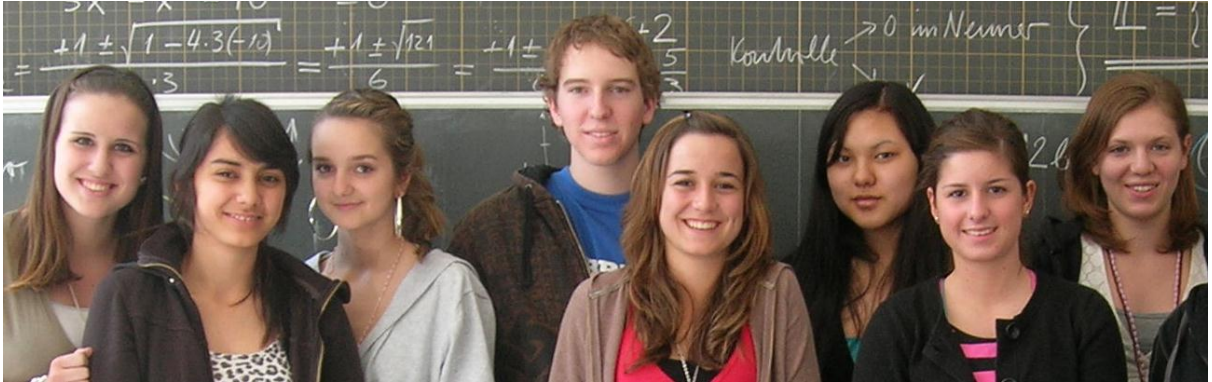


MINT GYMNASIUM

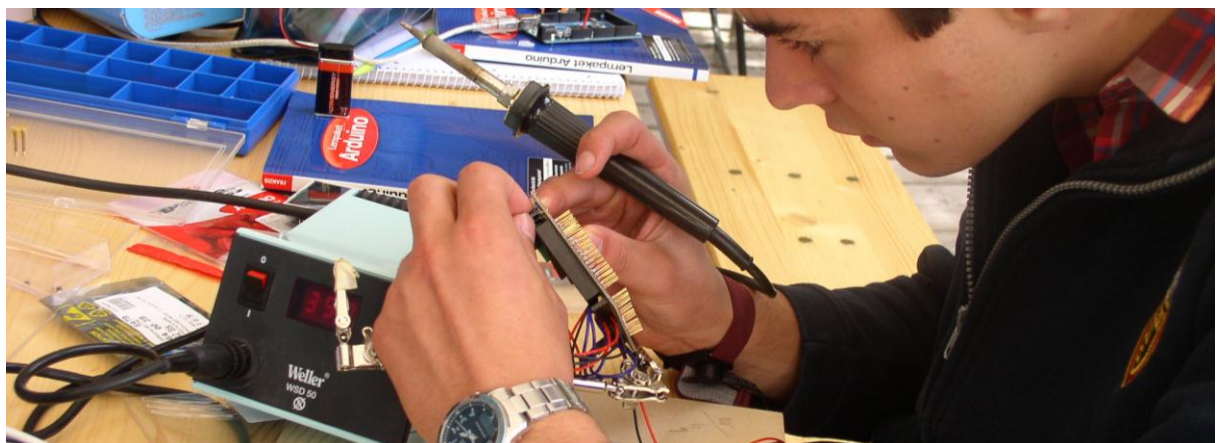
Überlegungen zur Problematik in den Fächern Mathematik - Informatik - Naturwissenschaft - Technik
Ergebnisse der MUPET-Befragungen von 8000 Lernenden aus allen Sprachregionen der Schweiz zu
Beginn des Gymnasiums und kurz vor der Maturprüfung in den Jahren 2011 bis 2013
Vorschläge für mögliche Massnahmen im Gymnasialbereich



BILDUNGSPOLITISCHER BERICHT

Umfeld - Umfragen - Massnahmen - Umsetzung

Hans Peter Dreyer



MUPET = **M**athematik- **u**nd **P**hysik-**E**ntwicklung am Gymnasium mit Berücksichtigung der **T**echnik
Diese Arbeit wurde unterstützt durch die ETH Zürich und die Kantonsschule Wattwil (SG).

Zürich 2014 - www.math.ch/mupet

Hintergrund

Das Projekt MUPET, in dessen Rahmen dieser Bericht entstanden ist, ergab sich im Anschluss an die Konferenz „Übergang Gymnasium-Universität“ im Oktober 2010 im Centro Stefano Franscini. Im Schlussbericht wird festgestellt, dass besonders in den Fächern Mathematik und Physik die Forderung, gleichzeitig eine fundierte Allgemeinbildung und auch eine ausreichende Studierfähigkeit anzustreben, als Dilemma verspürt wird. Es drängte sich auf, das vorhandene Wissen durch spezifische Befragungen der Lernenden im Gymnasium zu ergänzen und umsetzbare Vorschläge für das schweizerische Gymnasialsystem zu formulieren.

2011 befragte MUPET als Pilotversuch rund 250 Maturand/innen an 3 Deutschschweizer Gymnasien und im Winter 2011/2012 rund 2500 Gymnasiast/innen in der ganzen Schweiz. Die Ergebnisse wurden mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen besprochen und für die Hauptbefragung 2013 berücksichtigt. Rund 4000 Gymnasiast/innen, meist im 9. Schuljahr, aus 42 Gymnasien der ganzen Schweiz beantworteten Anfangs Jahr den Online-Fragebogen. Später, wenige Monate vor ihrer Maturaprüfung taten rund 2000 Lernende aus der ganzen Schweiz ihre Meinungen zu Mathematik, Physik und dem Gymnasium insgesamt kund.

Zielsetzung von MUPET

„Es sollten aber Massnahmen zur Verbesserung der Ausbildungsergebnisse in studienrelevanten Teilbereichen der Fächer Mathematik und Erstsprache für einen Teil der Maturandinnen und Maturanden geprüft werden; dies betrifft vor allem jene, die einen mit dem MAR 95 – im Vergleich zu den alten Maturitätstypen – neu eingeführten Schwerpunkt gewählt haben.“

Franz Eberle et al: Evaluation der Maturitätsreform 1995 (EVAMAR) -Schlussbericht zur Phase II, EDK und SBF 2008, p. 391¹

„Furthermore, the magnitude of the importance of individual factors (mathematical concept and interest) underlines that parents, schools and career advisors need to motivate young people to overcome gender stereotypes, e.g. encouraging or at least not detracting girls from engaging in mathematical subjects (...).“

Sandra Hupka-Brunner et al: TREE - Gender differences in the transition from secondary to post-secondary education in Switzerland, Universität Basel 2012, p. 58

„Um die Anzahl der MINT-Studierenden an den Hochschulen zu erhöhen, müsste im gegenwärtigen System vor allem die Anzahl Schülerinnen und Schüler in einem MINT-Schwerpunktfach erhöht werden.“

Stefan C. Wolter et al: Bildungsbericht Schweiz 2014, Aarau 2014 (SKBF), p. 153

Was bedeuten derartige Folgerungen aus umfangreichen erziehungswissenschaftlichen Studien für den gymnasialen Unterricht in Mathematik und Physik konkret? Wie erleben die Lernenden diesen Unterricht, wie beurteilen sie ihn und wie würden sie ihn verändern?

MUPET will empirisch gestützte Impulse für eine von verschiedenen Seiten als notwendig erachtete Reform geben, allerdings nur im Teilbereich MINT (englisch: STEM; es ist bemerkenswert, dass in der angelsächsischen Abkürzung Mathematik am Schluss steht und die Technik doppelt auftritt). MUPET formuliert im „Bildungspolitischen Bericht“ konkrete „Mögliche Massnahmen“, die hoffentlich nicht nur zu weiteren Diskussionen, sondern im Interesse der Lernenden auch zu Veränderungen Anlass geben.

Dank

Ich danke der ETH-Zürich und speziell der Professur für Mathematik und Unterricht (Prof. Dr. Norbert Hungerbühler) für die im Rahmen von „ETH für die Schule“ gewährte materielle Unterstützung.

Ich danke der Kantonsschule Wattwil und besonders ihrem Rektor Martin Gauer für die Infrastrukturunterstützung und die Erlaubnis, verschiedene Pilotprojekte an der KSW durchführen zu dürfen.

Herzlich danke ich allen Schulleitungen aus der ganzen Schweiz, die erlaubt haben, die Online-Befragung in ihren Gymnasien durchzuführen und mich dabei organisatorisch unterstützten.

Ohne die sachkundigen Übersetzungen von Dr. Christine Jacob (ins Französische) und Irène Rech (ins Italienische) wäre die Durchführung der Befragungen nicht in allen Landesteilen möglich gewesen.

Last but not least danke ich Frau Christina Heinze, Masterstudentin in Statistik an der ETH, für wichtige Ideen, die konkrete Durchführung der statistischen Auswertung der Hauptbefragung und die Ausgestaltung des Technischen Berichts. Für Fehler und Mängel bin ich allein verantwortlich.

Drei MINT- Problemfelder im Gymnasium

Die vom Bund diagnostizierte MINT-Problematik zielt auch auf das Gymnasium und hat drei Facetten:

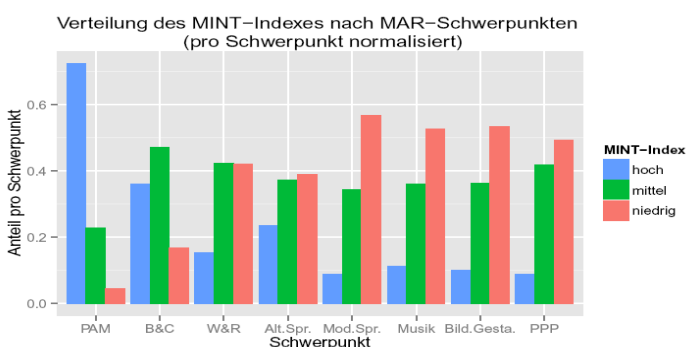
- (1) Der Mangel an MINT-Fachkräften betrifft die sogenannten „harten“ MINT-Richtungen Mathematik, Informatik, Physik, Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau usw. aber nicht Biologie, Agronomie usw.
- (2) Die MINT-Fach-Kompetenzen der Studienanfänger sind oft auch ein Problem für Medizin, Biologie usw.
- (3) Das Desinteresse gegenüber dem MINT-Bereich im breiten Publikum wirkt sich ungünstig auf die MINT-Studienwahl aus und perpetuiert über das Erziehungswesen das gesellschaftliche Problem.

Einige Fakten zu Leistung und Interesse im Gymnasium

Die Evaluation des Gymnasiums 2008 durch EVAMAR II zeigt, dass die Leistungen in Erstsprache und Mathematik sehr heterogen und nur im Durchschnitt genügend sind. Die EDK will präzisere Anforderungen festlegen. Bessere Leistungen sind aber nur mit mehr Unterricht und/oder höherer Motivation zu erreichen.

Das Interesse für MINT-Fächer ist ausschlaggebend für die Leistung, wichtig für die Studienwahl und wesentlich für „Multiplikatoren“ wie Lehrerinnen, Journalisten usw. Es ist schon zu Beginn des Gymnasiums merklich tiefer als für andere Gymnasialfächer. MUPET-Daten von 2013 (N ca. 6000; 5 > Interesse > 1) bestätigen EVAMAR I:

Englisch 3.9, Biologie 3.5, Erstsprache 3.3, Chemie 3.2, Math. m, 3.3, Math. f, 3.0, Phys. m 3.3, Phys. f, 2.6



Der Gendereffekt ist bei Biologie gering, bei Mathematik und Chemie gross, bei Physik sehr gross. Auffällig ist die Streuung des Interesses (Index = Mittelwert aus Mathe., Physik und Chemie): Im Schwerpunkt Physik & Anwendungen der Math. hat es fast nur Hochinteressierte, in Biologie & Chemie noch 40%. Hochinteressierte gibt es auch unter den 70% Lernenden in den nichtnaturwissenschaftlichen Schwerpunkten, wo sehr viele ungenügend an MINT interessiert sind.

Das Gymnasium hat in der Schweiz spezifische Schwierigkeiten

Öffnung durch das MAR 95, Erhöhung der Maturitätsquote und Verkürzung der Unterrichtszeit bewirkten zusammen mit Faktoren ausserhalb des Gymnasiums eine Reihe von Problemen - speziell im MINT-Bereich.

- (1) Eine „Schweizerische Gymnasialpolitik“ gibt es wegen des Föderalismus kaum. Vielfältige Reformen und Sparmassnahmen der Kantone (10% pro Lernende in 10 Jahren, plus Teuerung) reduzierten die Qualität.
- (2) Die MAR-Ziele „vertiefte Allgemeinbildung“ und „generelle Studierfähigkeit“ können mit der heterogenen Schülerschaft insbesondere im MINT-Bereich je länger je weniger erreicht werden.
- (3) Das Gymnasium hält Distanz zu Informatik und Technik. Letztere ist Domäne der Berufsbildung.

Mögliche Massnahmen und Gedanken zur Umsetzung

Kantone und Bund, Gymnasien und Hochschulen, Schulleitungen und Lehrpersonen, Verwaltung und Wirtschaft müssten der MINT-Problematik das gleiche Gewicht wie Sprachenfragen geben und eine MINT-Initiative für den Gymnasialbereich planen und partnerschaftlich durchführen. Einige Überlegungen dazu:

- (1) Nur 10 % der Lernenden belegen den MINT-typischen Schwerpunkt *Physik und Anwendungen der Mathematik*. Damit er häufiger gewählt wird, muss er neu gestaltet (mehr Informatik, echte Anwendungen, Coaching für Frauen usw.) und gegenüber den Wählenden und ihrem Umfeld attraktiver dargestellt werden.
 - (2) Das *Grundlagenfach Mathematik* soll wie in der Romandie und im Tessin für alle Schwerpunkte auf 2 Niveaux angeboten werden, mit mehr „math-literacy“, echten Anwendungen und Statistik. „Spätzünder“ können von Anschlusskurse an den Hochschulen profitieren, besonders nach einem Zwischenjahr.
 - (3) Das *Grundlagenfach Physik* auf die Mehrheit ausrichten, die später „physics literacy“, nicht Fachsystematik braucht. Die Minderheit benötigt analog zum Kleinen Lateinum einen hochschul-propädeutischen MINT-Kurs.
 - (4) Ein *Gesamtpaket* schnüren: Wahlentscheide besser begleiten; Gender thematisieren; Aufnahmeverfahren, Kompensationsmöglichkeiten und Notengewicht von Mathematik, Rolle der Informatik, Funktion der Lehrmittel usw. anpassen; Weiterbildung und Anstellungsbedingungen der Gymnasiallehrpersonen verbessern.
 - (5) Das Gymnasialwesen *kostet* rund 2 Mia. Franken pro Jahr. Die MINT-Initiative sollte 1 Promille kosten und 10 Jahre dauern dürfen. Public-Private-Partnership wäre in Teilprojekten nötig. Dafür müssten alle Beteiligten auf eine neuartige Weise kooperieren und ein geeignetes Steuerungsinstrument schaffen.
- In den BERICHTEN (BILDUNGSPOLITISCH resp. TECHNISCH) zu MUPET sind Fakten und Vorschläge dargelegt.

Vorwort - Zusammenfassung	Seite 1
 A) ZUM UMFELD	
1) Der Übergang Gymnasium-Universität und die drei MINT-Problemfelder	Seite 6
1.1 Der MINT-Fachkräftemangel	
1.2 Unsichere Kompetenzen der MINT-Studienanfänger	
1.3 Mangelnde MINT-Akzeptanz im breiten Publikum	
 2) Zum bildungspolitischen Rahmen	 Seite 7
2.1 Die EDK und die Kantone	
2.2 Der Bund	
2.3 Weitere Kräfte	
2.4 Drei Maturitätsarten	
 3) Möglichkeiten des Gymnasiums	 Seite 8
3.1 Stimmungsbild	
3.2 Mathematik und Physik im Gymnasium	
3.3 Die übrigen MINT-Fächer im Gymnasium	
 B) BEFUNDE EMPIRISCHER STUDIEN	
4) Leistungsvergleiche	Seite 11
4.1 TIMSS 1995 und PISA, sowie Notter 2003 und 2006	
4.2 ETH 2008	
4.3 EVAMAR II 2008	
4.4 Bildungsbericht Schweiz 2014	
 5) Interessensstudien	 Seite 12
5.1 SATW und PISA	
5.2 EVAMAR I	
5.3 MUPET 2011-2013	
5.4 Lehrerinnen und Lehrer	
5.5 Gender	
 C) MÖGLICHE MASSNAHMEN GEGEN DIE MINT-PROBLEMATIK	
6) Vorbemerkungen, Leitgedanken, Bildungspolitisches	Seite 17
6.1 Vorbemerkungen	
6.2 Leitgedanken für mögliche Massnahmen	
6.3 Moderate mögliche Massnahmen im Hinblick auf den Übergang Gymnasium-Universität	
6.4 Bildungspolitische Rahmenbedingungen für das Gymnasium in der Schweiz	
6.5 Verbesserungen am Übergang Sek I -MAR-Gymnasium	
 7) Liste mit möglichen Massnahmen	 Seite 18
7.1 Mögliche Massnahmen um mehr MINT-Studierende zu gewinnen	
(A) Den Schwerpunkt „Physik und Anwendungen der Mathematik“ neu gestalten und positionieren.	
(B) MINT-Coaching für fähige Mädchen und Frauen einführen.	
7.2 Mögliche Massnahmen zur Verbesserung der Kompetenzen der MINT-Studienanfänger	
(C) Mathematik auf 2 Niveaux einrichten.	
(D) Mathematik Anschlusskurse an Hochschulen anbieten.	
(E) MINT-Kurs an den Gymnasien einrichten.	
7.3 Mögliche Massnahmen zur Erhöhung der MINT-Akzeptanz im Gymnasium und breiten Publikum	
(F) Statistik und der mathematischen Allgemeinbildung im Grundlagenfach Mathematik ausbauen.	

(G) Im Grundlagenfach Physik auf physikalische Allgemeinbildung mit Einbezug von Elementen einer technischen Allgemeinbildung fokussieren.

(H) MINT-Networking für Schulleitungen, Lehrpersonen und MINT-interessierte Lernende fördern.

(I) Die Rolle der Informatik klären.

7.4 Mögliche Massnahmen, die über den MINT-Bereich hinaus gehen

(J) Doppeltes Gewicht für Mathematik und Erstsprache im Maturitätsanerkenntnisreglement.

(K) Transparente Information und intensivere Begleitung der Schwerpunkt- und der Studienwahl.

(L) Systematisches Feedback am Übergang Gymnasium Universität.

(M) Gymnasiallehrberuf aufwerten

(N) Leistungstransparenz steigern durch Publikation der schriftlichen Maturitätsprüfungen.

(O) Gemeinsamer Auftritt der Gymnasien nach aussen - insbesondere gegenüber den kantonalen Legislativen.

D) GEDANKEN ZUR UMSETZUNG, SPEZIELL IN DEN GRUNDLAGENFÄCHERN MATHEMATIK UND PHYSIK

8) Lehrpläne

Seite 26

8.1 Der Rahmenlehrplan - die juristische Basis aller Gymnasiallehrpläne

8.2 Kantonale Gymnasiallehrpläne

8.3 Anforderungsniveau

8.4 Den vorgeschlagen Massnahmen (A); (C) und (E) zum Durchbruch verhelfen

8.5 Den Massnahmen in den Grundlagenfächern zu Durchbruch verhelfen

8.6 Überlegungen zu Zeitplan und Kosten

9) Lehrmittel

Seite 28

9.1 Allgemeines zu Unterrichtsmaterialien

9.2 Modell-Lehrgänge generell

9.3 Modell-Lehrgänge für Mathematik

9.4 Modell-Lehrgänge für Physik

9.5 Überlegungen zu Zeitplan und Kosten

10) Lehrpersonen

Seite 31

10.1 Schülerurteile

10.2 Berufssituation

10.3 Begründung der Massnahmen

10.4 caveat!

Quellen

Seite 33

A) ZUM UMFELD

Dieser Bericht ist nur eine von mehreren Analysen des Gymnasialsystems samt Verbesserungsvorschlägen: Während „Bildung am Gymnasium“ von Eberle und Brüggenschrock² eine umfassende Analyse der Situation des ganzen schweizerischen Gymnasiums gibt, ist dieser knappe Bericht konkreter und einseitig auf den MINT-Bereich fokussiert. Im Unterschied zum „MINT-Nachwuchsbarometer“³ von Labudde et al. ist hier die MINT-Situation im Gymnasium nicht auf den Nachwuchsmangel konzentriert sondern möglichst umfassend dargestellt. Im Unterschied zu HSGYM⁴ wird nur die MINT-Situation, aber über die ganze Gymnasialzeit betrachtet. Schliesslich ist im neuen Bildungsbericht Schweiz 2014⁵ erstmals dem MINT-Bereich im Gymnasium spezielle Aufmerksamkeit geschenkt worden. Mehr dazu im Abschnitt 4.4.

