800 Maturandinnen und Maturanden aus der ganzen Schweiz (repräsentative Stichprobe) haben zwischen Mai und Juli 2007 Tests in den Fächern Erstsprache, Mathematik und Biologie absolviert. Ergänzend dazu hat sich ein Teil von ihnen auch einem überfachlichen Studier-Fähigkeitstest unterzogen.

Zusätzlich wurden schriftliche Maturitätsprüfungen und Maturaarbeiten von repräsentativen Stichproben aus dem Maturajahrgang 2006/2007 analysiert und verglichen.

EVAMAR II arbeitete mit eigens für diese Untersuchung entwickelten Fachtests. Basis dafür bildete die Analyse von Lehrmaterialien sowie von ersten Zwischenprüfungen der 16 universitären Studienfächer mit den höchsten Studierendenzahlen sowie eine ergänzende Befragung der Dozierenden (rund 150 Antwortende) der Lehrveranstaltungen dieser Fächer.

Was wurde getestet?

EVAMAR II untersucht *einen Ausschnitt* der gymnasialen Ausbildung.

- *Erstsprache*: Es wurden vor allem Sprachkompetenzen getestet, die für alle Studienrichtungen wichtig sind.
- *Mathematik*: Der Test enthält Aufgaben zu Inhalten, die für eine breite Anzahl von Studienfächern von Bedeutung sind.
- *Biologie*: Es wurde vorwiegend Wissen getestet, das vor allem für ein Biologie- oder Medizinstudium wichtig ist.
- *Überfachlicher Studier-Fähigkeitstest*: Der Test lehnt sich an den Eignungstest für das Medizinstudium an. Er ist ausgerichtet auf kognitive Fähigkeiten und setzt einen Schwerpunkt bei den Naturwissenschaften.

Die Ergebnisse

Der Ausbildungsstand der Maturandinnen und Maturanden ist in den untersuchten Bereichen zufrieden stellend. Am besten sind die Ergebnisse in Erstsprache, vor Mathematik und Biologie.

Sowohl zwischen Einzelpersonen als auch zwischen ganzen Klassen gibt es aber grosse Unterschiede in den Ergebnissen. Ein Teil der Maturandinnen und Maturanden verfügt über vermutlich ungenügende Kompetenzen in mindestens einem Testbereich. Interpretiert man allgemeine Studierfähigkeit dahin gehend, dass jeder Maturitätsausweis genügende Eingangskompetenzen für *alle möglichen* Studienfächer bescheinigen sollte, so ist dies für einen Teil der Maturandinnen und Maturanden nicht gegeben.

Dieser Befund ist allerdings nicht überraschend, denn die Matura kann auch mit ungenügenden Noten in einzelnen Fächern bestanden werden¹. 2007 hatten 4.7% der Schweizer Maturandinnen und Maturanden eine ungenügende Maturanote in der Erstsprache, 24.4% waren ungenügend in Mathematik, 5.6% hatten eine ungenügende Gesamtnote in Naturwissenschaften. Bei den schriftlichen Maturitätsprüfungen betrug der Anteil ungenügender Noten 19.6% in der Erstsprache und 41.4% in Mathematik. Offenbar kommt es bei den Maturaprüfungen häufig vor, dass mit einer guten Erfahrungsnote und mit einer guten Note im mündlichen Examen eine schlechte Note im schriftlichen Examen teilweise kompensiert wird.

Zusammenhang mit strukturellen Merkmalen

Im Bericht wird der Zusammenhang von Testergebnissen und strukturellen Gegebenheiten (z.B. Dauer des Gymnasiums) untersucht.

Dauer des Gymnasiums

Das Maturitätsanerkennungsreglement MAR lässt einen gewissen Spielraum bei der Gliederung und Dauer der Ausbildung bis zur Maturität: Die Dauer der Ausbildung bis zur Maturität beträgt inklusive Volksschule mindestens 12 Jahre. Die letzten vier Jahre müssen grundsätzlich am Gymnasium stattfinden. Ein dreijähriger Lehrgang am Gymnasium ist aber dann möglich, wenn auf der Sekundarstufe I eine gymnasiale Vorbildung erfolgt ist. Einige Kantone machen von dieser Möglichkeit zumindest teilweise Gebrauch (BE, JU, NE, VD).

Schülerinnen und Schüler, die mindestens vier Jahre an einem Gymnasium verbracht haben, haben überwiegend bessere Ergebnisse erbracht als jene, die das erste von vier Jahren teilweise ausserhalb des Gymnasiums (gymnasialer Unterricht auf Sekundarstufe I plus dreijähriges Gymnasium) absolvieren konnten.

Tab. 1: Mindestdauer am Gymnasium und Testergebnisse

	Erstsprache		Mathematik	Biologie	Überfachlicher Studier-Fähigkeitstest
	Deutschschweiz	Romandie			
mind. vier Jahre am Gymnasium	501	524	502	509	500
mind. drei Jahre am Gymnasium	488	500	482	477	487

Kurzzeitgymnasium oder Langzeitgymnasium

Einige Kantone kennen Langzeitgymnasien (Eintritt ins Gymnasium nach der Primarschule). Maturandinnen und Maturanden des Langzeitgymnasiums schnitten in fast allen Testbereichen leicht besser ab als jene des Kurzzeitgymnasiums (gymnasiale Ausbildung im Anschluss an die Sekundarstufe I).

¹ Die Promotionsregelung im Maturitätsanerkennungsreglement sieht unter anderem vor, dass eine ungenügende Note in einem Maturitätsfach (z.B. eine Drei) durch gute Noten in einem anderen Fach doppelt kompensiert werden kann (z.B. durch zwei Fünfen oder eine Sechs). Es dürfen nicht mehr als vier Noten unter Vier liegen.

Maturitätsquote

Die Maturitätsquoten in der Schweiz unterscheiden sich beträchtlich. 2007 haben gemäss Bundesamt für Statistik z.B. im Kanton Basel-Stadt 28.8% der jungen Erwachsenen einen gymnasialen Abschluss erworben, im Kanton St. Gallen waren es 13.6%.

Aufgrund der jetzt vorliegenden Untersuchungsergebnisse scheint es einen Zusammenhang zwischen der Maturitätsquote und dem durchschnittlichen Leistungsniveau in den getesteten Bereichen zu geben. Maturandinnen und Maturanden aus der Kantonsgruppe mit einer Maturitätsquote unter 17.5% (AG, AI, GL, NW, SG, SO, SZ, TG, VS, ZH) erzielten in den meisten Testbereichen bessere Ergebnisse als die Schülerinnen und Schüler aus der Kantonsgruppe mit einer Maturitätsquote über 19% (AR, BS, FR, JU, NE, SH, UR, VD).

Kanton

Ein Vergleich der Ergebnisse zwischen allen Einzelkantonen ist nicht möglich, weil dazu für jeden einzelnen Kanton eine repräsentative Stichprobe und damit mindestens eine Verdreifachung der Anzahl getesteter Personen notwendig gewesen wäre.

Einfluss von individuellen Merkmalen

Im Bericht wird die Einflussstärke von individuellen Merkmalen auf die Testergebnisse untersucht.

Geschlecht

Nicht überraschend sind die geschlechterspezifischen Ergebnisse. Maturandinnen haben eher in Erstsprache, Maturanden klar in Mathematik und im naturwissenschaftlich ausgerichteten überfachlichen Fähigkeitstest besser abgeschnitten. Dabei ist zu beachten, dass der prozentuale Anteil der jungen Frauen in der Stichprobe mit 58.2% wesentlich höher ist als jener der jungen Männer. Diese Verteilung gibt aber die schweizweiten Geschlechteranteile gut wieder.

Schwerpunktfach

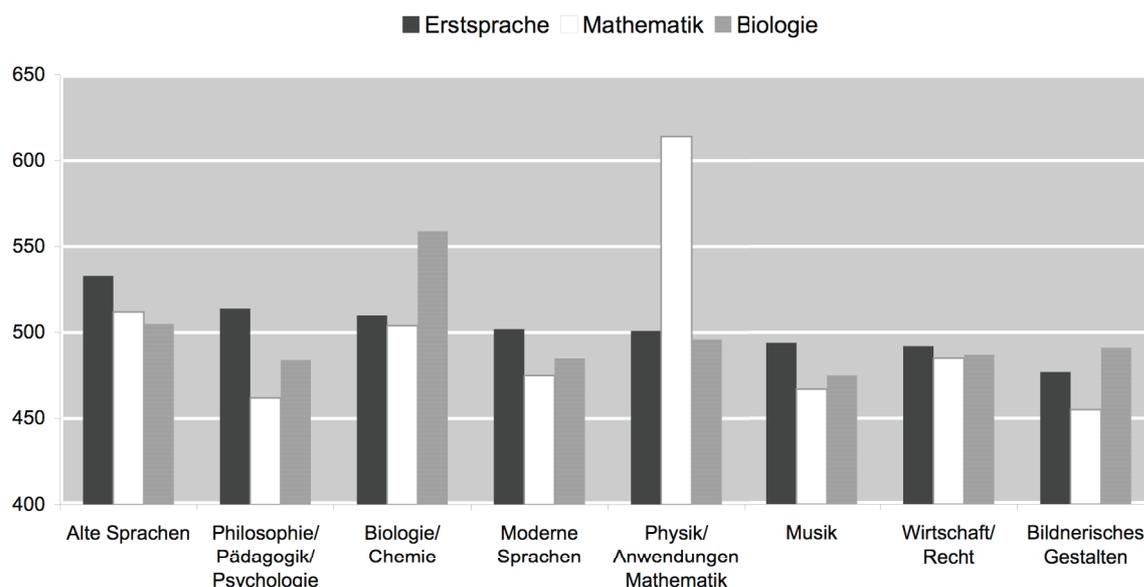
Seit der Reform der Maturitätsausbildung (MAR 1995) besuchen alle Gymnasiastinnen und Gymnasiasten die gleichen obligatorischen Grundlagenfächer und ergänzen diese mit je einem individuell gewählten Schwerpunkt- und Ergänzungsfach.

Zwischen den Schwerpunktfachgruppen gibt es erhebliche Unterschiede bei den Testergebnissen. Erwartungsgemäss schneiden die Schülerinnen und Schüler mit dem Schwerpunktfach „Physik und Anwendungen der Mathematik“ in Mathematik am besten ab, diejenigen mit Schwerpunktfach „Biologie und Chemie“ in Biologie. Die Schwerpunktfachgruppe „Alte Sprachen“ erreichte überall gute Resultate (die besten in Erstsprache), während die Schwerpunktfachgruppen „Musik“ und „Bildnerisches Gestalten“ sowie „Philosophie, Pädagogik, Psychologie (PPP)“ (hier mit Ausnahme des Testergebnisses in Erstsprache) generell weniger gut abschnitten.

Tab. 2: Schwerpunktfächer der Maturandinnen und Maturanden und Testergebnisse

	Alte Sprachen	Moderne Sprachen	Physik & Anwendungen Mathematik	Biologie & Chemie	Wirtschaft & Recht	PPP	Bildnerisches Gestalten	Musik
Ergebnis Erstsprache	533	502	501	510	492	514	477	494
Ergebnis Mathematik	512	475	614	504	485	462	455	467
Ergebnis Biologie	505	485	496	559	487	484	491	475

Grafik 1: Testergebnisse nach Schwerpunktfächern (absteigend sortiert nach Erstsprachen-Ergebnis)



Beim überfachlichen Studier-Fähigkeitstest, der in Anlehnung an den Eignungstest für das Medizinstudium überfachliche Kompetenzen misst (kognitive Fähigkeiten, Schwerpunkt bei Naturwissenschaftlichem), war die Schwerpunktfachgruppe „Physik und Anwendungen der Mathematik“ an der Spitze. Die Gruppen der neuen Schwerpunktfächer „PPP“ und „Bildnerisches Gestalten“ sowie in einem Bereich auch „Musik“ rangieren dagegen am Ende.

Qualität der schriftlichen Maturaprüfungen

Die schriftlichen Maturaprüfungen erweisen sich überwiegend als anspruchsvoll. Ein Grossteil der analysierten, an Maturaprüfungen eingesetzten Aufgaben erfordert verschiedene kognitive Fähigkeiten, eine reine Wiedergabe von auswendig gelerntem Wissen ist nicht ausreichend. Zudem decken sie Bereiche ab, die für die Studierfähigkeit von Bedeutung sind. Auf der anderen Seite konnten auch viele Prüfungen gefunden werden, welche diesem Bild nicht entsprechen. Insgesamt wird an den Schweizer Gymnasien recht Unterschiedliches geprüft.

Qualität der Maturaarbeiten

Die Qualität der untersuchten Maturaarbeiten ist mehrheitlich zufrieden stellend. Es zeigt sich, dass die grosse Mehrheit der Maturandinnen und Maturanden mit den Grundregeln wissenschaftlichen Arbeitens vertraut ist. Viele Hinweise sprechen dafür, dass es sich bei der Maturaarbeit um eine im Hinblick auf die Studierfähigkeit sinnvolle und ertragreiche Lern- und Prüfungsform handelt.

Mehr Informationen

- EVAMAR II: Kurzbericht (30 Seiten) www.igb.uzh.ch/forschungsprojekte/evamar.html
- Schlussbericht EVAMAR II (400 Seiten, momentan nur auf Deutsch vorliegend): www.sbf.admin.ch/evamar2.htm

Kontakt

Projektleiter Prof. Dr. Franz Eberle | T. +41 (0)43 305 66 92 | feberle@igb.uzh.ch

ZUSAMMENFASSUNG DER EMPFEHLUNGEN

Die in diesem Bericht formulierten Empfehlungen richten sich generell an die EDK und den Bund, auch wenn zum Teil die einzelnen Kantone als Träger oder sogar die einzelnen Gymnasien gefordert sind.