1) Der Übergang Gymnasium-Universität und die drei MINT-Problemfelder

Die Ausprägung von Interessen und Neigungen der jungen Menschen auch im Hinblick auf die Berufswahl findet schon im Elternhaus und den frühen Schulstufen statt. Im Gymnasium kann es nur noch darum gehen, Neigungen zu erkennen und optimal zu fördern und das Blickfeld zu weiten. Das Gymnasium ist nur ein Teil der Sekundarstufe II, der MINT-Bereich nur ein Teil des gymnasialen Spektrums. Eine umfassende und nachhaltige Verbesserung verlangt also Überlegungen und Massnahmen, die den hier gegebenen Rahmen weit übersteigen.

In seinem Bericht zum Fachkräftemangel im MINT-Bereich erwähnt der Bundesrat ausdrücklich die Gender-Problematik. Sie wird auch durch MUPET bestätigt.

- Gender-Einflüsse spielen in allen MINT-Problemfeldern eine je andere, aber immer wichtige Rolle.
- Alle Gender-Stereotypen sind tief in der Gesellschaft verankert⁶. Sie können in der Schule - vor allem nach der Sekundarstufe I - im besten Fall aufgebrochen werden.
- Alle Verbesserungsvorschläge für das zunehmend von Frauen geprägte Gymnasium müssen die Gender-Einflüsse berücksichtigen, wenn sie nachhaltig sein sollen.

1.1 Der MINT-Fachkräftemangel

Das erste, primär quantitative, Problemfeld wird beim Übertritt ins Erwerbsleben diagnostiziert: Seit dem Bericht des Bundesrats über den Fachkräftemangel ist MINT als Abkürzung für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik in der bildungspolitischen Diskussion etabliert. Der Fachkräftemangel ist zu einem wirtschaftspolitischen Thema⁷ geworden. Er betrifft aber nur einen Teil des MINT-Bereichs, nämlich die „harten“ Natur- und Technikwissenschaften. Sie werden hier mit „MINT“ bezeichnet. Was seine Ursachen sind und wie er gemildert werden könnte, ist eine wichtige Frage besonders für die technischen Hoch- und Fachhochschulen und die Akademien der Natur- und Technikwissenschaften. Diese haben das „MINT-Barometer“ in Auftrag gegeben, dessen Befunde 2014 publiziert werden.

1.2 Unsichere Kompetenzen der MINT-Studienanfänger

Das zweite, primär qualitative, Problemfeld öffnet sich zu Beginn des Tertiärbereichs. Es betrifft alle Natur- und Technikwissenschaften, aber auch Studiengänge wie Medizin oder Sekundarlehrperson, die mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen voraussetzen. Diese seien oft mangelhaft, wird am Übergang Maturitätsschule-Hochschule, wo seit 20 Jahren alles im Wandel ist, moniert.⁸ Im Hochschulbereich hat die BOLOGNA-Reform neue Strukturen geschaffen während der Gymnasialbereich unabhängig davon zeitlich reduziert, thematisch geöffnet und für mehr Jugendliche zugänglich geworden ist. Wie weit die allgemeine Studierfähigkeit für universitäre Studien noch gewährleistet sei, wurde unter anderem in EVAMAR II untersucht. Die Übergänge in die Pädagogischen Hochschulen und den vielfältigen Fachhochschulbereich müssten separat diskutiert werden.

1.3 Mangelnde MINT-Akzeptanz im breiten Publikum

Das dritte Problemfeld ist viel breiter und diffuser. Charles Percy Snow hat dazu den Begriff der „Zwei Kulturen“ geprägt. Im deutschen Sprachraum hat Hans Magnus Enzensberger mit „Zugbrücke ausser Betrieb oder Die Mathematik im Jenseits der Kultur“ eine scharfsinnige und für die Schule wenig schmeichelhafte Analyse geschrieben. Direkt und wenig geistreich schiebt Dietrich Schwanitz „die Wunder der Technik“ ins Gebiet „ausserhalb des Bildungswissens“, wo sie das Bildungsbürgertum längst verortet hat.

Dass Desinteresse oder gar unverhohlene Geringschätzung des MINT-Bereichs mit den zwei schon genannten Problemfeldern verknüpft sind, wird oft übersehen. „Multiplikatoren“ wie Journalisten oder Lehrerinnen, die das Gymnasium mit „Mathematik- und Physikschäden“ verlassen haben, perpetuieren das Defizit. Studien wie TREE⁹ zeigen, dass gesellschaftlich gering geschätzte Studienrichtungen seltener gewählt werden.

2) Zum bildungspolitischen Rahmen

„Es werden Massnahmen geprüft, welche die Studierfähigkeit der Maturandinnen und Maturanden und damit den allgemeinen Hochschulzugang mit gymnasialer Matur sicherstellen.“ (EDI/EVD und EDK 2011¹⁰) Die MINT-Diskussion ist auch Teil der Diskussion um die Studierfähigkeit der Maturandinnen und Maturanden, die - eine schweizerische Besonderheit - uneingeschränkten Universitätszugang erhalten.

2.1 Die EDK und die Kantone

Als Reaktion auf die von EVAMAR II in Erstsprache und Mathematik gefundenen grossen Leistungsunterschiede lässt die EDK im Massnahmenpaket vom April 2012 unter anderem basale Studierkompetenzen formulieren. Diese treffen auch das für den MINT-Bereich zentrale Fach „Mathematik“, haben jedoch sonst keinen spezifischen Bezug zur MINT-Problematik. Wie konkret diese Kompetenzen werden, ist offen. Ebenfalls offen ist, wie sie geprüft werden sollen und mit welchen Konsequenzen das Nichterreichen sanktioniert würde. Wenn diese Fragen im grösseren Rahmen entschieden werden, müsste dies unter Berücksichtigung aller drei Aspekte der MINT-Problematik geschehen.

Offenbar führte die Teilrevision des MAR nicht zu wesentlichen Verbesserungen im MINT-Bereich. Eine ganze Reihe von Kantonen lanciert deshalb Initiativen und Schulversuche im MINT-Bereich nicht nur für die Volksschule, sondern auch für die Gymnasien. Beispielsweise ermöglicht der Kanton Bern dem Gymnasium Köniz-Lerbermatt, eine spezielle MINT-Klasse zu führen. Auch die Kantone Bern, Zürich und Thurgau fördern MINT-Pilotversuche. Zwischen den verschiedenen Schulversuchen gibt es wenig Koordination. Seit Kurzem stehen zwei Übersichten zur Verfügung¹¹ und ¹². Diese zeigen die Schwerpunkte in der Deutschschweiz.

Am häufigsten geht es ums Experimentieren in Physik und Chemie, um Informatik und Kontakte mit Forschung und Industrie. Die Mathematik erscheint selten im Blickfeld von M(sic!)INT. Die Projekte der Pädagogischen Hochschulen zielen dem Schwerpunkt der Institutionen entsprechend auf die Volksschule. Koordination und systematische Auswertung gibt es nicht.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass in den letzten Jahren trotz verbreiteter Sparmassnahmen¹³ im Gymnasium freie Ressourcen in den Fremdsprachenbereich geflossen sind und der Anteil zweisprachiger Maturitäten laufend wächst. Bisher ist dem MINT-Bereich keine vergleichbare Unterstützung zuteil geworden. Die WBZ-CPS hat eine MINT-Arbeitsgruppe.

2.2 Der Bund

„Sicherstellung der Qualität der gymnasialen Maturität im Hinblick auf die allgemeine Studierfähigkeit der Maturandinnen und Maturanden.“ wird in den Leitlinien und Ziele der Bildungs- Forschungs- und Innovations-Politik verlangt. (BFI 2013-2016)

Die skizzierten Problemkreise machen an den Kantons Grenzen nicht halt, wohl aber die Kompetenzen im Volksschulwesen und in der Sekundarstufe. Genau in diesen Stufen des Bildungswesens können Neigungen und Interessen der jungen Menschen noch besonders gut gefördert werden. Der Bundesrat sieht denn auch die Hauptverantwortung bei den Kantonen.

Der Bund hat Geld für Forschung und Entwicklung, das er über die Akademien einsetzen kann. Grundsätzlich muss die Frage beantwortet werden, ob es legitim ist, im föderalistischen Bildungssystem durch finanzielle Anreize und andere Massnahmen im Tertiär- (ETH, NFP, Akademien, Pädagogische Hochschulen ...) und im Gymnasialbereich gezielt Initiativen im Hinblick auf die Behebung der landesweiten MINT-Probleme zu starten. Formal gibt die Vereinbarung zwischen Bund und EDK über die Maturitätsregelung eine gewisse Grundlage. Die Möglichkeiten des Bundes sind im Berufsbildungswesen viel grösser als bei der Allgemeinbildung.

2.3 Weitere Kräfte

Die am längsten existierende MINT-Förderung geschieht im eng geliebten Rahmen von „Schweizer Jugend forscht“. Sie erhöht bestimmt die Zahl der zukünftigen MINT-Studierenden.

Die verschiedenen Formen von wissenschaftlichen Olympiaden erreichen einen etwas grösseren Teilnehmerkreis. Durch die Publicity, die erfolgreiche Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten, tragen sie auch zur Verbreitung der MINT-Idee im breiteren Publikum bei. Im Vergleich zum Ausland ist die staatliche Förderung des Betreuungsaufwands und Anerkennung der Erfolgreichen noch recht bescheiden.

Aktuell wird von Akademien, Universitäten und Hochschulen, Stiftungen, Vereinen, Firmen und Einzelpersonen eine grosse Anzahl von MINT-Aktionen angeboten, die meist nur punktuell wahrgenommen werden und insgesamt wenig koordiniert sind. Am bekanntesten sind wohl die Technikwochen, die von den durchführenden Schulen mitgestaltet werden können, so dass sie im Lehrkörper über den MINT-Bereich hinaus eine gewisse Nachhaltigkeit erreichen.

Das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation und die Akademien Schweiz bieten auf educa.MINT¹⁴ eine laufend aktualisierte Zusammenstellung dieser vielen Angebote.

2.4 Drei Maturitätsarten

2.4.1 Gymnasiale Maturität

Als vor einem Vierteljahrhundert das MAR-Gymnasium konzipiert wurde, wirkten im Kräftespiel zwischen EDK und Bund ein diffuser Modernisierungstrend und der klare Wille, die Volksschullehrerausbildung auf die Tertiärebene zu verschieben. Zusätzliche Veränderungen sind nicht bewusst angesteuert worden:

- (1) Anstelle des einheitlichen, typenlosen Gymnasiums hat sich de facto ein System mit vielen und recht unterschiedlichen Typen, den Schwerpunkten, etabliert.
- (2) Das Paradigma hat vom altsprachlichen zum neusprachlichen Gymnasium gewechselt.
- (3) Die Werbewirksamkeit der zweisprachigen Maturität gibt dem Sprachenbereich zusätzliches Gewicht.
- (4) Die ansteigende Maturandenquote und die Feminisierung liegen im Trend.
- (5) Die stetig zunehmende Komplexität auf der Sekundarstufe II¹⁵ wurde nicht vorhergesehen.
- (6) Nur 10% der Lernenden sind im Schwerpunkt Physik und Anwendungen der Mathematik, dem Ersatz für C.

2.4.2 Berufsmaturität

1994 begannen die ersten Klassen mit der durch den Bund geregelten Berufsmaturitätsausbildung, die als Erfolgsmodell bezeichnet werden kann. 2012 erwarben 13'536 junge Berufsleute den Ausweis, den ihnen den Zugang zum Fachhochschulsystem öffnet. Die Durchlässigkeit funktioniert in beiden Richtungen einigermaßen: 2012 sind 621 Passerellenausweise für den Übergang mit Berufsmaturität zu universitären Hochschule ausgestellt worden. Tendenz zunehmend. Umgekehrt ist der Anteil Studierender mit gymnasialer Matur in Fachhochschulen etwa 15%, im MINT-Bereich allerdings tiefer. Immer noch ist der Zugang mit verschiedenen Schwierigkeiten gepflastert¹⁶.

2.4.3 Fachmaturität

Der ausschliesslich von den Kantonen geregelten Fachmittelschule drohte um 2000 das politische Aus. Unterdessen ist das System mit verschiedenen Fachrichtungen konsolidiert und mit der Fachmaturität ausgebaut worden. Im Jahr 2012 sind 3503 Fachmaturitätsausweise, aber nur noch 2160 Fachmittelschuldiplome ausgestellt worden. Namentlich als Zugang zu den Pädagogischen Hochschulen erfreut sich die Fachmaturität in Richtung Pädagogik bei den Lernenden zunehmender Beliebtheit, während gleichzeitig die Pädagogischen Hochschulen die gymnasiale Maturität favorisieren¹⁷. Manche Stimmen wünschen eine weitere Passerelle als Weg mit der Fachmaturität zur universitären Hochschule¹⁸.

3) Möglichkeiten des Gymnasiums

Die Möglichkeiten der allgemeinbildenden Mittelschulen generell sind im Hinblick auf eine Verbesserung der MINT-Problematik beschränkt, und erst recht sind die Mittel eines einzelnen Gymnasiums begrenzt.

3.1 Stimmungsbild

Auch das Gymnasium ist ein Spiegel der sich rasch wandelnden Gesellschaft. Im Vierteljahrhundert seit der Maturitätsreform haben namentlich Globalisierung, Computerisierung und Individualisierung das Stimmungsbild beeinflusst. Die Verschiebung verschiedener Industriesektoren nach Ostasien, die Auslagerung ganzer Informatikabteilungen nach Indien und die Aufblähung der Finanzwirtschaft machen sich im MINT-Bereich besonders bemerkbar.

Der gesellschaftliche Umbruch hat nicht einfach einen Wandel der Wertmassstäbe gebracht, sondern zu einem Wertepluralismus geführt, der zusammen mit dem wachsenden Individualismus das schulische Zusammenleben erschwert. Obwohl Immigration und soziale Medien sich auf der MAR-Stufe noch kaum bemerkbar machen, scheint der Erziehungsaufwand im Gymnasium auf Kosten des Bildungsaufwand merklich gestiegen zu sein. Es dürfte schwierig sein, diese subjektiv gut spürbaren Veränderungen objektiv nachzuweisen. Während sich die Universitäten vermehrt über unreife Studienanfängerinnen und -anfänger beklagen, erscheinen die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten im Habitus verspielter und oberflächlicher. Dementsprechend verschiebt sich der Schwerpunkt der Arbeit der Gymnasiallehrpersonen: weniger Vermitteln und Erarbeiten von Wissenschaft und mehr Betreuung und Erziehung.

Objektiv hat sich im letzten Vierteljahrhundert neben der Anzahl und der sozialen Herkunft der Lernenden auch das Durchschnittsalter verändert. Durch die frühere Einschulung kommen jüngere Jugendliche, und durch die Verkürzung verlassen sie das Gymnasium vor dem Erwachsenwerden. Die Phase mit den grössten Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen punkto körperlicher Entwicklung und persönlicher Reife liegt nun voll in der Gymnasialzeit. Zweifellos trägt dieser Sachverhalt stark zur sogenannten „Feminisierung des Gymnasiums“ bei.

Während der Lehrvertrag von den jungen Menschen eine klare Leistung fordert, scheint das Fehlen eines „Lernvertrags“ im Gymnasium oft eine unverbindliche Spasskultur zu fördern. Auch aus diesem Grund erhält das Gymnasium im Spannungsfeld zwischen Berufs- und Allgemeinbildung wenig politische Unterstützung. Im Gegenteil: Immer wieder wird behauptet, dass die gymnasiale Maturitätsquote rasch ansteige und die Gymnasien in Zeiten kleiner werdender Jahrgänge die Leistungsanforderungen senkten um ihre Bestände auf Kosten anspruchsvoller Lehrberufe zu halten.

Auf die Etablierung weiterer Maturitätsarten haben weder das Gymnasialwesen noch der Tertiärbereich systematisch reagiert: Einerseits hat sich die Berufsmaturität gut etabliert und mit der Passerelle einen allgemeinen Zugang zu den universitären Hochschulen geschaffen, womit besonders für leistungsfähige junge Männer eine Alternative zum naturwissenschaftlichen Gymnasium entstanden ist; andererseits sind die Fachmittelschulen mit der Fachmaturität ergänzt worden, was vor allem bei den Zugängen zu den Pädagogischen Hochschulen laufend zu Veränderungen führt.

Das Gymnasium hat in der Schweiz aus historischen (Humboldt) und föderalistischen (zweite Landessprache) Gründen einen grösseren Anteil an obligatorischem Fremdsprachenunterricht als in den Nachbarländern oder gar im angelsächsisch geprägten Schulwesen. Durch die Revision von 1995 ist das Gewicht von den Alten auf die Modernen Sprachen umgelegt und dem Kunstbereich grössere Bedeutung gegeben worden. In den letzten 10 Jahren hat die zweisprachige Maturität laufend an Gewicht gewonnen. Zusätzlich fördern die populären, international anerkannten Zertifikate den Sprachenbereich.

Demgegenüber ist der Unterricht im MINT-Bereich auch im Gymnasium nach dem „Sputnik-Schock“ der sechziger Jahre nie systematisch entwickelt worden - abgesehen vom Fiasco mit der „modernen Mathematik“ und abgesehen von der kostspieligen, aber ziellosen Förderung der Informatik. Die von C. P. Snow 1959 diagnostizierte Trennung in eine geisteswissenschaftlich-literarische und eine naturwissenschaftlich-technische Kultur¹⁹ ist auch hier erkennbar. Erst seit kurzer Zeit ist MINT für das Gymnasium ein Thema: Siehe 2.2. Im Gymnasium hofft man, mit dem Lehrplan 21²⁰ werde sich die MINT-Motivationslage der Eintretenden wesentlich verbessern.

3.2 Mathematik und Physik im Gymnasium

Die grosse Bedeutung der Mathematik ist nicht bestritten. Sie tritt in der Dotation und der selektiven Rolle zutage. Der Reform-Elan der 60er und 70er Jahre mit der „modernen Mathematik“ ist hingegen verfliegen. Die Bildungs-Probleme, die Hans Magnus Enzensberger mit dem Mathematikunterricht der Gymnasien Deutschlands verbindet, sind auch in der Schweiz anzutreffen. „Zugbrücke ausser Betrieb oder Die Mathematik im Jenseits der Kultur“²¹ gilt auch hier.

Die universitären Eintrittsanforderungen sind nach den durch „BOLOGNA“ und die Internationalisierung bewirkten Veränderungen noch offener. Dass am Schluss der Gymnasialzeit nach verschiedenen Selektionsprozessen mehr als 40% der Maturandinnen und Maturanden von ihren Lehrpersonen ungenügende Noten erhalten (EVAMAR II), muss als Skandal bezeichnet werden: Das schweizerische Gymnasial-System hat offensichtlich in Mathematik einen schwerwiegenden Fehler, der bisher kaum wahrgenommen und auf den bisher weder von den Behörden noch von den Schulen angemessen reagiert worden ist.

Das Fach „Anwendungen der Mathematik“ erwies sich von Beginn weg schlechten Ersatz für den Typus C. Es ist eine Notlösung mit lokal sehr unterschiedlicher Ausgestaltung. Entsprechend dem vielschichtigen, unattraktiven und unklaren Inhalt wird das gleichnamige Ergänzungsfach selten (Grössenordnung 2%) gewählt. Mit der MAR-Reform ist der naturwissenschaftliche Typus C, aus dem viele ein MINT-Studium ergriffen haben, durch die beiden naturwissenschaftlichen Schwerpunkte „Physik und Anwendungen der Mathematik“ sowie „Biologie und Chemie“ ersetzt worden. Umfang und Bedeutung der Physik als Teil naturwissenschaftlicher Schwerpunkte sind damit zurückgegangen.

Wie in Deutschland²² so ist auch in den Schweizerischen Gymnasien der Bildungswert des Physikunterrichts nicht unumstritten. Das hat wohl auch mit der primären Ausrichtung auf die Studierfähigkeit zu tun. Dadurch tritt die kritische und dadurch bildende Reflexion über die Wissenschaft Physik, wie sie beispielsweise in der Physikgeschichte zum Ausdruck kommen könnte²³, (zu) stark in den Hintergrund.