1. Strukturelle Unterschiede auf der Sekundarstufe I

Die gymnasiale Bildung bis zur Maturität ist unterschiedlich strukturiert, und die Vorbildung auf der Sekundarstufe I wird verschieden benannten und organisierten Schultypen zugeordnet; die Zulassungsverfahren sind entsprechend verschiedenartig. Den Kantonen wird deshalb empfohlen, zu überprüfen, ob unterschiedliche Vorbildungen auf den Besuch des gymnasialen Unterrichts nachteilige Auswirkungen zeitigen und wie solche gegebenenfalls vermindert oder behoben werden können.

2. Gymnasialer Fremdsprachenunterricht

Die Gymnasien werden mit dem unterschiedlichen Beginn des Fremdsprachenunterrichts an der Volksschule und mit unterschiedlichen Vorleistungen konfrontiert, die auf der Sekundarstufe I erbracht werden. Gleichzeitig müssen sie aber auch die von *HarmoS* festgelegten Standards und europäische Vorgaben im Sinne des Referenzrahmens und der Sprachportfolios berücksichtigen. Den Kantonen wird daher im Rahmen der EDK empfohlen, die zu erwerbenden Kompetenzen im Fremdsprachenunterricht auf der Sekundarstufe I gemeinsam und unabhängig von der zu bewältigenden Stofffülle zu definieren. Zur Festlegung der Niveaus auf der Sekundarstufe I und II soll der gemeinsame europäische Referenzrahmen für Sprachen (GER) als Basis dienen.

3. Basisstandards an der Volksschule

Die Bestrebungen der EDK, die Ziele des Unterrichts und die Strukturen zu harmonisieren sowie die Qualität und Durchlässigkeit des Schulsystems zu entwickeln und zu sichern, schliessen das Gymnasium mit ein. Es hat deshalb die von *HarmoS* entwickelten Basisstandards zur Kenntnis zu nehmen und am Ende der obligatorischen Schulzeit eine Standortbestimmung vorzunehmen. Den Kantonen wird empfohlen, diese Standortbestimmung an den für die Volksschule definierten Standards zu orientieren, damit die Gymnasien daraus die stufen- und typengerechten Konsequenzen ableiten können.

4. Grundauftrag und Schuldauer der Gymnasien

Der Grundauftrag der Gymnasien, wie er im MAR formuliert ist, bleibt bestehen. Die allgemeine Hochschulreife als Zulassungsvoraussetzung für Studiengänge an universitären Hochschulen in der Schweiz bleibt als Ziel im Zentrum. Der EDK und den Kantonen wird empfohlen, die Dauer der gymnasialen Bildungsgänge so festzulegen, dass ausreichend Lernzeit zur Erreichung der formulierten Ziele gewährleistet ist. Die gymnasiale Bildungszeit von mindestens vier Jahren hat sich im Prinzip bewährt. Entsprechend den Erkenntnissen aus EVAMAR II wird aber empfohlen, zu prüfen, ob über eine Änderung des MAR diese minimal vierjährige (Aus)Bildung nicht durchgehend an einem Gymnasium erfolgen sollte.

5. Profilierung und Autonomie der Gymnasien

Die verschiedenen Ausbildungswege auf der Sekundarstufe II sind klar voneinander zu unterscheiden, was partnerschaftliche Zusammenarbeit nicht ausschliesst. Den Kantonen wird empfohlen, generell den Gymnasien im Rahmen von mehrjährigen kantonalen Leistungsaufträgen mit Globalbudget innere Autonomie bzw. Teil-Autonomie als grundlegende Voraussetzung für die Sicherung und Entwicklung der Qualität sowie zur Profilierung der einzelnen Schulen zu gewähren. Dafür sind die entsprechenden finanziellen Mittel bereitzustellen. Die Gymnasien sollen über sachgerechte Qualitätsmanagementsysteme nach kantonalen Vorgaben verfügen, welche innerhalb der EDK aufeinander abzustimmen sind. Das Monito-

ring dieser Systeme ist durch interne und externe Evaluationen zu gewährleisten. Die Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen ist entsprechend dem gymnasialen Lehrauftrag und orientiert an wissenschaftlichen Standards sicherzustellen.

6. Lenkung und Entwicklung des Gymnasiums

PGYM empfiehlt der EDK, zur Unterstützung der Kantone bei der Weiterentwicklung des Gymnasiums, zur Sicherstellung seiner Funktion im Rahmen des Bildungssystems sowie zur Vertretung seiner Belange im Rahmen des Bildungswesens eine ständige EDK-Kommission mit ausreichenden Kompetenzen und Mitteln zu schaffen (vgl. auch Empfehlung 12).¹³⁰ Auch wird empfohlen, dass die Schweizerische Maturitätskommission SMK zu den bisherigen Aufgaben zusätzlich auf der Meta-Ebene die zentrale Aufgabe der Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung übernimmt.

7. Niveau und Breite der gymnasialen Maturität

Weil die gymnasiale Maturität der Königsweg zu Universität, ETH und Pädagogischer Hochschule bleibt und an der allgemeinen Hochschulreife als Zugangsberechtigung für alle Studienrichtungen unbedingt festgehalten werden soll, empfiehlt PGYM, dass im beiderseitigen Interesse die Erwartungen und Anforderungen im Dialog zwischen den Hochschulen und den Gymnasien formuliert und abgeglichen werden.

8. Zusammenarbeit Gymnasien / Hochschulen

Die Zusammenarbeit zwischen den Gymnasien und den Hochschulen muss vor allem in der direkten Begegnung von Gymnasiallehrkräften und Hochschuldozenten stattfinden, wofür sich die Weiterbildung im Besonderen eignet. Die Nahtstelle Gymnasium / Hochschulen betrifft alle Kantone. Deshalb empfiehlt PGYM, dass auf gesamtschweizerischer Ebene Formen der Zusammenarbeit gesucht und bestehende kantonale Kooperationsmodelle zum Vergleich beigezogen werden. Von Seiten der Hochschulen bestehen entsprechende Gremien (CRUS, COHEP, KFH). Wer die Gymnasien auf dieser Ebene repräsentiert, ist zu klären (EDK, KSGR, VSG, SMK). Die mit der Empfehlung 6 vorgeschlagene EDK-Kommission wird auch aus dieser Sicht unterstützt.

9. Selbständigkeit in der gymnasialen Ausbildung

Neben dem hohen fachlichen Niveau kommt dem selbständigen Lernen und Arbeiten (mit allen Implikationen wie Motivation, Selbstorganisation usw.) sowie den überfachlichen Kompetenzen eine immer grössere Bedeutung zu. Zwar wurden mit der Einführung der Maturaarbeit bereits grosse Fortschritte erzielt, die Selbständigkeit muss aber im Gymnasium mit geeigneten Lehr- und Lernformen weiter gezielt gefördert und über grössere Zeiträume geübt werden. Dies dient auch der besseren Vorbereitung auf den Kulturwechsel beim Eintritt in die Universität. PGYM empfiehlt deshalb, über interkantonale Absprachen oder einen entsprechenden Passus im MAR geeignete Massnahmen zu treffen und dabei auch bereits bewährte Formen des Selbstlernens in einzelnen Kantonen in die Überlegungen einzubeziehen.

10. Studienberatung

Die Studienwahl sollte langfristig vorbereitet und mit einem Gesamtkonzept über die gesamte Dauer des Gymnasium angelegt werden, auch deshalb, weil mit der Wahl des Maturitätsprofils (Schwerpunkt- und Ergänzungsfach) eine erste Entscheidung getroffen wird. PGYM empfiehlt, dass der Studienwahlprozess mit kantonaler Unterstützung von den Gymnasien (unter Einbezug der Ehemaligen), von der Studienberatung und von den Hochschulen gemeinsam gestaltet wird. Da auch die Gymnasiallehrkräfte in diesem Prozess eine wichtige Rolle spielen, sind sie gezielt auf diese Aufgabe vorzubereiten.

¹³⁰ Es ist Sache der Kantone, über die allfällige Gründung einer Mittelschulämterkonferenz zu befinden.

Nicht zuletzt durch die Bologna-Reform haben sich die Voraussetzungen für das Studium, die Studienstruktur und die Abschlussmöglichkeiten in den letzten Jahren erheblich verändert. PGYM empfiehlt daher eine neue, breit angelegte Untersuchung über Studienverlauf, Studienfachwechsel und Studienabbruch, die den neuen Fragestellungen Rechnung trägt. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Maturitätsausbildung und die Studienberatung sind zu prüfen und umzusetzen.

11. Fachhochschulen: Alternativen zu den Praktika

An den Fachhochschulen haben die Studierenden mit einer gymnasialen Maturität einen bedeutenden Anteil. Die Zulassung zu den Fachhochschulen erfordert laut Fachhochschulgesetz eine mindestens einjährige einschlägige Arbeitswelterfahrung. In verschiedenen Bereichen besteht ein gravierender Mangel an entsprechenden Praktikumsplätzen. PGYM empfiehlt der EDK, in Zusammenarbeit mit den zuständigen Bundesstellen Alternativen zu den vorgängigen Praktika (auch bezüglich des Zeitpunktes) zu prüfen, auch ausländische Modelle einzubeziehen und gegebenenfalls Anstoss für eine Anpassung der rechtlichen Grundlagen zu geben.

12. Weitere Abklärungen vor einer Gesamtreform des MAR 95

Nach Meinung von PGYM soll sich das Gymnasium auf der Grundlage von wissenschaftlichen Evaluationen wie EVAMAR I und EVAMAR II sowie weiteren Studien an die veränderten bildungspolitischen und gesellschaftlichen Gegebenheiten anpassen, wobei das Bildungsziel der Studierfähigkeit und Hochschulreife im Zentrum stehen soll. Die Veränderungen auf der Volksschulstufe, im Berufsbildungswesen und im Hochschulbereich sind in die Überlegungen ebenso einzubeziehen wie die Ergebnisse von EVAMAR II und von wegweisenden Reformschritten in einzelnen Kantonen. Zusätzliche Studien und Längsschnittuntersuchungen sollen beispielsweise der unterschiedlichen Maturitätsquote, den Prüfungserfolgen an den Hochschulen, dem Anforderungsprofil der einzelnen Schwerpunktfächergruppen oder der Genderfrage gelten. Obwohl das geltende MAR 95 in einzelnen Punkten bereits revidiert worden ist, empfiehlt PGYM, zunächst die Auswirkungen dieser Teilrevision 2007 zu evaluieren und erst anschliessend vor dem Hintergrund der Ergebnisse von EVAMAR II sowie einer Gesamtsicht des Gymnasiums bzw. der Sekundarstufe II eine umfassende Reform zu planen. Zudem sind die Gymnasien und ihre Träger aufzufordern, die für sie geltenden Schlüsse aus den Ergebnissen von EVAMAR II zu ziehen, die sich auch in den Empfehlungen von PGYM spiegeln. Bei Reformen auf nationaler Ebene und insbesondere bei den Vorbereitungen für eine Gesamtreform von MAR 95 sollen alle Akteure im gymnasialen Bildungsbereich einbezogen werden. Planung und Vorbereitung soll Sache der ständigen EDK-Kommission Gymnasium über den Einsatz entsprechender Projektorganisationen sein.

13. "Basale" Kompetenzen für Mathematik, Erstsprache und Englisch

Die Forderung nach „basalen“ Kompetenzen, wie sie von EVAMAR II erhoben wird, hätte so weitgehende Konsequenzen, dass PGYM empfiehlt, darüber zunächst eine vertiefte, breite Auseinandersetzung unter Einbezug von Alternativen (standardisierte Leistungstests) zu führen, bevor auf diesen Vorschlag näher eingetreten werden kann.

14. Gemeinsame Prüfungen als Alternativen zu Bildungsstandards

PGYM verzichtet im jetzigen Zeitpunkt auf die Empfehlung der Einführung von Bildungsstandards. Hingegen empfiehlt PGYM als alternatives Verfahren die Entwicklung von schulinternen und -übergreifenden Prüfungen (z. B. Einzel-, Orientierungs-, Semesterprüfungen bis hin zu Maturaprüfungen). Diese sollen im Auftrag eines einzelnen oder mehrerer Kantone von den Schulen und ihren Lehrpersonen – unter Beizug von Experten - erarbeitet werden. Damit vergleichbare Anforderungen sichergestellt sind, müssen Rahmenvorgaben für diese Prüfungen im Sinne von Verfahrensstandards (normative Rahmenvorgaben) zur Erarbeitung und Begutachtung von Prüfungen festgelegt werden. Auch die Maturitätsprüfungen sollen schulhausintern, aber nach kantonal einheitlichen Rahmenvorgaben und Qualitätsanforderungen konzipiert werden, allerdings nicht im Sinne einer Einheitsmatur. Anzustreben ist eine Harmonisierung zwischen den Kantonen, koordiniert durch die ständige EDK- Kommission Gymnasium.



Der Bildungsrat des Kantons Zürich

Beschluss vom 26. April 2010

16. Massnahmen zur Förderung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich

1. Ausgangslage

Kenntnisse über naturwissenschaftliche Phänomene und technische Vorgänge sind wichtige Bestandteile einer breiten Allgemeinbildung, die durch die öffentlichen Bildungsinstitutionen zu vermitteln sind. In einem ersten Überblick haben im März 2007 von der Bildungsdirektion befragte Expertinnen und Experten festgestellt, dass das Interesse und die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler und eines Teils der Lehrpersonen, sich mit Naturwissenschaft und Technik (NaTech) vertieft auseinanderzusetzen, eher bescheiden seien. Eine bessere Verankerung von Naturwissenschaften und Technik in der Allgemeinbildung wurde als wichtiges Ziel erachtet, das gefördert werden müsse. Einhellig wurde die Meinung vertreten, dass mit dem Aufbau von Erfahrungen, Einstellungen und Lernen früh begonnen werden sollte und sich der Lernprozess über alle Bildungsstufen erstrecken müsse. So lasse sich bei den Schülerinnen und Schülern ein nachhaltiges Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Themen aufbauen, das auch bei der Berufs- und Studienfachwahl zum Tragen kommen könne. Im Zusammenhang mit der Qualität des NaTech-Unterrichts seien insbesondere Verbesserungen in der Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen notwendig. Die Bildungsdirektion hat in der Folge beschlossen, die Situation der naturwissenschaftlichen und technischen Schulbildung im Kanton Zürich genauer untersuchen zu lassen. Aufgrund der Analyse sollten gegebenenfalls Massnahmen ergriffen werden, die zu einer besseren Verankerung von Naturwissenschaft und Technik in den allgemeinbildenden Schulen beitragen.