Vor der MAR-Reform war das Idealziel des Physikunterrichts ausserhalb des mathematisch-naturwissenschaftlichen Typus C, ausreichend Grundlagen mindestens für ein Medizinstudium zu legen. Dieses Ideal wurde nicht immer erreicht. Im reduzierten Unterricht des Grundlagenfachs nach der MAR-Einführung wird dieses Ideal, das nur für eine Minderheit sinnvoll ist, oft noch angestrebt, aber immer weniger erreicht. Das Ergänzungsfach Physik ist spezifisch propädeutisch angelegt und wird nur selten gewählt.

3.3 Die übrigen MINT-Fächer im Gymnasium

3.3.1 Informatik

Der Mangel an Fachkräften ist im Informatikbereich am stärksten sichtbar. Er ist der Auslöser für die bildungspolitischen Aktivitäten im MINT-Bereich.

Aus historischen Gründen ist in der Schweiz im Gymnasium das Verhältnis zwischen Informatik und Mathematik mit Missverständnissen belastet. Bereits vor dem MAR 95 gab es das Fach „Informatik“. In den Turbulenzen der Maturitätsreform ist es jedoch zusammen mit dem Typus C und dem Fach „Darstellende Geometrie“ verschwunden. Die grossen Mittel, die seither in Hardware geflossen sind, und die Einflussnahme von Software-Herstellern und anderen Interessierten, waren der Sache nicht dienlich. Bis jetzt ist nicht geklärt worden, welche Rolle die Informatik im Rahmen der Allgemeinbildung spielen soll.

Die Informatik-Anwenderkompetenzen werden weitgehend unabhängig vom Mathematikunterricht unterrichtet und im Prinzip in allen Fächern genutzt, wobei es je nach Lehrperson grosse Unterschiede gibt. Eine über Anwenderkenntnisse hinausgehende, strukturierte Informatik gibt es nur im Ergänzungsfach.

Gegenwärtig kommt besonders in kleineren Schulen das Ergänzungsfach „Informatik“ oft nur auf Kosten des Ergänzungsfachs „Anwendungen der Mathematik“ zustande.

Relativ selten werden Maturarbeiten mit IT-Hintergrund entwickelt. Diese erreichen aber meist ein sehr hohes Niveau, besonders dann, wenn im Gymnasium eine IT-versierte Fachperson die Betreuung leisten kann, was leider nicht überall der Fall ist.

Das ist angesichts der Bedeutung der Informatik in der Informationsgesellschaft (sic!) ein zu schwacher Platz. In der Publikation „Informatik@Gymnasium²⁴“ wird dies dargelegt und es wird eine Reihe von Vorschlägen gemacht. Ein zusätzliches Grundlagenfach „Informatik“ wird ins Spiel gebracht.

Bis jetzt ist kein Konsens zur Rolle der Informatik in der Allgemeinbildung generell und im Gymnasium speziell erkennbar. Siehe dazu die vorgeschlagene Massnahme (I).

3.3.2 Chemie

Die Chemie befindet sich in einer ähnlichen Situation ist wie die Physik. Sie ist allerdings beliebter und mit einem geringeren Gendereffekt belastet. Auch hier sind die Ursachen komplex und vermutlich ähnlich wie in der Physik. Detaillierte Untersuchungen zum Gymnasium in der Schweiz gibt es aber nicht. MUPET verzichtet auf explizite Aussagen zur Chemie.

3.3.3 Biologie

Bereits in der Primar- und der Sekundarstufe I werden alle Lernenden mit Biologie vertraut. Im Gymnasium stösst Biologie auf breites Interesse; sie tritt nicht als besonders selektionierendes Fach in Erscheinung - abgesehen vom Schwerpunkt Biologie und Chemie. Und die Biologie profitiert vom „grünen Trend“ in der postindustriellen Gesellschaft. Obwohl zwischen der Gymnasial- und der Hochschulbiologie beträchtliche Unterschiede bestehen, wird Biologie leider in MINT-Diskussion oft vergessen, obwohl sie zweifellos positive besetzte Anknüpfungspunkte bietet.

3.3.4 Geografie

Neben den volks- und wirtschaftskundlichen Facetten kommen in der Geografie auch naturwissenschaftliche Elemente vor. Aus Zeitgründen können aber Astronomie, Meteorologie und die angesichts der Umweltproblematik immer wichtigeren Geowissenschaften meist leider nur knapp und auf Kosten der klassischen Geografie behandelt werden. An Geografie wird bei MINT-Diskussionen kaum gedacht, obwohl die Geowissenschaften sowohl für die Mathematik als auch für die Physik positiv besetzte Anknüpfungspunkte bieten.

3.3.5 Technik

Technik wird in der Primarschule und in der Sekundarstufe I meist stiefmütterlich behandelt. Die Situation ist in der Schweiz ungünstiger als in Deutschland, wo trotzdem noch Verbesserungspotential diagnostiziert wird²⁵. Traditionell ist in der Schweiz die Technik auf der Sekundarstufe II eine Domäne der Berufsbildung und der Berufsmaturität. Im Gymnasium taucht Technik am ehesten in den naturwissenschaftlichen Schwerpunkten auf. Ein eigentliches Fach „Technik“ oder gar Technische Gymnasien gibt es im Gegensatz zu den Nachbarländern nicht.

Je nach Lehrpersonen wird in den naturwissenschaftlichen Fächern und der Mathematik ein Brückenschlag zur Technik angeboten, am häufigsten wohl in Physik und Chemie. Viele verlassen das Gymnasium ohne sich vertieft mit der Rolle der Technik in der heutigen Gesellschaft auseinandergesetzt zu haben: eine Lücke in der gymnasialen Allgemeinbildung.

In den letzten paar Jahren ist in einigen Kantonen die MINT-Problematik auch von den Gymnasien aufgenommen worden. Sehr oft und auf sehr verschiedene Weise wird der Versuch unternommen, Technik auch in den Blickwinkel der Sprach- und Kunstfächer zu bringen. Das äussert sich zum Beispiel darin, dass die Schweizerische Zentralstelle für die Weiterbildung der Mittelschullehrpersonen wbz-cps „MINT“²⁶ ebenso wie „Gesundheitsförderung“ als fächerübergreifendes Thema aufnimmt.

B) BEFUNDE EMPIRISCHER STUDIEN

Die Zahlen empirischer Untersuchungen verleiten gelegentlich zu kategorischen Schlüssen; umgekehrt werden quantitative Untersuchungsergebnisse aus humanistischer Position nicht selten als wertlos abqualifiziert. Sinnvoll scheint, die Zahlen ernst zu nehmen und zugleich ihre Entstehungsweise und damit ihre Tragkraft kritisch zu hinterfragen.

4) Leistungsvergleiche

4.1 TIMSS 1995 und PISA, sowie Notter 2003 und 2006

TIMSS III²⁷ war 1995 der erste internationale Leistungsvergleich, an dem die Schweiz teilgenommen hat. In der gymnasialen Mathematik landete die Schweiz auf Platz 3, fast so gut wie Frankreich, und signifikant besser als unsere Nachbarn im Norden und Osten. Das erfreuliche Resultat hat vermutlich mit der leistungsfähigen, differenzierten Sekundarstufe I und der grösseren Selektivität der Gymnasien zu tun. Die Maturanden aus dem Typus C zeigten etwa gleiche Ergebnisse wie die entsprechende Gruppe in Deutschland. Bei der gymnasialen Physik landete die Schweiz nur im Mittelfeld bei Deutschland und Österreich, und dies trotz der tieferen gymnasialen Maturandenquote. Leider wurden die Ergebnisse dieser Studie weder von der Bildungspolitik noch von der Schulpraxis zur Kenntnis genommen.

Viel grösser war das Echo auf die Resultate der PISA Studien²⁸, die ab 2000 zu den Bereichen Erstsprache, Mathematik und Naturwissenschaften auf verschiedenen Volksschulstufen durchgeführt wurden. In der Mathematik schnitt die Schweiz relativ gut ab, in den Naturwissenschaften merklich weniger. Schlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Anfängerinnen und Anfänger im Gymnasium lassen sich nur bedingt ziehen. Die Gymnasialpopulation deckt sich nur teilweise mit den 20% Besten in Mathematik und Naturwissenschaften der PISA-Population, weil der Selektionsprozess die Sprachen stärker berücksichtigt und Kompensationsmöglichkeiten bestehen. Mehr dazu in 4.4.

Notter und Arnold haben für die Gymnasial- und die Hochschulrektorenkonferenzen KSRG und CRUS die Studierenden im dritten Semester gebeten, ihr Können am Schluss des Gymnasiums in verschiedenen Fächern einzuschätzen²⁹. Sowohl im MAV als auch im MAR-System meldeten sie beträchtliche Unterschiede in Mathematik und Physik je nach Maturatyp, respektive Schwerpunkt. Diese subjektive Rückmeldungen decken sich mit den Ergebnissen objektiver Studien.

4.2 ETH 2008

Die Ergebnisse an den ersten Prüfungen im Tertiärbereich sind zweifellos ein realistisches, wenn auch nicht umfassendes Mass für die Qualität der Gymnasiasten. Leider hat nur die ETH Zürich Zahlen³⁰ publiziert. Sie zeigen grosse Unterschiede zwischen den Schulen und signifikante Unterschiede zwischen den Schwerpunkten. Bedeutsam ist das Bestehenskriterium 4.0: Kandidierende aus Biologie & Chemie liegen mit 4.18 merklich tiefer als solche aus Physik & AM mit 4.37 und nur auf dem Level der Modernen Sprachen 4.20. Der Wert 4.03 für Wirtschaft & Recht bedeutet, dass beinahe jeder zweite Kandidat durchfällt!

4.3 EVAMAR II 2008

Zur Evaluation der Maturitätsreform wurden umfangreiche Leistungstest vor der Matur in Erstsprache, Mathematik und Biologie durchgeführt. Aus den Ergebnissen zur Biologie lassen sich leider kaum Schlüsse für Chemie oder gar Physik ziehen.

Tab. IV.49: Vergleich der Ergebnisse des Tests in Mathematik zwischen den Gruppen unterschiedlicher Schwerpunktfächer:
Gesamtergebnis (TOT_MATH)

Schwerpunktfach	N (gewichtet)	Signifikante Untergruppen						
		1	2	3	4	5	6	7
Bildnerisches Gestalten	1156	455						
Philosophie/Pädagogik/Psychologie	1313		462					
Musik	698		467					
Moderne Sprachen	3336			475				
Wirtschaft und Recht	3181				485			
Biologie und Chemie	1741					504		
Alte Sprachen	671						512	
Physik und Anwendungen der Mathematik	1416							614

Hingegen müssen die Ergebnisse zur Mathematik zu denken geben. Sie zeigen grosse Streuungen innerhalb und zwischen den Klassen, zwischen den Schulen und auch zwischen den Kantonen. Neben den Konsequenzen, die von den Lehrpersonen, den Schulleitungen und den kantonalen Erziehungsbehörden gezogen werden müssten, sind die Unterschiede zwischen den Schwerpunkten systemrelevant: die musischen und pädagogischen Schwerpunkte liegen bei 460, Biologie & Chemie beim analog zur PISA-Normierung gewonnenen Wert 500, Physik und Anwendungen der Mathematik bei 610: offensichtlich ist die Studierfähigkeit dort, wo Mathematik bedeutsam ist und besonders im MINT-Bereich, sehr unterschiedlich!

Dass das aktuelle System grundsätzliche Fehler aufweist, wird auch klar durch den Sachverhalt dokumentiert, dass die Lehrpersonen die Leistungen ihrer Maturandinnen und Maturanden in den schriftlichen Matura-prüfungen zu mehr als 40% als ungenügend beurteilen.

Interessant ist, wie die Studierenden im 3. Semester rückblickend ihre Fähigkeiten in Mathematik und den anderen MINT-Fächern am Schluss des Gymnasiums einschätzen.³¹

4.4 Bildungsbericht Schweiz 2014

Anders als in früheren Bildungsberichten wird im Bildungsbericht Schweiz 2014 (Quelle 4) dem Thema MINT im Teil zum Gymnasium beachtliches Gewicht gegeben.

Durch eine Auswertung von PISA-Zusatzdaten konnte gezeigt werden (pp. 144-150), dass es besonders in Kantonen mit hoher gymnasialer Maturitätsquote, zu viele Lernende mit mageren Kompetenzen in Erstsprache und/oder Mathematik ins Gymnasium schaffen, was mit hohen Dropout-Raten und intensivem Nachhilfeunterricht bezahlt wird. Wie in EVAMAR II nur knapp dargelegt werden konnte, sind die Folgen dieser teilweise unbefriedigenden Selektion zu Beginn des Gymnasiums auch noch am Schluss nachweisbar. Auf den Seiten 152 bis 155 wird die - oft für MINT-Studien ungünstige - Weichenstellung durch die Schwerpunktwahl dargelegt.

5) Interessenstudien

Interessensbekundungen sind weit mehr als blosse Angaben über die Befindlichkeit der Lernenden. Wie offensichtlich und vielfach dokumentiert worden ist, beeinflusst die subjektive Interessenslage ganz wesentlich

- (1) die objektive Leistung und damit Studierfähigkeit,
- (2) das Klassenklima im Gymnasium und damit das Wohlbefinden der Lernenden und
- (3) die Bereitschaft, etwas nicht unmittelbar Nutzbringendes zu lernen und damit die Allgemeinbildung und das immer positiv.

5.1 SATW und PISA

Schon die 1984 im Auftrag der SATW durchgeführte Befragung³² bei 1700 Maturandinnen und Maturanden zeigte die MINT-Problematik: Biologie und Englisch sind an der Spitze der Rangliste, Mathematik knapp im Mittelfeld, Chemie und Physik am Schluss; die Frauen stellen Physik mit Abstand ans Ende der Interessensskala. Diese für den MINT-Bereich ungünstige Situation besteht aber bereits beim Eintritt ins Gymnasium, wie die verschiedenen Zusatzbefragungen zu PISA in der Schweiz zeigen.

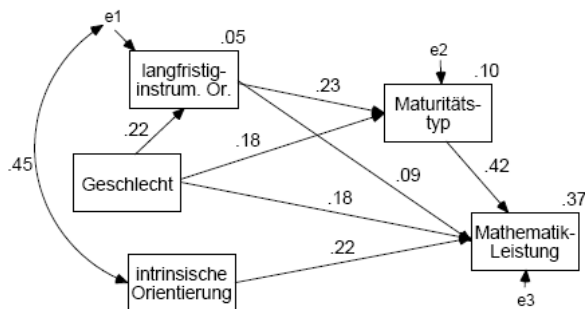
Wesentliche Weichenstellungen bezüglich Fach-Interessen erfolgen bereits vor dem 15. Altersjahr. Im Gymnasium besteht nur beschränkter Handlungsspielraum.

5.2 EVAMAR I

In EVAMAR I³³ wurden 2003 die Interessen von 8000 Lernenden im 10. Schuljahr, also einigermaßen zu Beginn des Gymnasiums, erfasst. Die Ergebnisse entsprechen im Durchschnitt den Erwartungen. Interessant ist die

Auswertung nach Schwerpunkten: Mathematik (4.6) und Physik (4.4) erreichen in Physik und Anwendungen der Mathematik fast den Idealwert 5. In den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten hingegen sinken die Interessen für Mathematik und Physik auf Werte von 2.8 und 2.4. Das liegt klar unter der Grenze 3.0 und muss demnach als ungenügend bezeichnet werden.

Zentral für die vorgeschlagenen Massnahmen ist die Annahme, dass die Leistung durch die Motivation massgeblich beeinflusst wird. Erich Ramseier hat in seiner Dissertation³⁴ mit TIMSS III Daten von 1995 der schweizerischen anerkannten Gymnasien (Alte Maturität mit den Typen A, B, C, D, E) gezeigt, dass auch in unserem Rahmen die plausible Beziehung zwischen Motivation und Leistung gilt: Die Zahlen sind Ergebnisse der multiplen Regression der empirischen Daten. Im Diagramm ist dargestellt, wie stark die



Mathematikleistung durch Geschlecht, und Maturitätstyp sowie durch die motivationale, langfristig-instrumentale Orientierung und durch die intrinsische Orientierung, d. h. die intrinsische Motivation beeinflusst wird. Natürlich erfassen Interessensbefragungen das komplexe und in seiner Art auch in den Erziehungswissenschaften kontrovers diskutierte Konstrukt „Motivation“ nur unvollkommen. Generell liefern sie aber sinnvolle Zahlen.

5.3 MUPET 2011-2014

5.3.1 Allgemeines

Mehr individuelle Wahlmöglichkeiten sind entsprechend dem 1990er Zeitgeist im MAR 95 politisch gewollt. Sie führen zu mehr Heterogenität. Diese zu dokumentieren ist eines der Ziele von MUPET. Zudem sollen Unterricht und Befindlichkeiten in Mathematik und Physik zu Beginn und am Schluss des Gymnasiums im Hinblick auf Verbesserungsmöglichkeiten erfasst werden. Nach der Pilotbefragung 2011 (N ca. 2300) konnte die Auswertung der Hauptbefragungen von 2013 am Anfang und am Schluss des Gymnasiums (N ca. 6000) bis Mai 2014 abgeschlossen und im TECHNISCHEN BERICHT zusammengetragen werden. Daraus im folgenden einige Beispiele:

5.3.2 Unterschiede zwischen Fächern

Die im TECHNISCHEN BERICHT zusammengefassten Ergebnisse bestätigen meist die zehn Jahre älteren Befunde von EVAMAR I. Beispielsweise zeigt die Tabelle unten, dass Physik immer noch das mit Abstand unbeliebteste Fach ist.

Fachinteresse in	EVAMAR I 10. SJ	EVAMAR I 13. SJ	Differenz	MUPET Anfangsb.	MUPET Schlussb.	Differenz
Mathematik	3.26	3.14	- 0.12	3.13	3.12	- 0.01
Physik	2.92	2.79	- 0.13	2.86	2.70	- 0.16
Chemie	3.30	3.01	- 0.29	3.20	2.82	- 0.38
Biologie	3.66	3.68	0.02	3.48	3.42	- 0.06
Erstsprache	3.60	3.62	0.02	3.25	3.07	- 0.18
Englisch	4.19	3.95	- 0.24	3.94	3.63	- 0.31

Fachinteressen laut EVAMAR I sowie in der MUPET-ANFANGS- und SCHLUSSBEFRAGUNG

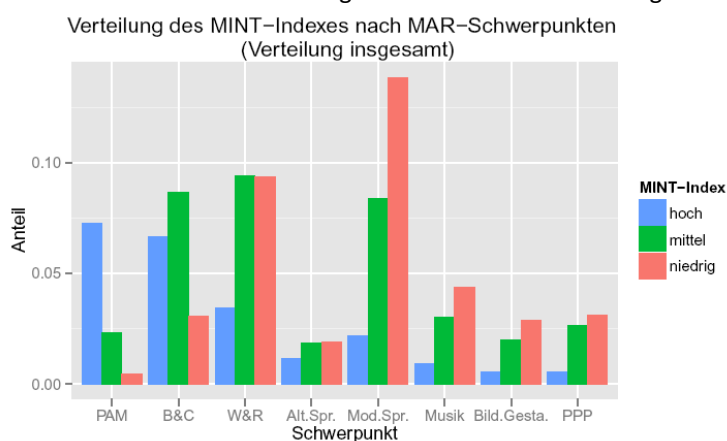
Die Situation ist schon zu Beginn des Gymnasiums ungünstig. Der Gender-Effekt ist in keinem anderen Fach so ausgeprägt wie in der Physik. Mathematik und Chemie schneiden besser ab.