Im April 2008 hat die Bildungsdirektion das Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF beauftragt, die aktuelle Situation der naturwissenschaftlich-technischen Allgemeinbildung an der Volksschule und am Gymnasium zu untersuchen und Entwicklungsvorschläge zu machen. Die «Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich» vom Juli 2009 benennt verschiedene Defizite im Bereich der naturwissenschaftlich-technischen Schulbildung im Kanton Zürich. Die wichtigsten Befunde sind:

- Die Beschäftigung mit naturwissenschaftlich-technischen Themen setzt im Bildungswesen des Kantons Zürich zu spät ein. Besonders in Chemie und Physik gelingt es oft nicht, das Interesse der Schülerinnen und Schüler zu wecken.

- Die Lehrpersonen sind bezüglich Fachwissen und Fachdidaktik teilweise zu wenig gut auf die Anforderungen des Unterrichtens vorbereitet. Lehrpersonen der Volksschulstufe fühlen sich bei der Vermittlung von Themen aus Naturwissenschaft und Technik unsicher.
- An den Mittelschulen besteht ein erheblicher Nachwuchsmangel an Lehrpersonen für Naturwissenschaftsfächer (insbesondere Physik und Chemie). Um dieses Problem zu meistern müssten an den Hochschulen Massnahmen getroffen werden, um die Attraktivität der Studiengänge zur Gymnasiallehrperson zu steigern.
- Am Untergymnasium der Zürcher Mittelschulen ist der NaTech-Unterricht durch eine eher tiefe Stundendotation in den einzelnen Naturwissenschaftsfächern gekennzeichnet. Zudem erfordert der Umgang mit den Lern- und Verständnisschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler insbesondere in den als „schwierig“ geltenden Fächern Physik und Chemie besondere didaktische Fähigkeiten, die bei den Fachlehrpersonen nicht immer vorhanden sind.

Die Expertise macht 16 Empfehlungen, wie Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung besser verankert und die Unterrichtsqualität im NaTech-Bereich verbessert werden kann. Insbesondere werden Empfehlungen gemacht zur:

- Gewichtung und inhaltlichen Ausrichtung der Lehrpersonenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Zürich im Bereich von Naturwissenschaft und Technik;
- Weiterbildung von Lehrpersonen der Volksschule im Bereich des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts;
- Verbesserung der Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien für die Volksschulstufe;
- Stärkung des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts auf der Gymnasialstufe;
- Steigerung der Attraktivität der Ausbildung zu Gymnasiallehrpersonen für Naturwissenschaftsfächer (insbesondere Chemie und Physik) an der Universität Zürich und der ETH Zürich.

Die Ergebnisse und Empfehlungen der Expertise des ZHSF wurden im November 2009 mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Bildungsdirektion (Bildungsplanung, Volksschulamt, Mittelschul- und Berufsbildungsamt, Hochschulamt, Lehrmittelverlag), aus dem Volks- und Mittelschulbereich (Lehrpersonen, Schulleitungen) sowie Verantwortlichen der Lehrpersonenausbildung diskutiert und bewertet. Auf der Grundlage der Diskussionsergebnisse und der Expertise des ZHSF hat die Bildungsdirektion dem Bildungsrat im Februar 2010 den Bericht «Vorschläge zur Förderung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich» unterbreitet. Die Bildungsdirektion schlägt in diesem Bericht vor, die folgenden fünf Massnahmen in die Wege zu leiten: (1) Erarbeitung von fachlich und fachdidaktisch abgestützten Leitlinien für qualitativ guten NaTech-Unterricht; (2) Entwicklung und Zulassung qualitativ guter Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien für den NaTech-Unterricht auf allen Stufen der Volksschule; (3) Verbesserung der Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen der Volksschule im NaTech-Bereich; (4) Steigerung der Attraktivität der Ausbildung zur Gymnasiallehrperson in Naturwissenschaftsfächern sowie gezielte Weiterbildungsmassnahmen für Lehrpersonen an den Zürcher Mittelschulen; (5) Stärkung von Naturwissenschaft und Technik an den Zürcher Mittelschulen.

Der Bildungsrat hat in seiner Sitzung vom 15. Februar 2010 den Bericht und die Vorschläge der Bildungsdirektion erörtert. Die Förderung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung wurde dabei als wichtig und die gemachten Vorschläge als zielführend beurteilt. Der Bildungsrat hat die Bildungsdirektion deshalb beauftragt, dazu einen Grundsatzbeschluss des Bildungsrates vorzubereiten.

2. Erwägungen

2.1 Massnahmen

Gemäss Aussprache vom 15. Februar 2010 im Bildungsrat sind folgende Massnahmen zur stärkeren Verankerung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung und zur Verbesserung des NaTech-Unterrichts in die Wege zu leiten.

(1) Leitlinien für qualitativ guten NaTech-Unterricht

Die Expertise des ZHSF und der Bericht der Bildungsdirektion weisen darauf hin, dass es den Lehrpersonen der Volksschule zu wenig gelingt, die Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftlich-technische Themen zu interessieren und ihnen grundlegende naturwissenschaftliche Konzepte mit anschlussfähigem Wissen zu vermitteln. Auf didaktischer Ebene fehlen vielen Lehrpersonen die Kenntnisse über und die Erfahrung im Umgang mit geeigneten Lehr- und Lernmethoden im Bereich NaTech, um bei den Kindern und Jugendlichen die Neugier und das Verständnis für naturwissenschaftliche Vorgänge zu wecken und entsprechende Fachthemen stufengerecht zu behandeln. Dazu gehört auch die Frage des interdisziplinären Unterrichts.

Es sind deshalb fachdidaktisch abgestützte Leitlinien für guten und lernwirksamen NaTech-Unterricht sowie für überfachliche Themen im Bereich „Natur und Technik“ für alle Stufen der Volksschule zu entwickeln. Die Leitlinien bilden die Grundlage für die Gestaltung der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen der Volksschule, für die Beurteilung bestehender und die Entwicklung neuer Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien und schliesslich auch für die Entwicklung lernwirksamen Unterrichts. Teil dieser Leitlinien ist auch eine fachlich und fachdidaktisch fundierte, stufendurchgängige Konzeption von NaTech-Unterricht vom Kindergarten bis in die Sekundarstufe I im Sinne eines Spiralcurriculums. Die Leitlinien sind auf die Harnos-Bildungsstandards und auf die laufenden Arbeiten am Deutschschweizer Lehrplan 21 abzustimmen.

Das Volksschulamt wird beauftragt, in Zusammenarbeit mit der Bildungsplanung die Erarbeitung dieser Leitlinien an die Hand zu nehmen. Die Arbeit erfolgt in enger Zusammenarbeit mit geeigneten Institutionen. Für den Bereich der Sekundarstufe I sind über das Mittelschul- und Berufsbildungsamt auch die Mittelschulen miteinzubeziehen. Über die Arbeiten ist dem Bildungsrat bis Ende 2010 Bericht zu erstatten.

(2) *Entwicklung und Zulassung qualitativ guter Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien*

Für die Volksschule bestehen im Kanton Zürich Lehrmittel, die zum Teil inhaltlich gut aufgebaut sind und den heutigen fachdidaktischen Prinzipien entsprechen. Sie werden aber von vielen Lehrpersonen aus unterschiedlichen Gründen nicht verwendet. Teilweise sind die Lehrmittel aber auch veraltet. Insbesondere fehlen für fächerübergreifenden Unterricht geeignete Lehrmittel. Gemäss Expertise und Bericht der Bildungsdirektion ist auf allen Stufen der Volksschule eine Weiter- bzw. Neuentwicklung von Lehrmitteln und Unterrichtsmaterialien im naturwissenschaftlich-technischen Bereich notwendig. Insbesondere fehlen für die Volksschule stufendurchgängige, inhaltlich aufeinander aufbauende Lehrmittel.

Auf der Grundlage der „Leitlinien für qualitativ guten NaTech-Unterricht“ sind die bestehenden Lehrmittel auf ihre Qualität hin zu überprüfen und wo notwendig neue Lehrmittel zu entwickeln. In diesem Zusammenhang ist die Erarbeitung stufendurchgängiger Lehrmittel vom Kindergarten bis zum Ende der Sekundarstufe I der Volksschule zu prüfen.

Für die Sekundarstufe I (7. und 8. Schuljahr) sollen Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien entwickelt werden, die auch fächerübergreifenden Unterricht ermöglichen und neben der Sekundarstufe der Volksschule auch vom Untergymnasium genutzt werden können.

Die kantonale Lehrmittelkommission (KLK) wird eingeladen, eine Lehrmittelplanung für den NaTech-Unterricht an der Volksschule vorzunehmen. Das Lehrmittelsekretariat im Volksschulamt wird beauftragt, zuhanden der kantonalen Lehrmittelkommission die entsprechenden Vorbereitungsarbeiten aufzunehmen.

Das Volksschulamt wird beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem Mittelschul- und Berufsbildungsamt und dem Lehrmittelverlag des Kantons Zürich die Entwicklung von Lehrmitteln und Unterrichtsmaterialien für den Physik-, Chemie- und Biologieunterricht sowie für fächerübergreifenden NaTech-Unterricht für die Sekundarstufe I (7. und 8. Schuljahr) in die Wege zu leiten.

Über den Stand der Arbeiten in beiden Auftragsbereichen erstattet die Bildungsdirektion dem Bildungsrat bis spätestens Ende 2011 Bericht.

(3) *Verbesserung der Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen der Volksschule*

Expertise und Bericht der Bildungsdirektion zeigen, dass zum einen die Ausbildung in den Naturwissenschaftsfächern an der Pädagogischen Hochschule Zürich zu wenig Vertiefung bezüglich Fachwissen und fachdidaktischen Fragen zulässt, zum andern ein Grossteil der Studierenden naturwissenschaftlich-technische Fächer nicht wählt. Dadurch fehlen den Lehrpersonen – insbesondere in den Fächern Physik und Chemie – die notwendigen fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen. Sie wagen sich deshalb in der Unterrichtspraxis auch nicht an diese Themen heran. Trotz – oder wegen – dieser Unsicherheit nehmen Volksschullehrpersonen kaum fachliche oder fachdidaktische Weiterbildungsangebote im

NaTech-Bereich in Anspruch. Eine Folge davon ist, dass sich viele Lehrpersonen der Volksschule auf Themen aus der Biologie beschränken.

Um die Kompetenzen der Lehrpersonen zu verbessern, soll das Studienfach „Natur und Technik“ in der Ausbildung an der Pädagogischen Hochschule Zürich gestärkt werden. Geeignete Massnahmen, wie zum Beispiel die Gestaltung der Fächerprofile und Studiengänge, die Förderung von Masterarbeiten im NaTech-Bereich oder eine Flexibilisierung der Zugangsregelungen können dazu dienen, das Studium im Fachbereich „Natur und Technik“ attraktiver, aber auch verbindlicher zu gestalten.

Durch Anpassungen und Ergänzungen bei der Gestaltung der Studiengänge und im Lehrangebot der Pädagogischen Hochschule Zürich soll die Ausbildung und die Weiterbildung der Volksschullehrpersonen im NaTech-Bereich verbessert werden. Insbesondere sind auch Massnahmen zu treffen, um den NaTech-Unterricht durch gezielte unterrichtspraktische Weiterbildung an den Schulen inhaltlich und didaktisch zu verbessern.

Die Pädagogische Hochschule Zürich wird eingeladen, Massnahmen zu entwickeln, die durch die Gestaltung der Studiengänge sowie Ergänzungen im Lehrangebot die Ausbildung der Volksschullehrpersonen im Bereich Naturwissenschaft und Technik verbessern und die Attraktivität der Aus- und Weiterbildung in diesem Fachbereich steigern.

Ergänzend dazu wird das Volksschulamt beauftragt, in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Zürich, dem Life Science Learning Center der Universität Zürich, dem MINT-Lernzentrum der ETH Zürich sowie Vertreterinnen und Vertretern von Schulleitungen und Lehrpersonen aller Stufen der Volksschule Vorschläge für die Weiterbildung der Lehrpersonen im NaTech-Unterricht zu erarbeiten. Über den Stand der Arbeiten erstattet die Bildungsdirektion dem Bildungsrat bis Ende 2011 Bericht.

(4) *Steigerung der Attraktivität der Ausbildung zur Gymnasiallehrperson in Naturwissenschaftsfächern*

Expertise und Bericht der Bildungsdirektion weisen auf einen ausgeprägten Nachwuchsmangel an qualifizierten Lehrpersonen an den Zürcher Mittelschulen für die Fächer Chemie und Physik hin. Die Folge davon ist, dass der Unterricht in diesen Fächern inzwischen teilweise auch von Lehrpersonen erteilt werden muss, die nicht über die erforderliche fachdidaktische Ausbildung und Praxiserfahrung verfügen. Generell – so die Expertise – muss der universitäre Studiengang „Lehrdiplom für Maturitätsschulen“ (andernorts Studiengang „Master of Advanced Studies in Secondary and Higher Education“ MAS-SHE) für den Bereich Naturwissenschaften attraktiver gestaltet werden. Studierende naturwissenschaftlicher Studienrichtungen an der Universität Zürich und der ETH Zürich, die an der Lehrtätigkeit auf der Gymnasialstufe interessiert sind, müssen frühzeitig durch pädagogisch-didaktische Themen und entsprechende Lehrveranstaltungen im Wahlpflichtbereich auf diesen Masterstudiengang hingeführt werden.