Fachinteresse in	Gymnasiastinnen	Gymnasiasten	Differenz
Mathematik	2.98	3.34	0.36
Physik	2.58	3.25	0.67
Chemie	3.05	3.41	0.36
Biologie	3.53	3.43	- 0.10
Erstsprache	3.39	3.07	- 0.32
Englisch	4.05	3.79	- 0.26

MUPET-ANFANGSBEFRAGUNG: Mittelwerte der Fachinteressen nach Geschlecht

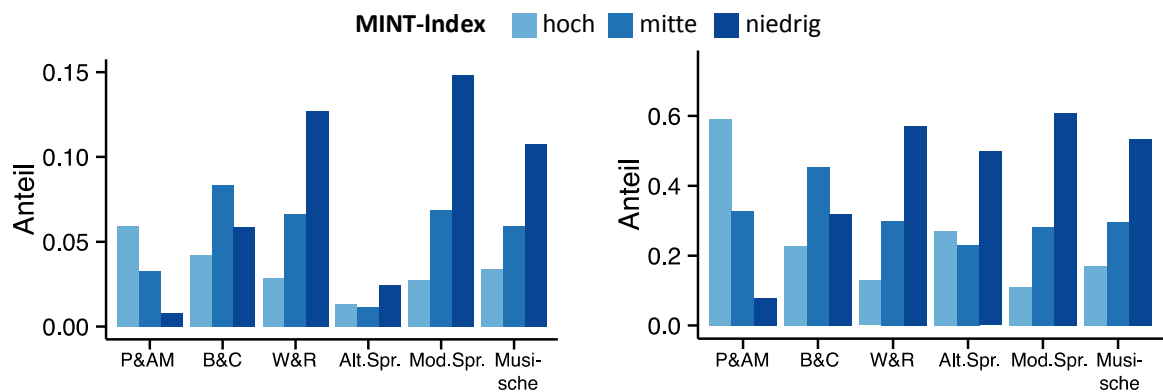
5.3.3 Unterschiede zwischen Schwerpunkten

Die Heterogenität der MINT-Interessen lässt sich mit einem MINT-Index einfach darstellen. Er ist der Durchschnitt aus den Fachinteressen für Mathematik (doppelt gewichtet), Physik und Chemie. Dieses eindimensionale Mass ist ein guter Indikator. Zur Erhöhung der Übersicht werden die Lernenden in drei Klassen mit „hoch“, „mittel“ und „niedrig“ eingeteilt, die in der Gesamtpopulation etwa gleich gross sind.



Die Heterogenität der MINT-Interessen lässt sich mit einem MINT-Index einfach darstellen. Er ist der Durchschnitt aus den Fachinteressen für Mathematik (doppelt gewichtet), Physik und Chemie. Dieses eindimensionale Mass ist ein guter Indikator. Zur Erhöhung der Übersicht werden die Lernenden in drei Klassen mit „hoch“, „mittel“ und „niedrig“ eingeteilt, die in der Gesamtpopulation etwa gleich gross sind.

In den einzelnen Schwerpunkten gibt die Verteilung auch am Schluss des Gymnasiums ein differenziertes, quantitatives Stimmungsbild. In PAM gibt es fast nur und B&C gibt es noch viele MINT-Hochinteressierte. Umgekehrt gibt es in den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten es sehr viele mit niedrigem MINT-Interesse.



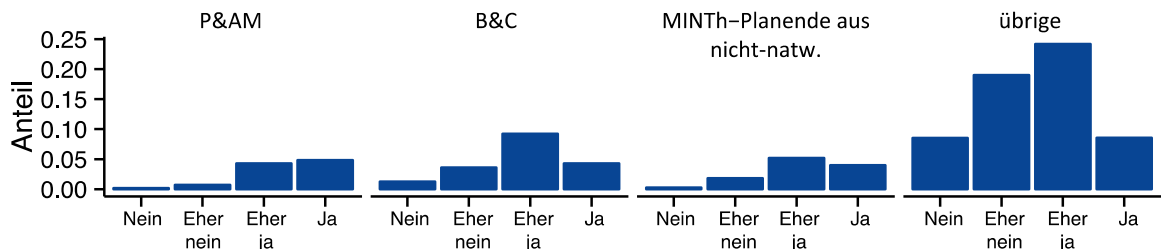
MUPET-SCHLUSSBEFRAGUNG: MINT-Index links gesamt und rechts pro Schwerpunkt normalisiert

Das Diagramm rechts zeigt, wie viele Lernende in W&R, in den modernen Sprachen und in den musischen Schwerpunkten durch das MAR gezwungen werden, etwas zu lernen, was sie leider nicht interessiert. Daneben gibt es in allen Schwerpunkten Hochinteressierte, die vielleicht ein MINT-Studium ergreifen möchten. Aus diesem Bild wird klar, dass je nach Schwerpunkt und Zielsetzung ganz unterschiedliche Massnahmen ergriffen werden müssen.

5.3.4 Daten zu verschiedenen MINT-Themen

MUPET liefert vielerlei Antworten im Hinblick auf die MINT-Problematik. Beispiele:

- (1) Magere 2%, 29 von 1436 antwortenden Gymnasiastinnen aus der Deutschschweiz, möchten gerne in einem technischen Beruf tätig sein.
- (2) Nur rund 26% der Maturandinnen und Maturanden halten ihre Mathematik-Kenntnisse für ein Chemiestudium ausreichend
- (3) Nur rund 20% der Maturandinnen und Maturanden halten ihre Physik-Kenntnisse für ein Medizinstudium ausreichend.
- (4) Ein Ergebnis zum unterschiedlichen Mathematik-Selbstkonzept zwischen den Schwerpunkten, respektive denjenigen, die ein MINT-Studium ins Auge fassen und den übrigen.:



ANFANGSBEFRAGUNG: „Ich fühle mich in Mathematik leistungsfähig.“

5.3.5 Freie Antworten der Lernenden zu Lehrmitteln

MUPET erlaubte auch freie Antworten. Diese geben auch konkrete Hinweise auf Verbesserungspotential, beispielsweise hinsichtlich der verwendeten Lehrmittel:

Eine Maturandin aus dem Schwerpunkt Physik und Anwendungen der Mathematik wünscht sich: „[Ein]Mathematikbuch für alle Themen, das auch im Unterricht gebraucht würde. Während der Schulstunden nicht nur Theorie, sondern auch Übungsaufgaben.“

Eine Maturandin aus dem Bildnerischen Gestalten findet: „Il faut que les manuels soient revus, car ils sont tout sauf attrayants et leur seule vue est fatigante. Il faudrait qu'ils soient plus ludiques, avec des exemples parlants, des explications simples. Les formules sont souvent peu compréhensibles et leurs explications devrait être revues.“

5.3.6 Freie Antworten der Lernenden zu den Lehrpersonen

Ein Maturand aus dem Schwerpunkt Moderne Sprachen hält fest: „Tout dépend du professeur qui enseigne la matière!! Il faut qu'il ait envie d'enseigner la physique de manière ludique!!“

Immer wieder wird in den freien Antworten von MUPET die Qualität der Lehrpersonen angesprochen, oft ganz sachlich, so z. B. durch eine Maturandin aus dem Schwerpunkt Wirtschaft und Recht:

„Mein Gymnasium ist wirklich super. Ich finde bloss, dass einige Lehrer fehl am Platz sind. Und DIE WAHL DER LEHRPERSON KANN SEHR VIEL ÜBER DAS MATHEMATISCHE SCHICKSAL GANZER KLASSEN AUSMACHEN. bspw. bin ich überzeugt, dass mindestens drei meiner Mitschülerinnen und ich wegen der Mathematik vor gewissen

Studiengängen an der ETH (oder für mich BWL) abgeschreckt wurden. Sie denken es sei zu hart, sie würden es nicht schaffen. Obwohl sie als Ergänzungsfach Physik haben und ein Interesse da ist, haben sie sich für Wirtschaft statt Maschinenbau entschieden. Hier liegt ein Fehler im System vor. Hier müssen Sie ansetzen, falls sie einige interessierte Schüler auffangen wollen.“

5.3.7 Klagen

Im Technischen Schlussbericht wird auch ein Überblick über die Klagen gegeben. Eine Maturandin aus dem Schwerpunkt Biologie und Chemie, die ein Lehrerstudium plant, klagt beispielsweise:

„Purtroppo sono presenti troppi docenti incompetenti all'interno del liceo, soprattutto nell'ambito delle materie scientifiche. Questo a mio parere è molto grave visto che un cattivo docente può condizionare il futuro di un allievo. La cosa più grave credo che sia che gli esperti non riescano a riconoscere questi insegnanti e perciò a riprenderli o sanzionarli.“

Die ideale Lehrperson sollte fachlich- und fachdidaktisch kompetent sein, motivierend und zugleich kognitiv-aktivierend unterrichten, auch schwierige Klassen „managen“ und individuelle Lernwege diagnostizieren, Lernschwächen therapieren und Lernleistungen rekursfest beurteilen. - In unserem nördlichen Nachbarland, mit dessen Gymnasialsystem das Unsrige enger verwandt ist als mit denjenigen Frankreichs oder Italiens, schenkt man den vielseitigen Anforderungen des Lehrerberufs vermehrt Beachtung. Bestehende mathematikdidaktische Institutionen sind in der Humboldt Universität Berlin im Deutschen Zentrum für Lehrerbildung in Mathematik³⁵ DZLM zusammengeführt worden. Dank der Unterstützung durch die Deutsche Telekom wird es möglich, mit einer ausreichenden „kritischen Masse“ nicht nur zu forschen, sondern auch die entsprechende Entwicklungs- und Weiterbildungsarbeit in Angriff zu nehmen.

5.4 MUPET zur Gender-Thematik

5.4.1 Allgemeines

„Heute wünscht [Prof. Viola Vogel, ETH-Z, Interview mit dem TAGESANZEIGER, 2. 11. 2013] sich, dass die Ingenieurs- und Naturwissenschaften, welche die moderne Gesellschaft so entscheidend prägen, in der Schule wieder intensiver behandelt würden – und noch mehr von Jungen und vor allem Mädchen als Beruf gewählt werden.“

In diesem einen Satz werden alle drei MINT-Problem-Facetten samt Gender-Thematik sichtbar.

Gender wird auch in der Schweiz intensiv erforscht, u. a. im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 60 „Gleichstellung der Geschlechter“³⁶, und dort konzentriert im Cluster 2 „Bildung + Karriere“. Insbesondere das Projekt „Karriere und Geschlecht: Weshalb wählen Frauen Männerberufe?“ will „die Grundlage [suchen], um mögliche konkrete Massnahmen in der Grundausbildung und Weiterbildung von Gymnasial- und Berufsschullehrkräften sowie allenfalls bei der Lehrmittelgestaltung in die Wege zu leiten.“³⁷

Als Ergebnis aus diesem Projekt nennt Elena Makarova in zwei Punkte, wo die Schule wirksam sein kann:

- (1) Die Schlüsselrolle der Lehrpersonen und des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Berufswahl von Jugendlichen im MINT-Bereich sollten sichtbar gemacht werden.
 - (2) Die geschlechterstereotype Darstellung in den schulischen Lehrmitteln sollte abgebaut werden.
- Während der zweite Punkt bei der Produktion neuer Lehrmitteln leicht berücksichtigt werden kann, bleibt die optimale Transformation der Lehrpersonen, deren Schlüsselrolle auch hier festgehalten wird, offen.

5.4.2 Lehrpersonen

Plausibel ist, das optimale Verhalten der Lehrperson im Hinblick auf die drei MINT-Problem-Facetten gesondert zu betrachten:

- (1) Sollen mehr Gymnasiastinnen für MINT-Studiengänge gewonnen werden, muss in erster Linie die Gesellschaft die Vereinbarkeit von Familie und anspruchsvoller Berufstätigkeit verbessern. In zweiter Linie soll die Schule Begegnungen mit Rollenmodellen für genderuntypische Berufe fördern. Erst dann kann die Lehrperson ein niederschwelliges Coaching anbieten, eine heikle Tätigkeit, die Einführung und Begleitung erfordert.
- (2) Geht es darum, dass die Gymnasiastinnen in den MINT-Fächern optimal auf Studien vorbereitet sind, dann genügt „einfach guter“ Unterricht insbesondere in Mathematik und Physik. Die Curricula müssen mit den Hochschulen abgesprochen, die Unterrichtsstruktur klar, die Unterrichtsformen vielseitig und intellektuell anregend, das Unterrichtsklima fördernd und die Unterrichtshilfsmittel (Computer, Bücher usw.) passend sein: eine Herausforderung für Lehrperson und Schulsystem! Eine Rücksichtnahme auf die Frauen ist dann nicht nötig.
- (3) Wird aber angestrebt, dass insbesondere auch die jungen Frauen, die kein MINT-Studium ergreifen, im Durchschnitt ein positiveres Verhältnis zum MINT-Bereich entwickeln, dann müssen die Curricula in den Grundlagenfächern Mathematik und Physik unter die Lupe genommen werden³⁸. In Modelllehrgängen (mit

mehr, aber nicht ausschliesslich „frauengerechten Themen wie Gesundheit usw.) müssen ganzheitliche Zugänge entwickelt und in der Lehreraus- und -weiterbildung etabliert werden. Die Lehrpersonen aller Fächer müssen stärker für die Genderthematik sensibilisiert sein, so dass zusätzlich zu anregendem MINT-Unterricht auch eine Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen Vorurteilen in Gang kommen kann.

5.4.3 Perspektive der Lernenden

Die Bemerkungen von Lernenden sind im Gender-Zusammenhang mit Vorsicht zu geniessen. Oft meint man, dass die verbreiteten Vorurteile bloss nicht bewusst sind. Dazu einige Beispiele aus MUPET:

Eine Maturandin aus dem Schwerpunkt Bildnerisches Gestalten begründet: *„Ich habe angegeben, dass ich nicht finde, dass Mädchen speziell unterstützt werden [sollten], was ich noch mal genauer erklären möchte. Ich finde, dass zwischen Mädchen und Jungen was Schulisches und Themen angeht gar nicht erst ein Unterschied gemacht [werden soll], wenn die Themen vorgestellt werden. Dadurch würde die spezielle Unterstützung unnötig. Da das im Moment nicht der Fall ist, sollte den Mädchen, die in den entsprechenden Fächern gut sind, vermittelt werden, dass sie deswegen keine Aliens sind, sondern das das komplett normal ist.“*

Ein Schüler aus dem Schwerpunkt Alte Sprachen meint: *„Les filles ne sont pas moins douée que les garçons, elle tiennent juste plus à leur image et ne veulent pas être cataloguer comme "Intello" insulte en latin. Elles ne sont pas assez encouragée et poussée à faire ces métiers mais en aucun sont moins intelligentes. Vos questions sont mal formulées concernant les hommes et les femmes.“*

Ein anderer Schüler aus dem gleichen Schwerpunkt hält fest: *„Mädchen brauchen keine Extrabehandlung. Ich finde einfach diejenigen, welche in Physik nicht sattelfest sind, brauchen Unterstützung. Ich kenne Mädchen, die verstehen Physik besser als manche Jungen. Ich glaube sowieso NICHT an das Vorurteil, dass Jungs in Mathe, Physik und Chemie besser sind als Mädchen.“*

C) MÖGLICHE MASSNAHMEN GEGEN DIE MINT-PROBLEMATIK

„Wer nichts verändern möchte, wird auch das verlieren, was er bewahren möchte.“ - Gustav Heinemann

6) Vorbemerkungen, Leitgedanken, Bildungspolitisches

Noch 2006 schrieben Notter und Arnold in „Übergang zum Studium“: „Insgesamt scheint es den Mittelschulen auch mit der neuen Maturitätsordnung gut zu gelingen, den Spagat zwischen dem Vermitteln einer breiten Allgemeinbildung und dem Vermitteln spezifischer Fachkenntnisse als Vorbereitung für ein universitäres Fachstudium zu machen.“

Heute wird deutlich, dass dieser Schein trügt. Zwar machen talentierte Jugendliche ihren Weg immer. Wer aber nur mittelmässig begabt ist, im Gymnasium wenig fleissig und im „falschen“ Schwerpunkt³⁹ war, hat schlechte Chancen, die ersten Hochschulprüfungen zu bestehen, besonders nach einem Zwischenjahr.

Das System mit der „MAR-Einheitsmatur“ muss, ohne bei der Allgemeinbildung abzubauen, so weiter entwickelt werden, dass auch im MINT-Bereich die effektive Studierfähigkeit weitestmöglich erreicht wird.

6.1 Vorbemerkungen

(0) Die folgenden Ausführungen sind persönliche Ansichten des Autors und nicht offizielle Positionen von ETHZ oder KSW.

(1) Wäre die MINT-Problematik einfach, wäre sie schon längst bewältigt worden.

(2) Die Schülerschaft im Gymnasium wird heterogener.

(3) Wahlentscheide vor, im und nach dem Gymnasium werden zahlreicher und immer wichtiger.

(4) Es genügt nicht, wenn die Politik höhere Ziele setzt, sie muss auch zielführende Wege anbieten.

(5) Wie in anderen Bildungsbereichen, braucht es auch im MINT-Sektor nicht mehr Mittel für Grundlagenforschung, sondern wesentliche Ressourcen für die Anwendung vorhandener Erkenntnisse. „Anwendung“ bedeutet Ausbau bestehender und Entwicklung neuer Wege zu Zielen, über die vorab Konsens zu finden ist.

6.2 Radikale Massnahmen

Radikal wäre, die Schwerpunkte Musik, Bildnerisches Gestalten und PPP, wo die MINT-Probleme am stärksten auftreten, in das mittlerweile etablierte Fachmaturitätssystem auszugliedern, weil sie auf musikalische, gestalterische oder pädagogische Fachhochschulen ausgerichtet sind. Diese Massnahme wäre im Zusammenhang mit der Schaffung einer Passerelle von der Fachmatura zu den Universitären Hochschulen zu prüfen.

Radikal wäre auch, nur die Studierfähigkeit über Stundendotation, Lehrpläne, Promotionsreglemente usw. zu stärken, wie dies beispielsweise in der Oberstufenreform von Baden-Württemberg geschehen ist. Damit würde die Studierfähigkeit einseitig auf Kosten der Allgemeinbildung und der Wahlmöglichkeiten und damit der Eigenverantwortung der Lernenden gestärkt.

Radikal wäre auch, das Maturitätswesen in der Schweiz nach dem Vorbild des International Baccalaureate⁴⁰ (IB) umzugestalten. Dieses Diplom kann ja bereits an verschiedenen staatlichen Gymnasien der Schweiz parallel zu MAR-Matur erworben werden.

Radikal wäre auch, nach dem Vorbild des IB, das Gymnasium in ein „Mittelgymnasium“ mit den Klassen 9 und 10, und ein „Obergymnasium“ mit den Klassen 11 und 12 zu teilen. Das Mittelgymnasium fokussiert mit dem grossen gemeinsamen Kern auf Allgemeinbildung. Erst im Obergymnasium spezialisieren sich die Lernenden im Hinblick auf das Studium.

6.3 Moderate mögliche Massnahmen im Hinblick auf den Übergang Gymnasium-Universität

Zwar wünscht etwa auch die Kommission Gymnasium Universität KGU einen umfangreicheren für alle Schwerpunkte, gemeinsamen Kern⁴¹. Ein ausformulierter Kern liefert auch den Kern von Bildungsstandards. Der Autor hier zieht ein pragmatisches Vorgehen mit drei Eckpfeilern vor:

(1) *Die beiden Ziele „Allgemeinbildung“ und „Studierfähigkeit“ gleichberechtigt beibehalten:*

- Das Gymnasium strebt eine breite Allgemeinbildung an.

Das Gymnasium berücksichtigt, dass aus historischen Gründen der Aspekt der Allgemeinbildung im MINT-Bereich („mathematical literacy“, „scientific literacy“) bisher im Normalfall zu wenig Aufmerksamkeit erhalten hat, besonders aus der Sicht der rund 70% Nicht-MINT-Studierenden.

- Das Gymnasium bereitet auf Hochschulstudien vor.

Aus allen Schwerpunkten muss der Zugang zu universitären Hochschulen gewährleistet bleiben, auch wenn die Wahlmöglichkeiten des MAR, die Erhöhung der gymnasialen Maturitätsquote und die Verkürzung des Gymnasiums eine Reduktion der Studierfähigkeit namentlich im MINT-Bereich bewirkt haben.

(2) Bei allen Massnahmen im MINT-Bereich der Gender-Situation speziell Rechnung zu tragen.

(3) Das Gymnasium so weiter entwickeln, dass auch strukturell der Heterogenität der Lernenden Rechnung getragen wird:

- Das System muss durchlässiger werden: Mit Zusatzleistungen – besonders auch im MINT-Bereich – soll man nacharbeiten können, was man durch eine ungünstige Wahl oder andere Umstände verpasst hat.
- Die Massnahmen sollen generell die Selbständigkeit und Eigenverantwortung der Lernenden fördern.
- Die Massnahmen sollen die Bereitschaft zu zusätzlichen, herausragenden Leistungen auch im MINT-Bereich fördern, so wie sie in Sport und Kunst schon lange angestrebt und manchmal erreicht werden.

6.4 Bildungspolitische Rahmenbedingungen für das Gymnasium in der Schweiz

(1) Zielsetzung und Qualität der gymnasialen Maturität sollen sich klar von denjenigen der Berufs- und der Fachmaturität abgrenzen, d. h. das akademische Niveau muss mindestens gehalten werden. Passerellen sollen Gleichwertigkeit anstreben aber Umgehungsmöglichkeiten minimieren.

(2) Die vorgeschlagenen Massnahmen sollen den durch Föderalismus und MAR vorgegebenen Rahmen möglichst wenig verändern.

(3) Die durch die vorgeschlagenen Massnahmen hervorgerufenen Investitions- und wiederkehrenden Kosten sollen offen gelegt werden, tragbar sein. „Tragbar“ ist zu beurteilen im Vergleich zu den rund 2 Mia. Fr. jährlichen Gesamtausgaben für den Gymnasialbereich.

(4) Die Finanzierung muss mindestens mittelfristig gesichert sein.

(5) Für die Entwicklung und Implementierung soll ausreichend Zeit eingeplant werden.

(6) Die vielen Betroffenen auf allen Ebenen müssen möglichst gut konsultiert und involviert werden.

6.5 Verbesserungen am Übergang Sek I -MAR-Gymnasium

Die im Kapitel 7 vorgeschlagenen Massnahmen haben einen verbesserten Übergang Gymnasium-Universität im Auge, was sich aus den Rahmenbedingungen für MUPET erklärt. Wie im Bildungsbericht Schweiz 2014 herausgearbeitet wird, ist der Übergang von der Sekundarstufe I ins MAR-Gymnasium verbesserungsbedürftig. Die nicht unterschiedlichen kantonalen Maturitätsquoten können nur teilweise rational begründet werden. Die grosse Bandbreite der verschiedenen Aufnahmeverfahren führt zu Ungerechtigkeiten und ist eine wesentliche Ursache für manche Qualitätsprobleme des Gymnasiums.

7) Liste mit möglichen Massnahmen

Im Teil II des **TECHNISCHEN BERICHTS zu MUPET** wird ausführlich auf die Liste mit möglichen Massnahmen eingegangen und es wird diskutiert, wie weit sich die Daten mit den Erfahrungen und Wünschen der Lernenden mit den hier vorgeschlagenen Massnahmen decken.

7.1 Zwei mögliche Massnahmen um mehr MINT-Studierende zu gewinnen

In diesem Abschnitt geht es um Massnahmen gegen den Mangel an MINT-Fachkräften.

(A) Den Schwerpunkt „Physik und Anwendungen der Mathematik“ neu gestalten und positionieren.

Idealerweise wird der Schwerpunkt so umbenannt, dass seine Ausrichtung und sein Inhalt klar erkennbar sind, beispielsweise in „Mathematik-Physik-Informatik“ mit der Abkürzung MPI.

Mindestens sind neue Rahmenlehrpläne und entsprechende Modell-Lehrgänge und -Lehrmittel zu schaffen:

- Informatik muss systematisch eingebaut und gegen aussen sichtbar sein.
- Im Sinn der Allgemeinbildung, soll Technik als wichtige Kraft in der Gesellschaft dargestellt und nicht bloss als Übungsfeld für Mathematik, Physik und Informatik betrachtet werden.

Begründung

Im Schwerpunkt P&AM plant mehr als die Hälfte ein MINT-Studium; hier ist die Hauptquelle für Studierende in Mangelberufen. Das zentrale Problem ist, dass nur jedes zehnte Maturzeugnis in P&AM erworben wird. P&AM muss also zum Zeitpunkt der Schwerpunktwahl attraktiver erscheinen. Der Begriff „Anwendungen der Mathematik“ ist diffus, bezieht sich auf kein bekanntes Schulfach und wirkt unattraktiv; Anwendungen gibt es in allen Fächern.

Die MUPET II-Daten zeigen, dass rund ein Drittel aller Gymnasiastinnen und Gymnasiasten sich vorstellen können, ein MINT-Studium zu ergreifen, davon sind etwa 30% Mädchen. 95% dieser Gruppe sagen, sie wählen den Schwerpunkt aus Fachinteresse; nur 60% geben an, den Schwerpunkt im Hinblick aufs Studium zu wählen. Unter den MINT-Planenden geben viele an, sie hätten einen Schwerpunkt „Technologie und Informatik“ gewählt, wenn dieser angeboten worden wäre. Allerdings geben 54% aller Maturandinnen und Maturanden an, sie hätten das aktuelle Studienziel nicht von Anfang an gehabt.

Der reformierte Schwerpunkt MPI würde vermutlich Interessierte aus den Schwerpunkten Biologie & Chemie sowie Wirtschaft & Recht und wohl auch junge Männer anziehen, die jetzt eine Berufslehre im Technik- und Informatikbereich vorziehen.

Ausgestaltung

Die Festlegung der Anteile und Inhalte von Mathematik, Physik und Informatik, die Beziehungen zwischen ihnen sowie die Entwicklung der entsprechenden Lehrpläne und Modell-Lehrmittel muss in Zusammenarbeit zwischen Gymnasien und den Universitären Hochschulen erfolgen. Unterstützung durch Forschung, Technik und Wirtschaft ist wünschenswert. [MAR]

Bemerkungen

(1) In [...] stehen bei den Massnahmen Andeutungen zur politischen Zuständigkeit. Der in (A) vorgeschlagene neue Namen benötigt eine MAR-Teilrevision, der Bund und Kantone zustimmen müssen. Die Aufgabe für die Revision des zugehörigen, neu auszurichtenden Rahmenlehrplans liegt bei der EDK, diejenige der Schullehrpläne bei den Kantonen, die sie an die Schulen delegieren können. Mehr dazu in 7.5.

(2) Nicht alle MINT-Studierenden stammen aus P&AM; die Massnahmen (C) und (E) sind also ebenso wichtig um mehr fähige MINT-Studierende aus den anderen Schwerpunkten zu gewinnen, wo zwischen 35% (Biologie & Chemie) und 8% (moderne Sprachen, PPP) hoch-MINT-Interessierte Gymnasiastinnen und Gymnasiasten sind.

(3) Im Gegensatz zum Bildungsbericht Schweiz 2014 wird hier die Meinung vertreten, der Schwerpunkt B&C sei attraktiv genug und mit den Massnahmen (C) und (E) auch in der Lage, genügend viele und genügend qualifizierte MINT-Studierende vorzubereiten.

(4) Ein Schwerpunkt MINT? - Aktuell stehen in unserem dualen Bildungssystem vor allem bei MINT-interessierten Jugendlichen das Gymnasium mit dem Schwerpunkt P & AM und anspruchsvolle technische Berufslehren wie Polymechaniker oder Informatiker in Konkurrenz. Ein Schwerpunkt MINT würde vermutlich Jugendliche aus entsprechenden Berufslehren oder den naturwissenschaftlichen Schwerpunkten anziehen.

Ein Schwerpunkt MINT scheint auch deshalb nicht sinnvoll, weil die Technik im jetzigen Gymnasialsystem der Schweiz nicht kaum ausreichend entwickelt werden kann, und weil Opposition aus der Berufsbildung zu erwarten ist. In den umliegenden Ländern gibt es jedoch technische Gymnasien. Ob die Schweiz einen Schritt in diese Richtung machen soll, ist eine Grundsatzfrage, die von der Bildungspolitik entschieden werden muss.

(B) MINT-Coaching für fähige Mädchen und Frauen einführen.

Damit fähige Maturandinnen ein MINT-Studium überhaupt in Betracht ziehen, müssen sie ermutigt werden, Genderstereotypen zu überwinden und ihre Fähigkeiten realistisch einzuschätzen. Zweckdienliche Kontakte zu Forschung, Entwicklung und Unternehmungen im MINT-Bereich müssen etabliert werden.

Begründung

Etwa 20% der Schülerinnen können sich anfangs Gymnasium vorstellen, ein MINT-Studium zu ergreifen. Die MUPETII-Daten bestätigen, dass sie diesen Entscheid gegen den Trend in der Peergroup treffen müssen: Zwei Drittel der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten glauben, dass ihre Kolleginnen und Kollegen keine positive Einstellung zu Mathematik und Physik haben. Dementsprechend findet gut die Hälfte aller, man solle fähige Mädchen besonders ermutigen, technische oder Informatikstudien zu ergreifen.

Für das Coaching spricht besonders, dass sogar in der Zielgruppe der an MINT-Studien interessierten Mädchen selber 59% bei Informatik und 64% bei technische Studien finden, sie müssten dafür besonders ermutigt werden. Auch in der sehr kleinen Gruppe derjenigen, die gute MINT-Leistungen aufweisen und beabsichtigen einen „harten“ MINT-Studiengang anzutreten (5% aller Maturandinnen), befürwortet eine klare Mehrheit eine spezielle Unterstützung für Frauen im Hinblick auf technische Studien und Informatik.

Ausgestaltung

Ein MINT-Coaching könnte durch speziell ausgebildete und entlastete MINT-Lehrerinnen und Lehrer, in Zusammenarbeit mit der Berufsberatung, auf Anfrage von Schülerinnen, von Lehrpersonen und auch auf eigene Initiative erfolgen und hätte nur beratenden Charakter.

[Die Kompetenz zur Einführung des MINT-Coachings liegt bei den Kantonen respektive bei den Schulen mit hohem Budgetspielraum.]

Weitere mögliche Massnahmen

(B1) „MINT-Day für Gymnasiastinnen“ beispielsweise parallel z. B. zu einem „Social-Day für Gymnasiasten“

(B2) Website mit allen Massnahmen zur Frauenförderung im MINT-Bereich.

7.2 Mögliche Massnahmen zur Verbesserung der Kompetenzen der MINT-Studienanfänger

Hier geht es um die Sicherung der Studierfähigkeit der gymnasialen Maturandinnen und Maturanden.

(C) Mathematik auf 2 Niveaux einrichten.

Nach dem Vorbild der Romandie und des Tessins soll in der ganzen Schweiz Mathematik auf 2 Niveaux angeboten werden. Das anspruchsvollere Niveau 2 ist obligatorisch im Schwerpunkt P & AM (neu MPI), kann aber auch von leistungswilligen Lernenden in anderen Schwerpunkten belegt werden.

Begründung

Unsichere Kompetenzen sind im zentralen Fach Mathematik durch EVAMAR II nachgewiesen. Das Mathematik-Anforderungsspektrum der universitären Hochschulen ist breit. Den meisten angehenden MINT-Studierenden sind die Mathematikanforderungen bewusst. Zu viele der angehenden Nicht-MINT-Studierenden unterschätzen die Mathematikanforderungen ihres Studiums.

Die Zweiteilung der Mathematik ist Voraussetzung dafür, dass sie auf dem Niveau 1 stärker allgemeinbildend gestaltet werden kann. (Mehr mathematical literacy, wie als Massnahme (F) gefordert wird.)

Ausgestaltung

Wesentlich ist, dass die Abmachungen zu den beiden Niveaux sowohl von den Gymnasien als auch von den universitären Hochschulen eingehalten werden. Die Entwicklung der entsprechenden Lehrpläne und Lehrmittel muss in Zusammenarbeit zwischen Gymnasien, universitären Hochschulen und den PH erfolgen. Sie müsste die Ergebnisse des EDK-Projekts „Basale fachliche Studierkompetenzen“ in Mathematik berücksichtigen; dieses sollte „basal“ aufteilen in „basal für MINT-Studien“ und „basal für übrige Studien“.

[RLP-Revision nötig]

Weitere Massnahmen in der Mathematik:

(C1) Mathematik-Problemdiagnose zu Beginn und individuelle Therapie („Dyskalkulie“) bis ins 10. Schuljahr. Diese Massnahme lässt sich insbesondere auch aus den Überlegungen im Bildungsbericht Schweiz 2014 zur unbefriedigenden Anfangsselektion und der Nachhilfeindustrie ableiten.

(C2) Inhalt und Vorbereitungsphase der Mathematik-Maturprüfungen analysieren und verbessern.

Der in EVAMAR II dokumentierte Anteil von mehr als 40% ungenügender Leistungen in den schriftlichen Prüfungen muss kleiner werden. In MUPET sehen die Lernenden den grössten Änderungsbedarf im Mathematikunterricht beim systematischen Repetieren. Die Ziele der schriftlichen und der mündlichen Mathematik-Maturprüfungen sollen grundsätzlich untersucht werden.

(D) Mathematik Anschlusskurse an Hochschulen anbieten.

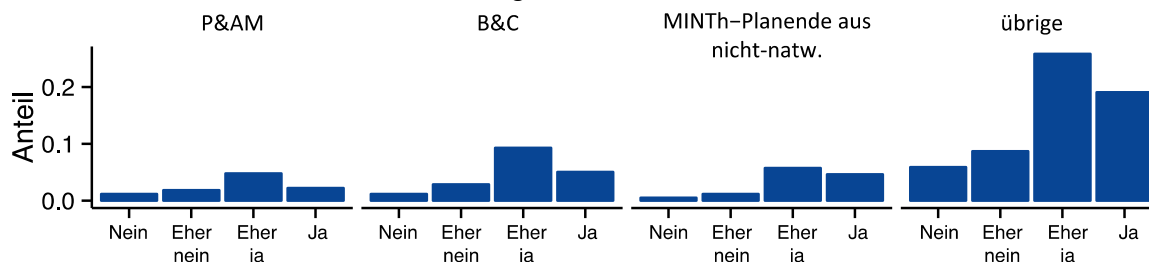
Nach bereits existierenden Vorbildern sollten Anschlusskurse von allen Universitären Hochschulen in der Schweiz angeboten werden:

Ein Kurs mit Niveau 1 würde sich an die vielen Studienanfänger/innen richten, die im Zwischenjahr zu viel vergessen haben und ein Studium ohne erhöhte Mathematikanforderungen ergreifen wollen.

Ein Kurs mit Niveau 2 würde sich an diejenigen richten, die im Gymnasium nur Niveau 1 belegten und ein MINT-Studium ergreifen wollen.

Begründung

Viele Gymnasiastinnen und Gymnasiasten ändern ihre Studienabsichten während des Gymnasiums. Zudem beginnen besonders in der Deutschschweiz weniger als 50% sofort ihr Studium! Die Universität Zürich sagt⁴²: „Nicht ausreichende Mathematik-Kenntnisse erhöhen sowohl das Risiko für einen Ausschluss aufgrund mangelhafter Leistungen als auch für den Studienabbruch innerhalb der ersten drei Semester.“ Besonders diejenigen Maturandinnen und Maturanden mit MINT-Studienplänen und erstaunlich viele aus P&AM sowie B&C melden ihr Bedürfnis nach Hochschul-Einsteigerkurse in Mathematik klar an.



MUPET-SCHLUSSBEFRAGUNG: „Die Hochschulen sollten Mathematik-Einsteigerkurse anbieten.“

Ausgestaltung

Grundsätzlich soll das Angebot komplementär zum Angebot der Gymnasien (C) sein. Konkret wird jede Hochschule ihr Angebot für ihre Studienanwärter optimieren wollen.

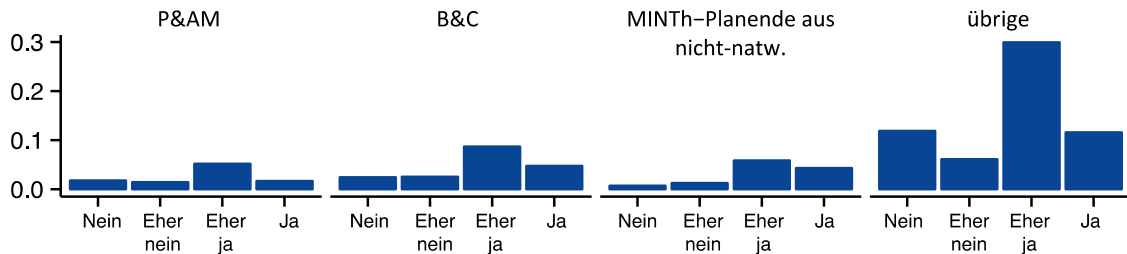
[Kompetenz der Universitäten, Koordination durch SUK]

(E) MINT-Kurs an den Gymnasien einrichten.

Ein MINT-Kurs (oder informativere Bezeichnung) soll Interessierten in den nichtnaturwissenschaftlichen Schwerpunkten ermöglichen, die de facto für ein MINT-Studium nötigen Kompetenzen zusätzlich zu den in den Grundlagenfächern erlernten, namentlich in systematischer Physik und Chemie, zu erwerben.

Begründung

Das „Kleine Latinum“, das auch Lernenden ausserhalb des Schwerpunkts Alte Sprachen ermöglicht, in einem zusätzlichen Effort eine für gewisse Studienrichtungen nötige Zusatzkompetenz zu erwerben, dient als Modell. Die kleinen Teilnehmerzahlen in den Ergänzungsfächern Physik und Chemie zeigen, dass das jetzige System unbefriedigend ist. Auch das folgende Diagramm weist auf Handlungsbedarf hin:



MUPET-SCHLUSSBEFRAGUNG: „Die Hochschulen sollten einen Einsteigerkurs in Physik anbieten.“

Ein MINT-Kurs ist zudem die unabdingbare Voraussetzung dafür, dass der Unterricht in den Grundlagenfächern Physik und Chemie auf die Mehrheit ausgerichtet und stärker allgemeinbildend gestaltet werden kann, namentlich wie als Massnahme (G) in Physik vorgeschlagen wird.

Ausgestaltung

Der Kurs müsste einen Umfang von 6 bis 10 Jahreswochenlektionen aufweisen und die Fachsystematik und quantitative Modellierung namentlich in Physik und Chemie stärken. Die Entwicklung der entsprechenden Lehrpläne und Modell-Lehrgänge müsste in Zusammenarbeit zwischen Gymnasien und universitären Hochschulen erfolgen.

[RLP-Revision nötig, keine MAR-Revision]

7.3 Mögliche Massnahmen zur Erhöhung der MINT-Akzeptanz im Gymnasium und im breiten Publikum

Zwischen übertriebenen Ängsten ...

„Das überhandnehmende Maschinenwesen quält und ängstigt mich, es wälzt sich heran wie ein Gewitter, langsam, langsam; aber es hat seine Richtung genommen, es wird kommen und treffen.“ - Goethe, *Wilhelm Meisters Wanderjahre III/13*

„Der ganze Erkenntnis-Apparat ist ein Abstraktions- und Simplifikationsapparat - nicht auf Erkenntnis gerichtet, sondern auf *Bemächtigung* der Dinge.“ - Nietzsche, *Umwertung aller Werte*

... und übertriebenen Hoffnungen ...

„Wie unsere technische Zivilisation, so gleicht auch die Wissenschaft einem Termitenbau: die Termiten können ihn nur verändern, indem sie ihn vermehren. (...) [Einen Umbau] wird der Termitenstaat nur dadurch erreichen, dass er die nächste Generation zur Auswanderung veranlasst. Ausserhalb der Metapher heisst das: durch eine neue, gründlich veränderte Wissenschaftsvorbereitung in den Schulen.“ - von Hentig, *Interdisziplinarität, Wissenschaftsdidaktik, Wissenschaftspropädeutik*

... **liegt wohl das vernünftige Mass** auch für die Bemühungen zur Umgestaltung des Gymnasiums im MINT-Bereich im Hinblick auf mehr Akzeptanz im breiten Publikum.

(F) Statistik und mathematische Allgemeinbildung im Grundlagenfach Mathematik ausbauen.

Die allgemeinbildenden Aspekte der Mathematik sollen im Hinblick auf die Bedürfnisse der Mehrheit, d.h. zukünftige Primarlehrerinnen, Journalistinnen, Ökonomen usw. bewusst gepflegt werden.

(F1): 10% der Unterrichtszeit und des Notengewichts sollen für anwendbare Statistik verwendet werden.

(F2): 10% der Unterrichtszeit und des Notengewichts sollen im Niveau 1 der „mathematical literacy“ dienen.

Begründung

70% aller Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, also die grosse Mehrheit, besuchen die nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkte – beispielsweise Moderne Sprachen. In dieser Population sind rund 2/3 Frauen. Die MUPET-Daten zeigen, dass ein grosser Anteil schon zu Beginn des Gymnasiums nicht MINT-interessiert ist. Andererseits gibt es zwischen 10% und 20% hoch-MINT-Interessierte!