Das Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF wird eingeladen, in Zusammenarbeit mit der Universität Zürich und der ETH Zürich Vorschläge zu entwickeln, wie die Attraktivität der Ausbildung zur Gymnasiallehrperson in NaTech-Fächern gesteigert werden kann. Dabei ist auch ein Ausbildungskonzept zu prüfen, das qualifizierten und geeigneten

neten Fachpersonen aus naturwissenschaftlichen und technischen Berufsfeldern ermöglicht, voll- oder teilzeitlich in die Lehramtstätigkeit an Mittelschulen einzusteigen.

(5) Stärkung von Naturwissenschaft und Technik an den Zürcher Mittelschulen

Expertise und Bericht der Bildungsdirektion kommen zum Schluss, dass der naturwissenschaftliche Unterricht auch an den Mittelschulen gestärkt und verbessert werden muss. Die Lernenden sollen grundlegende naturwissenschaftliche Konzepte verstehen und grösseres Interesse an Naturwissenschaft und Technik entwickeln. In den Grundlagenfächern Chemie und Physik soll der Fokus weniger auf Fachwissen und vermehrt auf grundlegende naturwissenschaftliche Zusammenhänge gerichtet werden.

Im Weiteren weist die Expertise auf didaktische Schwierigkeiten in den Fächern Chemie und Physik hin. Einem Teil der Lehrpersonen gelinge es nicht in genügendem Mass, den Unterricht am Vorwissen, den Interessen und den Alltagsbezügen der Schülerinnen und Schüler zu orientieren. Am Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF sollen deshalb in Zusammenarbeit mit dem Mittelschul- und Berufsbildungsamt geeignete didaktische Weiterbildungsangebote für Mittelschullehrpersonen bereitgestellt werden.

Die Schülerinnen und Schüler haben auf Grund der begrenzten Stundendotation am Untergymnasium in den naturwissenschaftlichen Fächern – insbesondere in Chemie und Physik – wenig Gelegenheit, sich vertiefter mit den Inhalten dieser Fächer auseinanderzusetzen.

Das Mittelschul- und Berufsbildungsamt wird deshalb beauftragt, in Zusammenarbeit mit den Mittelschulen und dem Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF geeignete Massnahmen zu entwickeln, um den Bereich Naturwissenschaften an den Zürcher Mittelschulen zu stärken und den NaTech-Unterricht zu verbessern.

2.2 Projektorganisation und weiteres Vorgehen

Das Volksschulamt und das Mittelschul- und Berufsbildungsamt werden mit der Umsetzung der beschriebenen Massnahmen beauftragt. Sie entwickeln dazu die notwendigen Auftragsbeschreibungen, setzen die für ihre Arbeiten erforderliche Projektorganisation ein und planen die dafür notwendigen personellen und finanziellen Mittel.

Die Arbeiten zur Realisierung der genannten Massnahmen müssen aufeinander abgestimmt werden. Die Bildungsplanung wird deshalb beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem Volksschulamt, dem Mittelschul- und Berufsbildungsamt und dem Hochschulamt eine Steuergruppe mit Vertreterinnen und Vertretern der beteiligten Ämter einzusetzen. Die Steuergruppe diskutiert die von den Ämtern ausgearbeiteten Auftragsbeschreibungen und stimmt diese aufeinander ab.

Die Erarbeitung der Massnahmen und deren Umsetzung sind breit abzustützen. Die Beteiligten – insbesondere Schulleitungen, Lehrpersonen sowie Fachleute der Fachdidaktik – sind von den Ämtern in die Arbeiten miteinzubeziehen. Bei Bedarf werden Aufträge an Dritte vergeben.

Die Bildungsdirektion erstellt Ende 2011 einen Zwischenbericht über den Stand der Arbeiten.

Auf Antrag der Bildungsdirektion

b e s c h l i e s s t d e r B i l d u n g s r a t :

- I. Die Bildungsdirektion (Bildungsplanung, Volksschulamt, Mittelschul- und Berufsbildungsamt, Hochschulamt) wird beauftragt, die Massnahmen gemäss den Erwägungen 2.1 zur «Förderung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich» umzusetzen.
- II. Die Pädagogische Hochschule Zürich wird eingeladen, die Massnahmen gemäss den Erwägungen 2.1 in ihrem Verantwortungsbereich umzusetzen.
- III. Das Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF wird eingeladen, in Zusammenarbeit mit seinen Trägerorganisationen Universität Zürich, ETH Zürich und Pädagogische Hochschule Zürich die Massnahmen gemäss den Erwägungen 2.1 in ihrem Verantwortungsbereich umzusetzen.
- IV. Die Bildungsdirektion wird beauftragt, dem Bildungsrat bis spätestens Ende 2011 einen Bericht über die Arbeiten in den fünf Massnahmenbereichen vorzulegen.
- V. Publikation des Bildungsratsbeschlusses in geeigneter Form im Schulblatt und im Internet sowie mittels einer Medienmitteilung
- VI. Publikation des Berichtes der Bildungsdirektion «Vorschläge zur Förderung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich» vom 15. Februar 2010 und der «Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich» des Zürcher Hochschulinstitutes für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF vom 8. Juli 2009 im Internet.
- VII. Mitteilung an:

Bildungsdirektion (Bildungsplanung, Volksschulamt, Mittelschul- und Berufsbildungsamt, Hochschulamt, Lehrmittelverlag), Kantonale Lehrmittelkommission, Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik ZHSF, Universität Zürich, ETH Zürich, Pädagogische Hochschule Zürich, Fachhochschulrat.

Für den richtigen Auszug

Die Aktuarin:



Dr. Cornelia Lüthy

[Deutscheschweizerische Mathematik-Kommission](#)[Eine Kommission des Vereins Schweizerischer Mathematik- und Physiklehrkräfte](#)

- [home](#)
- [portrait](#)
- [mitglieder](#)
- [lehrmittel](#)
- [aktuell](#)
- [projekte](#)
- [kurse](#)
- [kaenguru](#)
- [links](#)
- [kontakt](#)

Grundkenntnisse

(Ein Projekt aus dem Jahre 1997)