Geschätzte 75% der nicht-naturwissenschaftlichen Maturand/innen braucht an der Hochschule Mathematik in unterschiedlichem Ausmass: etwa 25% in MINT-Studiengängen, Wirtschaft, Medizin usw. Sie würden idealerweise Mathematik auf dem anspruchsvolleren Niveau belegen. Weitere 50% studieren Soziologie,

Psychologie, Journalismus usw. In der MUPET-Schlussbefragung findet die Aussage „In Mathematik wäre mein Interesse (noch) grösser, wenn der Nutzen des Stoffes für mich klarer ersichtlich wäre“ verbreitet Zustimmung, aber am stärksten bei denjenigen, die nicht MINT-Studien planen. Im Technischen Bericht sind viele Fakten zur Massnahme (F) zusammengestellt.

Der Spagat zwischen Studierfähigkeit und Allgemeinbildung schafft Probleme: Viele Nicht-MINT-Studiengänge in den Sozial- und Geisteswissenschaften benützen anspruchsvolle statistische Hilfsmittel und erwarten solide Grundkenntnisse aus dem Gymnasium. Gerade in Statistik lassen sich leicht realistische Aufgaben formulieren. Das in den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten im Mittel geringe Interesse für Mathematik steigt, wenn die Lernenden auf der Metaebene mehr über die Wissenschaft „Mathematik“ erfahren: Wie ist sie entstanden, wie entwickelt sie sich weiter, welche Wechselwirkungen gibt es zu anderen Wissenschaften, welchen Nutzen hat sie für den Alltag?

Ausgestaltung

Das Grundlagenfach muss einen Umfang von 4 x 4 Jahreswochenlektionen aufweisen.

(F1) Ein Modell-Lehrgang für den systematischen Aufbau einer tragfähigen Statistik, die hoffentlich an Grundlagen des LP21 anknüpfen kann, ist dringend. Ein Lernziel müsste sein, Aussagen wie die folgende beurteilen zu können:

52 Prozent der Befragten hätten ein Nein in die Urne gelegt, 42 Prozent ein Ja. 6 Prozent der Befragten gaben an, sie seien noch unentschieden. Zwar ist die Meinungsbildung laut gfs.bern bereits weit fortgeschritten, der Ausgang der Abstimmung ist dennoch offen. Die Unterschiede zwischen Ja- und Nein-Anteilen seien zu gering, um sich jetzt schon festlegen zu können. Das Forschungsinstitut gfs.bern befragte zwischen dem 29. März und dem 4. April rund 1200 Stimmberechtigte. Der statistische Fehlerbereich beträgt plus/minus 2,9 Prozent. (news.ch 11.04.14)

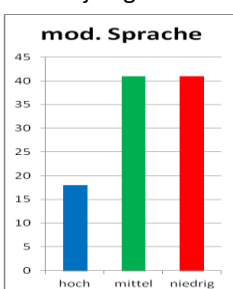
(F2) An ausgewählten Beispielen soll die philosophische, spielerische, ästhetische Dimension usw. der Mathematik erlebt werden. Mit Biografien kann das Wechselspiel von Intuition, Spekulation, Ausdauer und hartem Arbeiten beim Beweisen sichtbar werden. Die Wissenschaftsgeschichte zeigt exemplarisch das Verhältnis zwischen wertfreier Forschung und gesellschaftsverändernden Anwendungen wie Kryptografie. Die Entwicklung der entsprechenden Lehrpläne und Lehrmittel muss in Zusammenarbeit zwischen Gymnasien, den universitären und den pädagogischen Hochschulen erfolgen.

[RLP-Revision nötig, keine MAR-Revision]

(G) Im Grundlagenfach Physik auf physikalische Allgemeinbildung mit Einbezug von Elementen einer technischen Allgemeinbildung fokussieren.

Begründung

Vermutlich benötigen 75% der Grundlagenfach-Population in ihren Studiengängen direkt keine Physik mehr. Für diejenigen mit MINT-Plänen, Medizin usw. steht idealerweise der MINT-Kurs (E) zur Verfügung.



Das Diagramm mit dem MINT-Index zeigt die Interessenslage. Zudem ist in keinem Fach ist der Gender-Effekt so gross wie in Physik.

Angesichts der ungünstigen Voraussetzungen aus der Sekundarstufe I und der geringen Unterrichtszeit kann keine tragfähige Hochschulpropädeutik entwickelt werden. Die untersuchten und verbreiteten Alltagsvorstellungen (z.B. Assoziationen mit dem Begriff „Stromquelle“) behindern das Lernen von grundlegenden Konzepten. Sinnvoll ist unter diesen Umständen, in den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten der Mehrheit der Lernenden Rechnung zu tragen und auf „physics literacy“ statt auf Fachsystematik zu fokussieren⁴³. Ein Lernziel könnte sein, folgenden WIKIPEDIA-Text zu verstehen:

Prinzipiell besteht ein Defibrillator aus einem Akkumulator, einem DC/DC-Wandler, einem Kondensator, einer Ausgangsstufe und einer Steuereinheit. Da die Spannung des Akkumulators für einen Elektroschock zu klein ist, muss mit Hilfe eines DC/DC-Wandlers eine größere Spannung erzeugt werden, mit der der Kondensator auf eine zuvor eingestellte Energie aufgeladen wird. Auf Knopfdruck gibt der Kondensator seine gespeicherte Energie, etwa 200 bis 360 Joule, über die Ausgangsstufe an den Patienten ab. Die Spannung beträgt bis 4000 Volt und liegt zwischen 3 und 40 Millisekunden am Patienten an. Die Stromstärke erreicht bei üblichen Körperwiderständen zwischen 50 und 100 Ohm bis zu etwa 50 Ampere. Der hierzu notwendige Kondensator hat eine Kapazität von 45...500 µF. Themen wie „Physik für eine nachhaltige Energieversorgung“, „Physik und Gesundheit“ oder „Das Universum“ ermöglichen den qualitativen und quantitativen Zugang zu zentralen Konzepten wie Energie und Leistung und allgemeinbildende Technikbezüge. Sie sprechen auch niedrig-MINT-interessierte Lernende an.

Ausgestaltung

Das Grundlagenfach muss einen Umfang von 5 bis 7 Jahreswochenlektionen aufweisen.

Module eines Modell-Lehrgangs mit der skizzierten Ausrichtung sind dringend nötig. An Physik-Lehrmitteln, die auf mathematisch und konzeptionell unterschiedlich anspruchsvollem Niveau fachsystematisch orientiert sind,

mangelt es nicht. Die Entwicklung der entsprechenden Lehrpläne und Modell-Lehrmittel müsste in Zusammenarbeit zwischen Gymnasien und universitären Hochschulen erfolgen.

Hinweis: Vermutlich müsste die Situation in der Chemie analog verbessert werden.

[RLP-Revision nötig, keine MAR-Revision]

(H) Synergien nutzen und MINT-Networking fördern für

(H1) Individuen: Lehrpersonen, MINT-interessierte Lernende, Eltern, potentielle Sponsoren usw.

(H2) Organisationen: Schulleitungen, Bildungsdirektionen, MINT-Projekt-Leitende in PH usw.

Begründung

Im MINT-Bereich wird das Rad laufend neu erfunden. Personal- und Finanzmittel werden im föderalistischen System nicht optimal genutzt. Durch ein Netzwerk mit fest bestimmten Bezugspersonen kann der MINT-Bereich sowohl schulintern als auch schulübergreifend gefördert werden.

Ausgestaltung

Individuelle Ebene: Jede Schule bekommt eine MINT-interessierte, speziell ausgebildete und entlastete Lehrperson - nicht zwingend aus dem MINT-Bereich, die in Zusammenarbeit mit den Schulleitungen, Fachgruppen, Fortbildungsbeauftragten, Eltern- und Schülerorganisationen usw. stimulierend wirken.

Organisatorische Ebene: Die Schulen, die SMK, die Pädagogischen Hochschulen, Akademien, Kantone und Bund und weitere Interessierte und Betroffene bestimmen MINT-Verantwortliche bilden ein Netzwerk und suchen nach einer effizienten Koordinationsstruktur.

[Schulen; Kantone, EDK, SMK]

(I) Die Rolle der Informatik klären.

Die Rolle der Informatik im Rahmen einer modernen gymnasialen Allgemeinbildung ist zu klären. Für die geforderten Kompetenzen ist ein sinnvoller Rahmen (Curricula, Zeit, Noten) zu schaffen.

Begründung

Man kann davon ausgehen, dass das IT-Anwenderkönnen der Studienanfängerinnen und -anfänger meist ausreichend ist. Darüber hinaus ist ein strukturelles Verständnis für Möglichkeiten und Grenzen der Informatik ein wichtiger Teil einer modernen Allgemeinbildung. Aus historischen und inhaltlichen Gründen bestehen im Gymnasium am ehesten Berührungspunkte zwischen der eigentlichen Informatik und der Mathematik. Im Sinne einer Ausweitung der allgemeinbildenden Aufgabe des Mathematikunterrichts könnten im Grundlagenfach Mathematik wichtige Elemente der Informatik obligatorisch integriert werden. Die dafür nötige zusätzliche Unterrichtszeit könnte aus einer moderaten Aufstockung der Gesamtdotation oder durch Neugewichtung aus dem Freifach-, dem Ergänzungsfach- und dem in der Volksschule ausgebauten Fremdsprachenbereich kommen.

Ein Grundlagenfach „Informatik“ scheint politisch (Finanzen, Fächerzahl...) kaum möglich und scheint im gymnasialen Gesamtrahmen auch nicht sinnvoll.

[evtl. MAR-Revision nötig; Kantone]

7.4 Mögliche Massnahmen, die über den MINT-Bereich hinaus gehen

(J) Kompensationsmöglichkeiten für Erstsprache und Mathematik neu regeln.

Begründung

Sichere Kompetenzen in Erstsprache und Mathematik sind für alle Studiengänge von Bedeutung. Die Leistungsnoten in diesen Fächern erfassen sowohl Grundfertigkeiten wie sichere Orthografie oder fehlerfreie Grundrechenarten, als auch höhere Kompetenzen wie den Schreibstil bewusst wählen oder die Synthese verschiedener Techniken zur Bewältigung einer komplexen Aufgabe. Mangelhafte Grundfertigkeiten in Mathematik und Erstsprache dürften nicht erlaubt sein. Ab dem 10. Schuljahr behindern sie das Abfassen von selbständigen Arbeiten und das Eintauchen in quantitative Natur- und Gesellschaftswissenschaften.

Mangelhafte Grundfertigkeiten in der Erstsprache können jetzt oft fachintern mit literarischen Qualitäten kompensiert werden; mangelhafte Grundfertigkeiten in Mathematik können leider oft durch gute Leistungen in anderen Fächern kompensiert werden.

Lösungsansatz 1: Doppeltes Notengewicht für Erstsprache und Mathematik oder „19-Punkte-Regel“ der Deutschschweizerischen Mathematikkommission des VSMP⁴⁴ oder Varianten, die zwischen den 2 und allen 13 Noten liegen.

Dieser Ansatz reagiert auf die im MAR gewachsenen Anzahl Noten. Er wurde schon im Zusammenhang mit der Teilrevision des MAR diskutiert. Konsequenter wäre, wenn auch die kantonalen Promotionsreglemente und die Aufnahmeverfahren ins MAR-Gymnasium angepasst würden.

Lösungsansatz 2: Zusätzliche landesweit koordinierte Überprüfung ausschliesslich der Grundkompetenzen in Erstsprache und in Mathematik am Ende des 10. Schuljahrs. Bei Nichtbestehen Verpflichtung zu

Zusatzunterricht und Wiederholen der Prüfung nach einem halben Jahr. Bei nochmaligem Nichtbestehen Verpflichtung zu psychologischer Abklärung, Zusatzunterricht und Wiederholen der Prüfung. Bei nochmaligem Nichtbestehen Ausschluss aus dem Gymnasium.

[MAR-Revision nötig; Kantone]

(K) Transparente Information und intensivere Begleitung der Schwerpunkt- und der Studienwahl

Begründung

- Am Anfang des Gymnasiums geben nur gut 20% an, sie hätten den Schwerpunkt im Hinblick aufs Studium gewählt. Vor der Matur geben zwischen 50% (PPP) und 35% (B&C) an, sie würden einen anderen Schwerpunkt wählen.

- „Falsche bzw. nicht zutreffende Vorstellungen vom Studienfach gehören zu den Hauptgründen, die zu einem Studienabbruch innerhalb der ersten drei Semester führen.“ (siehe Quelle 20)

Ausgestaltung

(K1) Zwar soll weiterhin das Prinzip der Gleichwertigkeit aller Schwerpunkte hochgehalten werden. Andererseits dürfen die Schwierigkeiten, auf die Studienanfänger besonders im MINT-Bereich stossen, wenn sie „falsche“ Schwerpunkte gewählt haben, nicht (mehr) verschwiegen werden.

(K2) Die Zusammenarbeit zwischen den Akademischen Berufsberatungen und den Lehrpersonen ist namentlich im MINT-Bereich verbesserungsfähig. Wenn die Fakultäten der Universitären Hochschulen zumindest im MINT-Bereich einheitliche Informationen über die Anforderungen in Mathematik, Informatik und den Naturwissenschaften publizieren könnten, wäre viel gewonnen.

[Berufsberatung, Gymnasien, Volksschule]

(L) Systematisches Feedback am Übergang Gymnasium Universität

Die Stärkung der Selbstverantwortung der Gymnasien für die Qualität ihrer Absolventinnen und Absolventen scheint wirksamer als eine zentralisierte Maturität.

Zu diesem Zweck informieren die universitären und pädagogischen Hochschulen regelmässig (z. B. alle 5 Jahre) und direkt die Schulleitungen der Gymnasien über die Erfolgsquoten ihrer Absolventinnen und Absolventen in den Basisprüfungen nach dem 1. Studienjahr und liefern als Referenz zusätzlich die durchschnittlichen Erfolgsquoten und deren Streuung. - Kein Ranking!

[Hochschulen, Gymnasien]

(M) Gymnasiallehrberuf aufwerten

Hinweis:

Das Kapitel 10 dieses Berichts ist vollständig der Situation der Gymnasial-Lehrpersonen gewidmet.

Konkrete Massnahmen

(M1) Verbesserung der Anstellungs- und Arbeitsbedingungen (Unterstützung bei der Berufseinführung, Entlohnung, Freiräume, Mitbestimmung, frühzeitiges und individuelles Coaching bei Problemen ...)

(M2) Eine systematische und schulübergreifende Aus- und Weiterbildung nach dem Modell der Medizin aufbauen und dabei die Fachvereinigungen des Gymnasiallehrervereins VSG einbeziehen.

(M3) Durch Sabbatical und andere Massnahmen den Wechsel zwischen Gymnasium einerseits und Forschung und/oder Wirtschaft andererseits fördern und offene Laufbahnen ermöglichen.

[Kantone, Hochschulen, VSG, KSGR]

(N) Leistungstransparenz steigern

Die Steigerung der Transparenz bei den Leistungsanforderungen ist einfacher und konkreter als zentralisierte Lehrpläne oder Kompetenzraster.

Die Gymnasien informieren zu diesem Zweck auf ihren Homepages über alle an der Matura schriftlich geprüften Fächern indem sie Aufgabenstellung mit Rohpunkteverteilung, Notenskala, erreichtem Notendurchschnitt und Streuung publizieren.

[Gymnasien, Kantone]

(O) Gemeinsamer Auftritt der Gymnasien nach aussen - insbesondere gegenüber den kantonalen Legislativen

Der Föderalismus erschwert die Öffentlichkeitsarbeit. Bei den Gymnasien ist in den letzten zwanzig Jahren von allen Schulbereichen (pro Lernende am stärksten gespart worden, weil sie keine Lobby besitzen).

Die Schulleitungen und Lehrpersonenverbände müssen - wenn möglich - mit Unterstützung der Erziehungsbehörden eine Struktur für Öffentlichkeitsarbeit einrichten.

[KSGR, VSG, Gymnasien, Kantone]

7.5 Verantwortlichkeiten und Steuerung

Offensichtlich ist, dass die Festlegung neuer Ziele, beispielsweise als basale fachliche Studierkompetenzen, nicht genügt. Es müssen auch Strukturen und Mittel zur Erreichung dieser Ziele zur Verfügung stehen!

7.5.1 Ebene „Schweiz“

Auf politischer Ebene steuern EDK und Bund. Sie müssen den gemeinsamen Willen zu einer MINT-Initiative im Gymnasialbereich kund tun. Vorab ist zu klären, wieweit die drei Sprachregionen in der Lagebeurteilung übereinstimmen. Sprachregional unterschiedliches Vorgehen ist auch hier möglich. EDK und EVD könnten die Schweizerische Maturitätskommission mit einem speziellen MINT-Auftrag mandatieren. Es könnte auch ein anderes Koordinationsgremium geschaffen werden, jedenfalls müssten auch die Ressourcen für den juristisch-administrativen Teil bereitgestellt werden.

Das laufende EDK-Projekt „Basale fachliche Studierkompetenzen“ und die kantonalen MINT-Projekte sind positive Faktoren. Das EVD kann Akademien und den Eidgenössischen Technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne entsprechende Aufträge und Mittel geben. Das „Förderprogramm MINT Schweiz“ der Akademien ist ein erster Schritt.

Änderungen von Lehrplänen und Reglementen allein bewirken im Schulalltag wenig. Sie müssen begleitet sein von entsprechenden Lehrmittelangeboten und Weiterbildung. Die vielen Initiativen wie educa.MINT können Anregungen geben. Die Methoden- und Lehrmittelfreiheit im Gymnasium ist ein wichtiges Element und deshalb zu respektieren, auch wenn sie eine zentralisierte Einflussnahme auf das Unterrichtsgeschehen erschwert.

Für die fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Aspekte von Lehrplänen, Lehrmitteln usw. und die entsprechenden Entwicklungsarbeiten müssten geeigneten Institutionen gefunden werden, an denen sie festgemacht werden können, weil die Fachdidaktische Forschung und Entwicklung für das Gymnasium noch im Aufbau begriffen ist.

Die gesamtschweizerische Organe der direkt Betroffenen Lehrpersonen und Schulleitungen (VSG und KSGR) müssen mitwirken können, damit die angestrebten Veränderungen positiv aufgenommen und Umsetzung möglichst praxisnah erfolgen kann.

7.5.2 Ebene „Kanton“

Die kantonalen Erziehungs- und Bildungsdirektionen steuern nach aussen und innen und sind de jure für die Qualität verantwortlich. Sie können die zumindest sprachregionale MINT-Zusammenarbeit über die EDK und die SMAK fördern. Sie sind innerhalb der Kantone zuständig für die Anpassungen der kantonalen Lehrpläne und Reglemente. Sie müssen die Mittel für die Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen finden und dafür die Unterstützung der kantonalen Legislativen gewinnen.

Die kantonalen Universitäten und pädagogischen Hochschulen (und allenfalls Fachhochschulen) sollen auf verschiedenen Ebenen mitwirken.

Viele der vorgeschlagenen Massnahmen können auf der Ebene der Kantone verwirklicht werden. Allerdings ist das Gymnasium kein Perpetuum mobile: Kostenneutrale Verbesserungen gibt es nicht!

7.5.3 Ebene „Schule“

De facto ist die einzelne Schule für die Qualität ihrer Absolventinnen und Absolventen verantwortlich. Transparenz der Leistungsanforderungen und Hochschulfeedback sind wesentlich. Die Schulleitungen steuern über Personalpolitik, das Schulklima, interne Abmachungen, Information nach Innen und Aussen usw. Voraussetzung sind ausreichende Finanzen.

Für die Fachgruppen namentlich in Mathematik und Physik stellt die MINT-Problematik eine grosse Herausforderung dar. Sie werden die verlangten Massnahmen lokal gut umsetzen, wenn sie dazu Ressourcen und eine positive Einstellung haben. Ihre Mitwirkung auf allen Planungsebenen ist deshalb unumgänglich.

Viele der vorgeschlagenen Massnahmen können auf der Schulebene verwirklicht werden.

7.5.4 Public-Private-Partnership

Schon jetzt gibt es konkrete Beispiele auch im MINT-Bereich. In Zukunft wird die öffentliche Schule aus finanziellen Gründen vermutlich vermehrt auf private Unterstützung angewiesen sein. Ein akzeptabler Geldgeber wird seinen Beitrag gewürdigt haben wollen, ohne dass dieser zu einer Firmen- oder Produktwerbung verkommt. Die Steuerung der Projekte und die Schlussverantwortung für die Produkte muss beim öffentlichen Partner bleiben. Dieser kann für kleinere Projekte das einzelne Gymnasium sein.

Damit im grösseren Rahmen die Neutralität gegenüber den Geldgebern gewahrt werden kann und damit Gymnasien in wirtschaftlich schwachen Regionen nicht benachteiligt sind, müsste das Public-Private-Partnership-System zumindest sprachregional koordiniert und behördlich beaufsichtigt werden.

D) GEDANKEN ZUR UMSETZUNG, SPEZIELL IN DEN GRUNDLAGENFÄCHERN MATHEMATIK UND PHYSIK

Die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen ist von Fall zu Fall unterschiedlich aufwändig. (B), (D), (H) und (K), (L), (M), (N), (O) können ohne Lehrplanarbeit umgesetzt werden. (A), (C), (E) und (J) erfordern Lehrplan- und Reglementänderungen, die innerhalb des bestehenden Systems verwirklicht werden können. (F), (G) und (I) erfordern umfangreichere Arbeiten.

8) LEHRPLÄNE

8.1 Der Rahmenlehrplan - die juristische Basis aller Gymnasiallehrpläne

Die windungsreiche Entstehungsgeschichte des RLP lautet zusammengefasst: Man wollte weg vom „geheimen Lehrplan“, der de facto durch die altmodischen, konkreten und damit engen Stoffkataloge für die damaligen Eidgenössischen Maturitätsprüfungen gegeben war.

Das MAR 95 formuliert knapp: *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.“

Die konkreten kantonalen Lehrpläne müssen sich also nur auf den Rahmenlehrplan⁴⁵ (RLP) „abstützen“. Diese schwache Forderung wird noch unbedeutender, wenn man sieht, wie offen im RLP formuliert wird.

Der Rahmenlehrplan ist nach einer Einleitung mit „allgemeinen Zielen der [sic: Einzahl] Maturitätsausbildung“ für jedes MAR-Fach (Deutsch als Erstsprache, Mathematik, Physik usw.) auf drei Ebenen ausformuliert:

- (1) Allgemeine Bildungsziele
- (2) Begründungen und Erläuterungen [zu den Allgemeinen Bildungszielen eines bestimmten Fachs]
- (3) Richtziele

Als Beispiel für das Niveau, auf dem der RLP formuliert ist, kann der RLP für die Mathematik dienen:

RLP Mathematik - Allgemeines Bildungsziel [sic: Einzahl]:

„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.“

RLP Mathematik - 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 (...)

Erfolgserlebnisse in Mathematik (...)“

Auch die konkreteren „Richtziele“ samt „Grundkenntnissen“ und „Grundfertigkeiten“ bleiben sehr offen, wie wiederum das Beispiel der Mathematik zeigt:

RLP Mathematik - 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 offen begegnen, ihre Stärken und Grenzen kennen (...)

Die RLP - ganz analog für die Physik - sind schöne Absichtserklärungen, die von idealistischen Lehrpersonen noch innerhalb der alten Maturitätsregelung formuliert worden sind. Der weite Spielraum war offenbar politisch passend und wurde durch die vom EDK-Generalsekretariat hinzugefügten „Ersten Handreichungen zur Umsetzung des Rahmenlehrplans“ nicht eingeeengt. Es wird klar, dass der RLP in dieser Form keinen Einfluss auf das Unterrichtsgeschehen ausüben kann. Erst auf der Ebene der kantonalen Lehrpläne wird konkret festgelegt, welche Stoffe unterrichtet werden müssen oder sollen.

Die Fach-Rahmenlehrpläne haben keine Auswirkung auf den Fach-Unterricht.

8.2 Kantonale Gymnasiallehrpläne

Die Lehrpläne sind meist kantonal einheitlich. Als Beispiel soll hier der Lehrplan des Kantons Bern⁴⁶ dienen. Nach schlanker als im RLP formulierten „Allgemeinen Bildungszielen“ und „Richtziele“, werden pro Schuljahr „Grobziele“ und „Inhalte“ aufgelistet. Beispielsweise aus den Angaben zum 9. Schuljahr:

„Grobziele - Terme und Formeln

Situationen mit Worten, Bildern, Termen oder Formeln beschreiben und zwischen den verschiedenen Beschreibungen wechseln; Texte in Terme oder Formeln übersetzen; Formeln nutzen, um Erkenntnisse zu überprüfen oder Gesetzmässigkeiten zusammenzufassen; Einsicht in die Bedeutung von Termumformungen gewinnen.

Inhalte - Terme und Formeln

Die Schülerinnen und Schüler kennen die Regeln für das Umformen algebraischer Terme, welche Brüche, Quadratwurzeln oder Potenzen mit natürlichen Exponenten enthalten, bei Zehnerpotenzen auch negative Exponenten. Sie

- drücken Gesetzmässigkeiten in Worten und mit Variablen aus,
- formen Terme um, vereinfachen sie und zerlegen sie in Faktoren,
- begründen die Gleichwertigkeit von Termen mit Termumformungen.“

Und ebenso detailliert für „Zahlen“, „Funktionen und Gleichungen“ und die anderen Mathematik-Kapitel.

Entsprechend genau sind die Angaben zu den Inhalten in der Physik, beispielsweise bei der Optik:

„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 ...)

Dass die Lernenden im Kanton Bern Zehnerpotenzen auch mit negativen Exponenten sollen bearbeiten können, ist ein kantonaler Entscheid, der gut begründet werden kann. Es ist jedoch offensichtlich, dass sich bis zur Matur erhebliche Unterschiede zwischen den kantonalen Lehrplänen aufsummieren können. Der Kanton Zürich delegiert die Lehrplanarbeit an die einzelnen Gymnasien, was grundsätzlich die Unterschiede vergrössert.

Erst die kantonalen Fach-Lehrpläne bestimmen den Unterrichtsinhalt.

8.3 Anforderungsniveau

Das Anforderungsniveau für die zumeist präzisen Unterrichtsthemen bestimmt erst die Prüfungspraxis. Diese ist sehr unterschiedlich, wie EVAMAR II detailliert nachgewiesen hat. Besonders was die verlangte Transferleistung betrifft, kommt es sehr auf das Verhältnis von Testaufgaben zum vorangegangenen Unterricht

an. Unerfreuliche Beispiele von „teaching to the test“ gibt es zu Hauf aus dem angelsächsischen Bildungswesen. Auch wenn, wie in Deutschland, Bildungsstandards ausformuliert sind, muss eine Prüfungspraxis formuliert werden, die das Anforderungsniveau festlegt. „Der Aufgabenpool ist Bestandteil einer umfassenden Konzeption zur Implementation der Bildungsstandards⁴⁷ für die Allgemeine Hochschulreife, welche die Kultusministerkonferenz im Oktober 2013 vereinbart hat.“⁴⁸ Grundsätzlich muss es nicht zu einheitlichen und zentralisierten Prüfungen kommen. Der Druck in diese Richtung ist aber sehr stark, obwohl die Nachteile nicht zu übersehen sind.

In den schweizerischen Gymnasien haben bisher die Tradition der Schule, der Erfahrungsschatz der Lehrpersonen und - je nach Fach in unterschiedlichem Ausmass - die Lehrbücher zusammen mit den kantonalen Lehrplänen, das Lehren, Lernen und Prüfen bestimmt.

Am Schluss legt die konkrete Prüfungspraxis das Anforderungsniveau fest.

8.4 Den vorgeschlagen Massnahmen (A); (C) und (E) zum Durchbruch verhelfen

Die Umgestaltung des Schwerpunkts P&AM, das flächendeckende Angebot von Mathematik auf zwei Niveaux und die Einführung eines MINT-Kurses könnten innerhalb des bestehenden Systems mit entsprechenden Anpassungen und Erweiterungen des RLP und der kantonalen Lehrpläne durchgeführt werden. Dabei sollten sprachregional unterschiedliche Versionen vermieden werden.

Hilfreich wäre, wenn im RLP die „Allgemeinen Bildungsziele“ schlank und bescheiden formuliert würden. Nützlich wäre, wenn die „Grundkenntnisse“ bereits Angaben über den Stoffumfang lieferten und in den „Grundfertigkeiten“ einige Aufgabenbeispiele das erwartete Kompetenzniveau andeuten könnten.

Einige Massnahmen können mit einem angepassten RLP umgesetzt werden.

8.5 Den Massnahmen in den Grundlagenfächern zu Durchbruch verhelfen

Im Grundlagenfach Mathematik könnte die Verstärkung der Statistik ebenfalls in der in 8.4 skizzierten Weise realisiert werden. Ganz anders ist es mit der „mathematical literacy“ und der „physical literacy“: Diese werden seit 20 Jahren mit den bestehenden Rahmenlehrplänen gefordert, sind aber offensichtlich bis jetzt im Schulalltag nur selten verwirklicht. Das zeigt, dass das Unterrichtsgeschehen nur zum kleinen Teil durch die Lehrpläne bestimmt ist. Wie in der Volksschule und wie in den Schulen der Sekundarstufe II im umliegenden und weiter entfernten Ausland, spielen die Lehrmittel eine wesentliche Rolle.

Die knappen Ressourcen sollen für die Entwicklung, Erprobung und Verbreitung von konkreten **Modell-Lehrgängen** in zentralen Stoffgebieten mit sinnstiftenden Einführungen, knappen Theorieteilen, ausführlichem Übungsangebot für Unterricht und Selbststudium, Musterprüfungen und Ergänzungsmaterial für Lehrpersonen und interessierte Lernende verwendet werden. (Siehe Kapitel 9)

8.6 Überlegungen zu Zeitplan und Kosten

Wenn bis 2015 der Grundsatzentscheid für die Realisierung lehrplanrelevanter Massnahmen getroffen wird, so kann innerhalb von drei Jahren die nötige Anpassungsarbeit geleistet werden, wenn innerhalb der Sprachregionen gearbeitet wird. Ein gesamtschweizerischer Effort benötigt wohl fünf Jahre.

Wenn - wie empfohlen - nur der RLP und die kantonalen Lehrpläne angepasst und die vorhandenen Ressourcen kantonsübergreifend genutzt werden, bewegen sich die Kosten in der Grössenordnung einer Mio. Franken. Bildungsstandards- und Kompetenzraster-Entwicklungen wären mindestens um einen Faktor zehn teurer.

9) LEHRMITTEL

Sie werden in vielen wichtigen Bereichen eine Modernisierung des Unterrichts in den MINT-Fächern anregen.

9.1 Allgemeines zu Unterrichtsmaterialien

Die Zürcher Bildungsdirektion stellt fest⁴⁹: „Auf der Gymnasialstufe besteht Lehrmittelfreiheit. Die Lehrerinnen und Lehrer am Gymnasium wählen diejenigen Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien aus, die ihren individuellen Unterrichtsstil am besten unterstützen. Ein umfassendes Lehrmittel für Chemie oder Physik, das den Unterricht relativ stark strukturieren würde, wird nicht gewünscht, da die Lehrpersonen es eher gewohnt sind, sich das Unterrichtsmaterial selbst zusammenzustellen.“

MUPET bestätigt diesen Befund auch für die Mathematik. Als Antwort auf den Satz „Wir benützen im Mathematikunterricht ein Textbuch⁵⁰“ wählen in der Deutschschweiz 48%, in der Romandie 40% und im Tessin sogar 90% der Maturandinnen und Maturanden die Aussage „fast nie“.

Die Zürcher Bildungsdirektion (loc. cit.) fährt fort: „Trotzdem besteht das Bedürfnis nach Unterrichtshilfen für einzelne Unterrichtssequenzen. Diese Unterrichtsmaterialien sollten die fächerübergreifende Vermittlung von naturwissenschaftlichen Themen besser ermöglichen, als dies die bestehenden, fachspezifischen Lehrmittel

tun. Auch der Bezug zur Technik wird in den bestehenden Lehrmitteln zu wenig hergestellt. Neben den inhaltlichen Anregungen sollten zu erstellende Unterrichtshilfen vor allem auch didaktische Unterstützung bieten. Sie sollten den Lehrpersonen helfen, eine Brücke zwischen den Vorstellungen und dem Vorwissen von Schülerinnen und Schülern und den Konzepten der Chemie und Physik zu schlagen.“

Änderungsbedarf	P&AM	B&C	MINTh-Planende aus nicht-natw.	Übrige
Attraktives Lehrbuch wäre wichtig	+ 0.03	+ 0.09	+ 0.39	+ 0.18
Lernfortschritt besser erkennbar	+ 0.07	+ 0.22	+ 0.62	+ 0.58
Nutzen des Stoffes besser erkennbar	+ 0.40	+ 0.81	+ 0.53	+ 1.09

SCHLUSSBEFRAGUNG: Änderungsbedarf „In Mathematik wäre mein Interesse (noch) grösser, wenn ...“

MUPET bestätigt auch diesen Befund der Zürcher Bildungsdirektion. Zum Satz „Für mich wäre [in Mathematik] ein ansprechendes Theoriebuch wichtig sagen am Anfang des Gymnasiums in der Deutschschweiz 68% JA oder eher JA; in der Romandie sind es sogar 81% und im Tessin aber nur 51%. Dort herrscht offenbar ein anderes Ideal.

9.2 Modell-Lehrgänge generell

Vorbemerkung: Die folgenden Ausführungen sind weitgehend aus der Perspektive der Deutschschweiz. Im kleineren Rahmen der Romandie und im homogenen System des Ticino braucht es angepasste Lösungen.

Der in 9.1 dargelegte Bedarf an Lehrmitteln könnte durch *Modell-Lehrgänge* gedeckt werden. Diese sollen den Gestaltungsspielraum, der einer der wenigen noch verbliebenen Anziehungspunkte des Gymnasiallehrberufs ist, nicht einschränken. Die zur Verfügung zu stellenden Materialien sollen Modellcharakter aufweisen, vor allem für Berufseinsteiger/innen nützlich sein und von den Lehrpersonen angepasst werden können.

Die Modell-Lehrgänge müssen so gemacht sein und zur Verfügung gestellt werden, dass sie auch von den Lernenden zum Repetieren, Nacharbeiten und zum selbständigen Arbeiten benützt werden können.

Internetbasierte Lehrgänge: Die Materialien müssen auf dem Web zur Verfügung stehen und von dort auch für Papierversionen herunter geladen werden können. Die Software muss den Trend zu Tablettis berücksichtigen.

Dynamische Lehrgänge: Lehrende und Lernende sollen Beiträge zu den Lehrgängen beisteuern können. Ein Panel mit Expertinnen und Experten aus Schule und Hochschule überprüft die Richtigkeit und Zweckmässigkeit der eingesandten Beiträge.

Modulare Lehrgänge: Die Lehrenden und die Lernenden sollen einzelne Teile benützen und andere Teile auslassen können. Insbesondere in der Physik ist Aus- und damit Abwahl von Stoff unumgänglich.

Methodisch anregende Lehrgänge: aber kein Methodenzwang!

Gratis Lehrgänge: Der Lehrmittelmarkt „Schweizer Gymnasium“ ist sehr klein und speziell. Man kann auf ihm kein Geld verdienen. Die Lehrmittel der Fachkommissionen DMK, DPK, CRM und CRP des Vereins Schweizerischer Mathematik- und Physiklehrkräfte VSMP haben ihre ehemals dominante und jedenfalls ordnende Rolle auf dem Lehrmittelmarkt verloren. Die kommerziellen Verlage passen ausländische Lehrmittel „bestmöglich“ an die hiesigen Verhältnisse an.

9.3 Modell-Lehrgänge für Mathematik

9.3.1 Grundsätzliches

Der durch Tradition und teilweise auch durch die Fachsystematik vorgegebene Kanon ist kaum bestritten. Mehr echte Anwendungen und mehr Statistik sind auch im Grundlagenfach nötig. Unklar ist, welchen Beitrag Mathematik zur Allgemeinbildung beisteuert.

Baptist und Winter schreiben dazu in Grunderfahrungen beim Lernen von Mathematik⁵¹

„Zur Beantwortung der Frage nach dem Mathematikunterricht als (verpflichtendes) Allgemeinbildungsfach sollte man sich zunächst wieder darauf besinnen, dass das Lernen von Mathematik - grob betrachtet - drei miteinander verzahnte und in vielen Facetten erlebbare Grunderfahrungen ermöglichen kann:

(1) Mathematik als ein von Menschen gemachtes Universum abstrakter (und deshalb auch „ewiger“) Objekte mit einem Höchstmass an innerer (deduktiver) Vernetzung und Offenheit gegenüber Neuschöpfungen und neuen Ordnungen und Beziehungen.

(2) Mathematik als ein Reservoir an Modellen, d.h. an begrifflichen Konstruktionen, die geeignet sind, Erscheinungen der Welt auf rationale Art zu interpretieren (deskriptive Modelle) oder das Verfolgen von Zwecken systematisch zu organisieren (normative Modelle).

(3) Mathematik als ideales Übungsfeld für heuristisches und analytisches Denken, das die alltägliche Denkpraxis aufgreift und in spezifischer Weise hochstilisiert.“

Die Allgemeinen Bildungsziele des Rahmenlehrplans (Siehe 8.1) fordern zudem auch „Lernen über Mathematik“. Dazu ein paar Beispiele, die im gymnasialen Unterricht eingebaut werden könnten:

- Es kommt auf die Voraussetzungen an: In der Ebenen Geometrie beträgt die Innenwinkelsumme jedes Dreiecks 180 Grad; in der Kugelflächengeometrie ist die Innenwinkelsumme immer grösser als 180 Grad.
- Die Antinomie von Russel zeigt, dass logisches Vorgehen in der Mathematik zu Widersprüchen führen kann.
- Intuition ist auch in der Mathematik wichtig. Archimedes bestimmte die Parabelfläche ohne Integralrechnung.
- Die natürlichen Zahlen haben eine bis zur Gegenwart unvollständig erfasste Phänomenologie. Beispielsweise sind die Primzahlen nicht regelmässig verteilt. Man kann neue Primzahlen nicht konstruieren.
- Der Computer ist häufig, aber nicht immer bloss ein Rechenhilfsmittel. (Erst) 1996 wurde zum Beweisen für den (schon) 1852 gefundenen Vierfarbensatz der Computer substantiell eingesetzt.

Bilanz:

Viele Lernende fühlen sich in Mathematik unsicher. => Die Modell-Lehrgänge sollen durch gelöste und kommentierte Musteraufgaben usw. den Lernenden ermöglichen, Sicherheit zu erwerben.
 Viele Lernende wären motivierter, wenn sie den Sinn und Nutzen der Mathematik besser erkennen könnten. => Ein begründender Einstieg in jedes neue Kapitel (z.B. nach amerikanischem Vorbild⁵²) ist dringend nötig.

9.3.2 Mathematik als Grundlagenfach Niveau I

Der Lehrgang wird darauf achten, die fachlichen Studierkompetenzen in Mathematik auf dem Niveau I zu erreichen und zu festigen.

Der Lehrgang wird die drei unterschiedlich langen traditionellen Kapitel enthalten: Algebra, Geometrie, Analysis Wesentlich ist eine „Einführung in die Statistik“, die vom 9. Schuljahr an mit stufengemässer Steigerung dieses wichtige, von den Lernenden mehrheitlich positiv beurteilte und in der jetzigen Praxis zu wenig entwickelte Gebiet aufbaut und den Lernenden ins Bewusstsein bringt, welche Lernfortschritte sie gemacht haben.

Der Lehrgang soll das „Lernen über Mathematik“ in sinnvollem Umfang einbauen.

Der Lehrgang benötigt wohl keine umfangreichen Routine-Übungsaufgaben wohl aber Aufgaben mit echtem Anwendungsbezug nach dem Beispiel des Buchs von Schmidt⁵³.

9.3.3 Mathematik als Grundlagenfach Niveau II

Der Lehrgang wird darauf achten, die fachlichen Studierkompetenzen in Mathematik auf dem Niveau II zu erreichen und zu festigen.

Auf dem anspruchsvolleren Niveau könnten Biografien von moderneren Mathematikern Ausgangspunkt für Lernen über das Wesen der aktuellen Wissenschaft „Mathematik“ sein. Vollständige Modulergebnisse könnten Anregungen geben. Der Lehrgang soll auch eine Hilfe im jetzigen Ergänzungsfach „Anwendungen der Mathematik“ sein.

9.3.4 Mathematik in P&AM respektive in MPI und im Ergänzungsfach

Hier besteht kein dringender Handlungsbedarf, da viele Lehrgänge - auch mit angelsächsischen Vorbildern - in den Schulen überwiegend zur Zufriedenheit der Lernenden praktiziert werden. Anregend für viele Lehrpersonen könnte eine Sammlung mit erfolgreich durchgeführten Modulen von maximal 6 Lektionen zu spezifischen Themen, mit aktualisiertem Realitätsbezug (Beispiel: Fotovoltaik-Anlage) und Aufgaben sein.