Wie bekannt ist, hat im Jahre 1990 die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) einen "Katalog Grundkenntnisse in Mathematik" veröffentlicht. Das Ziel dieses Dokuments bestand darin, den Stoff festzulegen, über den Studierende beim Eintritt in eine schweizerische Hochschule verfügen müssen, weil er zu Studienbeginn als bekannt vorausgesetzt wird. In der Zwischenzeit haben sich einige Rahmenbedingungen für den gymnasialen und den universitären Unterricht verändert. Es wurde ein neues Reglement über die Anerkennung von gymnasialen Maturitätsausweisen (MAR) erlassen. Moderne technische Hilfsmittel eröffnen neue Möglichkeiten, stellen aber auch zusätzliche Anforderungen an Gesellschaft und Schule. Die DMK hielt es daher für angebracht, die Schnittstelle zwischen Gymnasien und Hochschulen zu überprüfen. In Zusammenarbeit mit einer Kommission der ETH Zürich wurde eine erste Fassung "Katalog der Grundkenntnisse in Mathematik DMK 1997" erstellt und zur Vernehmlassung gebracht. Eine grosse Mehrheit der Vernehmlassungspartner begrüsst das Vorhaben der DMK. Acht Hochschulen, ca. 30 Gymnasien und diverse Einzelpersonen lieferten ein Feedback. Die hier vorgelegte Fassung trägt den eingegangenen Stellungnahmen Rechnung. Der unter Teil B aufgeführte Stoffplan mag sich in manchen Punkten nur unwesentlich vom 1990 herausgegebenen Katalog der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) unterscheiden. Dennoch wurde versucht, neue Akzente zu setzen. Die DMK ist sich bewusst, dass eine Stoffliste nicht ausreicht, den Gehalt des Mathematikunterrichtes zu umschreiben. Deshalb möchte sie, gestützt auf den Rahmenlehrplan Mathematik, im Teil A einige grundsätzliche Ziele formulieren, die ihrer Meinung nach die Basis für die Umsetzung des in Teil B beschriebenen Stoffes bilden.

Teil A : Allgemeine Ziele

Der Mathematikunterricht soll den Gymnasiastinnen und Gymnasiasten folgende Grunderfahrungen ermöglichen:

- Mathematik ist ein sich fortwährend weiter entwickelndes Netz von Ideen, Begriffen und Erkenntnissen. Oft bestehen zwischen diesen unvermutete Zusammenhänge und es gibt überraschende Phänomene und Muster, die sich mit Phantasie entdecken und durchschauen lassen.
- Für die Auseinandersetzung mit Mathematik sind der Drang nach Erkenntnis, ästhetische Gesichtspunkte und Aspekte der Anwendung treibende Kräfte.
- Durch den Prozess des Modellbildens und Mathematisierens gewinnt man mit Hilfe mathematischer Methoden Einsichten über die uns umgebende Wirklichkeit, die anderswie wohl nicht zu erhalten sind. Dadurch ermöglicht die Mathematik eine Fülle von Anwendungen in verschiedenen Disziplinen. Dementsprechend erfordert der Umgang mit Mathematik ethisches Verantwortungsbewusstsein.
- Der Mathematikunterricht ist ein sozialer Prozess, bei dem die Beteiligten einerseits durch Gedankenaustausch, und andererseits durch eigenes Nachdenken mathematisches Verständnis aufbauen. Durch die historische Dimension des Faches findet eine Kommunikation über viele Generationen hinweg statt.

Aus dieser Sicht ergibt sich, dass mindestens eine Auswahl der folgenden Gegenstände im Unterricht zur Sprache kommen soll. Sie erscheinen hier, und nicht im Stoffkatalog, weil es weder zweckmässig noch wünschenswert ist, sie im Detail vorzuschreiben.

1. Logische Denkmuster, wie die Unterscheidung von notwendigen und hinreichenden Bedingungen, die Formulierung der Negation von Aussagen, die Methode des indirekten Beweises, die Beweismethode der vollständigen Induktion.
2. Mathematische Modelle, z.B. lineare Optimierung, Funktionen als Modelle, Wachstums- und Zerfallsprozesse, Anwendungen der Analysis in der Physik.

3. Algorithmen, wie Euklidischer Algorithmus, Horner-Schema, iterative Verfahren zur Lösung nichtlinearer Gleichungen, numerische Integration, Simulation in der Stochastik.

Ganz grundsätzlich sollen, wo immer sinnvoll und möglich, informationstechnische Hilfsmittel zur Unterstützung des Mathematikunterrichts eingesetzt werden.

Teil B : Stoffkatalog

Die im folgenden aufgeführten Gegenstände sollen im Hochschulunterricht ohne weiteres verwendet werden können. Es wird also erwartet, dass die Studierenden die Begriffe kennen, mit ihnen gearbeitet haben und ohne lange Einarbeitung wieder sicher damit umgehen können.

1. Algebra

1.1 Variable, Terme, Gleichungen, Ungleichungen

1.2 Lineare Gleichungssysteme, Spezialfälle exemplarisch

1.3 Reelle Zahlen, nichtlineare Gleichungen, der Spezialfall der quadratischen Gleichung

1.4 Potenzen und Potenzrechenregeln, Logarithmen und Logarithmenregeln

2. Stochastik

2.1 Kombinatorik: Zählprinzipien, Permutationen, Binomialkoeffizienten

2.2 Wahrscheinlichkeit: Zufallsexperimente, Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten, Binomialverteilung

2.3 Statistik: Kennzahlen und einfache grafische Darstellungen von Daten, beurteilende Statistik (Tests oder Vertrauensintervalle) via Simulation oder/und Binomialverteilung

3. Analysis

3.1 Funktionsbegriff und verschiedene Arten der Beschreibung von Funktionen (Funktionsgleichung, Zuordnungsvorschrift, Input-Output-Schema)

3.2 Grundfunktionen und ihre graphische Darstellung (Polynome, einfache rationale Funktionen, trigonometrische Funktionen, Exponential- und Logarithmusfunktion)

3.3 Beschreibende Eigenschaften von Funktionen im anschaulichen Sinn (Monotonie, Symmetrie, Stetigkeit, Periodizität, asymptotisches Verhalten)

3.4 Begriff der Umkehrfunktion an konkreten Beispielen

3.5 Begriff der Ableitung auf der Grundlage eines intuitiven Grenzwertbegriffs, verschiedene Erscheinungsformen der Ableitung (insbesondere Tangentensteigung, Geschwindigkeit, Änderungsrate)

3.6 Ableitungen der Grundfunktionen x^r , $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$, $\exp(x)$, $\ln(x)$

3.7 Ableitungsregeln: Summen-, Produkt- und Quotientenregel, Kettenregel

3.8 Begriff des bestimmten Integrals, verschiedene Erscheinungsformen des bestimmten Integrals (insbesondere Flächeninhalt, Arbeit, Mittelwert)

3.9 Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung

4. Geometrie

4.1 Elementargeometrie: Flächeninhalte (Dreiecke, Vierecke, Kreis), Strahlensätze, Ähnlichkeit, Satz von Pythagoras

4.2 Trigonometrie: Definition der Winkelfunktionen am Einheitskreis, Sinus- und Cosinussatz, Additionstheoreme, harmonische Schwingungen

4.3 Anschauliche Darstellung von räumlichen Situationen (Schrägbilder). Oberfläche und Rauminhalt von Prisma, Pyramide, Zylinder, Kegel, Kugel

4.4 Vektorgeometrie: elementare Operationen mit Vektoren, Skalarprodukt. Darstellung von Geraden, Ebenen, gegenseitige Lage