9.4 Modell-Lehrgänge für Physik

Die Tradition führt zu einem geheimen Kanon, der fachsystematisch geprägt ist und sich kaum an den Vorstellungen, Vorkenntnissen, Interessen und Bedürfnissen nach dem Gymnasium ausrichtet. Ein Überblick zu dieser auch in Deutschland und Österreich (und Frankreich) verbreiteten Problematik gibt der Artikel „Fachsystematischer Unterricht“⁵⁴ von Merzyn. Im Grundlagenfach müssen die Bedürfnisse und Fähigkeiten Lernenden und nicht die tradierte, nicht immer aktualisierte, Fachsystematik im Zentrum stehen.

Physik ist das Fach, das Gymnasiastinnen am wenigsten interessiert => gendersensible Physik-Lehrgänge!

9.4.1 Physik als Grundlagenfach in den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten

Ein derartiger Lehrgang muss sich an Themenkreisen orientieren, die von vielen Lernenden als sinnvoll und wichtig anerkannt werden, zum Beispiel „Physik für eine nachhaltige Energieversorgung“. Mit einer Ausrichtung, wie sie nachfolgend angedeutet ist, könnte ein wesentlicher Einblick in Physik und eine Idee von Technik vermittelt werden:

- Energieversorgung für die 2000 Watt Gesellschaft – Grundbegriffe / offene und geschlossene Systeme
- Warmwasser – Einblick in die Wärmelehre / Warmwasserkollektor
- Strom aus Licht – Grundlagen der Gleichstromlehre / Speicherprobleme
- Vom Volleyball zum Windkraftwerk - Elemente der Mechanik / historische und moderne Windmühlen
- Heizen mit Erdwärme – Einblick in die Thermodynamik / Wärmepumpe
- Mehr Strom aus Licht! – Facetten der Quantenphysik / Fozelle

Wenn sich der Lehrgang auf verschiedene Themenkreise (Energieversorgung, Gesundheit, Universum usw.) bezieht, kann er ein breites Interessensspektrum abdecken.

Natürlich hinterlässt jede derartige Auswahl Lücken in klassischen Kapiteln wie: Akustik, anspruchsvollere Kinematik und Dynamik, Statik, Gravitation, Felder, elektromagnetische Schwingungen und Wellen, Atom- und Teilchenphysik. Gewinn und Verluste müssten sorgfältig und empirisch gestützt gegeneinander abgewogen werden.

9.4.2 Physik im MINT-Kurs

Wesentlich für den Erfolg des ganzen Modells werden Inhalt und Struktur des MINT-Kurses sein. Im Entwicklungsteam müssten Mathematik, Physik und Chemie von Mittel- und Hochschuleseite vertreten sein. Die Entwicklung von neuem Lehrmaterial ist nicht dringend, da vorhandene Lehrbücher eigentlich von einer Unterrichtssituation und Schülerschaft ausgehen, wie sie nur in der Selektion eines MINT-Kurses anzutreffen sind.

9.4.3 Physik in P&AM respektive in MPI und im Ergänzungsfach

Hier besteht kein dringender Handlungsbedarf, da viele Lehrgänge - auch mit angelsächsischen Vorbildern - in den Schulen überwiegend zur Zufriedenheit der Lernenden praktiziert werden. Anregend für viele Lehrpersonen könnte eine Sammlung mit erfolgreich durchgeführten Modulen von maximal 6 Lektionen zu spezifischen Themen, mit aktualisiertem Realitätsbezug (Beispiel: Fotovoltaik-Anlage) und Aufgaben sein.

9.5 Überlegungen zu Zeitplan und Kosten

Die Zeit für Entwicklung, Erprobung, Produktion und Verteilung eines neuen Lehrmittels samt Web-Umgebung ist auf 5 Jahre zu veranschlagen. Die Einführung mit Kursen braucht mindestens 3 Jahre.

Die Kosten für die Entwicklung eines Modell-Lehrgangs samt Web-Umgebung für 4 Jahre Mathematikunterricht schätze ich auf 3 Mio. Fr. Aus dem Verkauf der zugehörigen Schülerbücher kann mittelfristig vielleicht die Hälfte der Kosten gedeckt werden. Die Web-Umgebung muss kostenlos zur Verfügung gestellt werden, so dass die Finanzierung ein echtes Problem bildet. Wäre das Geschäft profitabel, hätten es Private entdeckt.

Bilanz:

Angesichts der Rolle der Lehrmittel bei der Verwirklichung der Ziele der Lehrpläne, muss für die Entwicklung von Modell-Lehrgängen im MINT-Bereich zusammengetragen werden.

10) LEHRPERSONEN

Der Mangel an guten MINT-Lehrpersonen wird seit einiger Zeit durch ausländische Arbeitskräfte ausgeglichen. Daher wird im Kapitel 7 folgende Massnahme vorgeschlagen:

(M) Gymnasiallehrberuf aufwerten

(M1) Verbesserung der Anstellungs- und Arbeitsbedingungen (Unterstützung bei der Berufseinführung, Entlohnung, Freiräume, Mitbestimmung, frühzeitiges und individuelles Coaching bei Problemen ...)

(M2) Eine systematische und schulübergreifende Aus- und Weiterbildung nach dem Modell der Medizin aufbauen und dabei die Fachvereinigungen des Gymnasiallehrervereins VSG einbeziehen.

(M3) Durch Sabbatical und andere Massnahmen den Wechsel zwischen Gymnasium einerseits und Forschung und/oder Wirtschaft andererseits fördern und offene Laufbahnen ermöglichen.

Zuständig

EDK, Kantone, Hochschulen, VSG, KSGR

10.1 Schülerurteile

Die Antworten zu den offenen Fragen in MUPET, die im Teil III des Technischen Berichts zusammengetragen sind, zeigen klar, wie zentral die Lehrpersonen auch aus Sicht der Lernenden sind. Besonders in Mathematik, wo keine Experimente und nur selten Literatur zusätzlich zur Lehrperson wirken, schwanken die Schülerurteile zwischen uneingeschränktem Lob und vollständiger Ablehnung. Eine Maturandin aus dem Schwerpunkt Wirtschaft und Recht formuliert es - bewusst in Grossbuchstaben - so: „DIE WAHL [durch die Schulleitung] DER LEHRPERSON KANN SEHR VIEL ÜBER DAS MATHEMATISCHE SCHICKSAL GANZER KLASSEN AUSMACHEN.“

10.2 Berufssituation

Die Qualität der Lehrpersonen ist insbesondere auch aus Sicht der Lernenden zentral. Der Gymnasiallehrberuf ist gegenüber anderen Lehrberufen abgewertet worden und hat besonders im MINT-Bereich, wo es viele Alternativen gibt, in den letzten 20 Jahren gegenüber anderen akademischen Berufen an Attraktivität verloren.

Die Gymnasiallehrerlaufbahn erscheint als Sackgasse⁵⁵. - Professionalisierung und bessere Anstellungsbedingungen stärken den Berufsstand und die Qualität des Gymnasiums.

10.3 Begründung der Massnahmen

(M1) Die Verbesserung der Anstellungs- und Arbeitsbedingungen ist ein besonders wichtiges Element, denn Quereinsteiger sind rar. Neben dem Anfangslohn ist eine qualifizierte Unterstützung bei der Berufseinführung und eventuell auch ein individuelles Coaching wichtig. Seit zwanzig Jahren trauen sich junge Lehrpersonen kaum mehr zu, ein 100%-Pensum zu übernehmen.

(M2) Die Berufsausbildung der Gymnasiallehrpersonen sollte nicht verlängert, sondern nach dem Modell der Medizin verstärkt mit der Praxis verbunden werden. Die Weiterbildung des teuren und qualitativ hochstehenden Lehrpersonals müsste systematischer erfolgen. Für die schul- und kantonsübergreifende Weiterbildung sollten die Fachvereinigungen des Gymnasiallehrervereins VSG einbezogen werden.

(M3) Um auf Dauer anregend unterrichten zu können, braucht eine Lehrperson ihrerseits Anregungen, gerade in den sich dynamisch entwickelnden MINT-Fächern. Diese sollten irgendwo im Spektrum pädagogisch-didaktisch bis fachdidaktisch-wissenschaftlich frei gewählt werden können. Ideal sind regelmässige Sabbaticals; gewisse Teilzeit-Arbeitsverhältnisse können hilfreich sein. Generell sollten die Arbeitsbedingungen den Wechsel zwischen Gymnasium und Forschung und/oder Wirtschaft fördern und flexiblere Laufbahnen als heute ermöglichen.

10.4 caveat!

Im bekannten Werk „Lernen sichtbar machen“⁵⁶ schreibt John Hattie, „das aktuelle Mantra, wonach es auf die Lehrperson ankommt“, sei missverständlich, u. A. weil nicht alle Lehrpersonen gleich und gleich effektiv seien. Am Kern der Aussage, dass man mit guten Strukturen nicht automatisch guten Unterricht schaffe, ändert das nichts. Gute Lehrpersonen hingegen können auch in schlechten Strukturen Erstaunliches leisten. Und die durchschnittliche Lehrkraft an einem schweizerischen Gymnasium unterscheidet sich stark von Hatties „typischen amerikanischen Lehrperson“.

Gute wissenschaftliche Ausbildung, grosse Freiräume und hohe Selbstverantwortung sind die wichtigsten Pluspunkte des Gymnasiallehrberufs. - Fachfremde Lehrpersonen mit einem Bachelorabschluss, die mittels dicker Lehrbücher nach den letztjährigen Vorlagen auf maximale Punktzahlen in standardisierten Abschlusstests vorbereiten, wie sie in angelsächsischen Schulsystemen mehr und mehr zu beobachten sind, wären das Ende der gymnasialen Allgemeinbildung!

QUELLEN

- ¹ **EVAMAR II** Franz Eberle et al: Evaluation der Maturitätsreform 1995 (EVAMAR) -Schlussbericht zur Phase II, EDK und SBF 2008
- ² Eberle, Franz und Brügglenbrock, Christel, **Bildung am Gymnasium**, Bern 2013 (EDK, Studien und Berichte 35A)
- ³ **MINT-Nachwuchsbarometer** <http://www.fhnw.ch/ppt/content/prj/T999-0217>
- ⁴ **HSGYM** <http://www.educ.ethz.ch/hsgym>
- ⁵ **Bildungsbericht Schweiz 2014**, SKBF Aarau, <http://www.skbf-csre.ch/de/bildungsmonitoring/bildungsbericht-2014>
Vgl. mit Bildungsbericht Schweiz 2010, SKBF Aarau. Aussagen zum Gymnasium pp. 122-138; zum MINT-Bereich wird nur die Aufwertung der Naturwissenschaften erwähnt und merkwürdigerweise der Zusammenhang zwischen Mathematikleistung und Unterrichtszeit erneut in Frage gestellt p.134.
- ⁶ Nosek B. A. et al: National differences in gender-science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. In: Proceedings of the National Academy of Sciences, 106, 10593-10597 (2009)
- ⁷ **SBFI/Bund** <http://www.sbf.admin.ch> > MINT
- ⁸ Die Höheren Schulen klagen seit der Antike über die Qualität der Studienanfänger. Einzelne Hochschuldozierende beschwerten sich gelegentlich ohne Systemkenntnis und empirische Abstützung. Empirisch belegte Hintergründe hat aber die Absicht, den **Mediziner-Eignungstest** durch einen MINT-Teil zu ergänzen. Die SUK hat 2011 diesen Antrag zwar abgelehnt, das Problem aber bleibt. (SUK/CUS Jahresbericht 2011)
- ⁹ **TREE** <https://tree.unibas.ch/>
- ¹⁰ Erklärung 2011 von EDI/EDV und EDK zu den gemeinsamen bildungspolitischen Zielen für den Bildungsraum Schweiz
- ¹¹ **Übersicht MINT** <http://mint.educa.ch/de/mint-foerderung-kantone>
- ¹² **Übersicht MINT** <http://www.edudoc.ch/collection/mint>
- ¹³ Die **Ausgaben pro Gymnasiast/in** haben zwischen 1998 und 2007 um 11% ab(sic!)genommen, während sie im gleichen Zeitraum für rund um 50% für die Vorschule, 25% für die Primarstufe und 18% für die Sekundarstufe I zugenommen haben. Quelle: Bundesamt für Statistik Tabelle T 15.2.4.4
- ¹⁴ http://mint.educa.ch/de/news_mint
- ¹⁵ Grafische Darstellung **Bildungssystem Schweiz** http://www.edudoc.ch/static/web/bildungssystem/grafik_bildung_d.pdf
- ¹⁶ Information der Berufsberatung http://www.berufsberatung.ch/dyn/bin/12920-46779-1-zulassung_fh_gymnasiale_matur.pdf
- ¹⁷ <http://www.cohep.ch/de/paedagogische-hochschulen/zulassungsbedingungen/>
- ¹⁸ http://edudoc.ch/record/112085/files/education_12014_d.pdf?version=1 EDK zur Passerelle Fachmatur-Universität.
- ¹⁹ C. P. Snow: *Die zwei Kulturen*. 1959. In: Helmut Kreuzer (Hrsg.): *Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. C. P. Snows These in der Diskussion*. München 1987, dtv
- ²⁰ <http://www.lehrplan.ch>
- ²¹ Enzensberger Hans Magnus, Zugbrücke ausser Betrieb oder Die Mathematik im Jenseits der Kultur, eine Aussensicht, In: Enzensberger H. M., *Die Elixiere der Wissenschaft*, Frankfurt am Main 2002, Suhrkamp
- ²² Klein Adolf, *Ringeln um die mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung*, Bonn 1991, Dümmler
- ²³ Siehe dazu beispielsweise: Krafft Fritz, *Das Selbstverständnis der Physik im Wandel der Zeit*, Weinheim 1982, Verlag Chemie
- ²⁴ Kohlas, Jürg et al, **Informatik@Gymnasium**, Ein Entwurf für die Schweiz, Zürich 2013, Verlag NZZ
- ²⁵ Graube, Gabriele et al, *Natur und Technik in der Gymnasialen Orientierungsstufe* in: MNU 66/3 (April 2013)
- ²⁶ <https://www.wbz-cps.ch/de/mint>
- ²⁷ **TIMSS Schweiz** Ramseier, Erich et al: *Bilanz Bildung. Eine Evaluation am Ende der Sekundarstufe II auf der Grundlage TIMSS*. Zürich 1999 (Rüegger)
- ²⁸ **PISA** <http://www.pisa.admin.ch/bfs/pisa/de/index/04/02/02.html> > Naturwissenschaften
- ²⁹ **Übergang ins Studium** Notter, Philipp und Arnold, Claudia, Bericht zu einem Projekt der Konferenz der Schweizerischen Gymnasialrektoren (KSGR) und der Rektorenkonferenz der Schweizer Universitäten (CRUS) *Der Übergang ins Studium I*, Bern 2003 (BBW) http://www.ibe.uzh.ch/publikationen/SGH2003_d.pdf
Der Übergang ins Studium II, Bern 2006 (SBF) <http://www.ibe.uzh.ch/publikationen/SGH2006-d.pdf>
- ³⁰ **ETH** *Maturanoten und Studienerfolg*. Zürich 2008 (ETH)
- ³¹ Quelle 29
- 17) Abb 2.1: Durchschnittliche Einschätzung des eigenen fachlichen Könnens zum Zeitpunkt der Matura nach Maturatypen [2002 von Studierenden im 3. Hochschulsemester geschätzt]

- Studie II (p.19) Abb2.1a Durchschnittliche Einschätzung des eigenen fachlichen Könnens zum Zeitpunkt der Matura nach Maturitätsordnung und Erhebungsjahr [zeigt Verschlechterung Physik]
- Studie II (p.26) Abb2.3 Durchschnittliche Einschätzung des eigenen fachlichen Könnens zum Zeitpunkt der Matura im Schwerpunktfach moderne Sprachen nach Sprachregion [zeigt MINT-Probleme]
- ³² **SATW** Häuselmann, Erich, Maturanden und Technik, Eine Studie im Auftrag der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften SATW, Zürich 1984
- ³³ **EVAMAR I** Ramseier, Erich et. al: Evaluation der Maturitätsreform 1995 – Schlussbericht zur Phase 1. Bern 2005 http://www.sbf.admin.ch/evamar/evamar_1/dt/index_d.html
- ³⁴ Ramseier, Erich, Motivation als Ergebnis und als Determinante schulischen Lernens, Eine Analyse im Rahmen von TIMSS, Dissertation, Universität Zürich 2004, p. 208,
- ³⁵ DZLM: <http://www.dzlm.de/dzlm.html>
- ³⁶ <http://www.nfp60.ch/D/Seiten/home.aspx>
- ³⁷ http://edu.unibe.ch/content/gbsf/index_ger.html
- ³⁸ Su R. et al: Men and things, women and people: A meta-analysis of sex differences in interests. In: Psychological Bulletin, 135(6), 859-884, (2009)
- ³⁹ Quelle 29,
- Übergang I p. 35: Tab. 3.4: Verteilung der Maturitätstypen auf die Fachbereiche nach Unterrichtssprache an den Mittelschulen in Prozenten (n = 5666) [2002 im 3. Hochschulsemester, d.h. Matur meist im Jahr 2000 nach dem alten MAV]
- Übergang II, p.47: Verteilung der Schwerpunktfächer auf die Fachbereiche nach Unterrichtssprache an der Mittelschule in Prozent (n=4137), Matur nach dem neuen MAR
- ⁴⁰ **International Baccalaureate** <http://www.ibo.org>
- ⁴¹ **KGU** http://kgu.vsg-sspes.ch/dokumente/KGU_zur_Zukunft_des_Gymnasiums2009.pdf
- ⁴² Fischer, Calista, Ursachen und Gründe für Studienabbrüche und Ausschlüsse in der Math-natw. Fakultät, Zürich 2012 (Universität)
- ⁴³ Merzyn, Gottfried, Fachsystematischer Unterricht, Eine umstrittene Konzeption in: MNU 66/5 (15. 7. 2013), pp. 265-269
- ⁴⁴ http://vsmp.ch/dmk/dateien/19_Punkt-Regel_Vorschlag.pdf
- ⁴⁵ **Rahmenlehrplan** Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen vom 9. Juni 1994, Empfehlung an die Kantone gemäss Art. 3 des Schulkonkordats vom 29. Oktober 1970, Mit Handreichungen zur Umsetzung <http://edudoc.ch/record/17476/files/D30a.pdf>
- ⁴⁶ Zum Beispiel Lehrplan des Kantons Bern von 2005: http://www.erz.be.ch/erz/de/index/mittelschule/mittelschule/rechtliche_grundlagen.assetref/content/dam/documents/ERZ/MBA/de/AMS/ams_klm_gesamtdo
- ⁴⁷ Dreyer, Hans Peter, Standards für die Schweizer Gymnasien? In: Labudde, Peter, **Bildungsstandards** am Gymnasium, Bern 2007 hep
- ⁴⁸ <http://www.kmk.org/bildung-schule/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards/ueberblick.html>
- ⁴⁹ Vorschläge zur Förderung von Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich, Zürich 2010, Bildungsdirektion, p.16
- ⁵⁰ Labudde berichtet über den Einfluss von Lehrmitteln in einer internationalen Vergleichsstudie: Labudde, Peter, Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen für die MINT-Fächer, in Quelle 3, p. 87
- ⁵¹ Baptist, Peter und Heinrich Winter: Überlegungen zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts in der Oberstufe des Gymnasiums, p7ff, <http://did.mat.uni-bayreuth.de/aktuelles/db/50/muoberstufe.pdf>
- ⁵² Miller, Charles et al, Mathematical Ideas, Boston usw. 2004, 10th edition, Pearson Education & Addison Wesley
- Dies ist eines von vielen Mathematikbüchern mit stufengerechten, eine Seite umfassenden und illustrierten Einführungen zu jedem Kapitel von „The Art of Problem Solving“ bis „Consumer Mathematics“. Weitere Elemente wie „Extension“, „Collaborative Investigation“, „Chapter Test“ scheinen ebenfalls nachahmenswert.
- ⁵³ Schmidt, Werner, Mathematikaufgaben, Beispiele aus der modernen Arbeitswelt, Stuttgart 1984, Klett
- ⁵⁴ Merzyn, Gottfried, Fachsystematischer Unterricht, Eine umstrittene Konzeption, MNU 66/5 (15.7.2013), pp 265-269
- ⁵⁵ Stern, Elsbeth, et al, Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich, Zürich 2009 (ZHSF)
- ⁵⁶ Hattie, John, Lernen sichtbar machen, Baltmannsweiler 2014, Schneider