

## PROJEKT MUPET MINT GYMNASIUM / GYMNASE / LICEO



- Ergebnisse der MUPET-Befragungen zu Beginn des MAR-Gymnasiums und kurz vor der Maturprüfung
- Überlegungen zur Problematik in den Fächern Mathematik - Informatik - Naturwissenschaft - Technik
  - Vorschläge für mögliche Massnahmen im Gymnasialbereich

### DIE MUPET-BEFRAGUNGEN

#### Hintergrund und Zielsetzung

MUPET ist die Abkürzung für **Mathematik- und Physik-Entwicklung am Gymnasium mit Berücksichtigung der Technik**. MUPET ergab sich aus der 1. Konferenz „Übergang Gymnasium-Universität“ von VSG und VSH (2010 im Centro Stefano Franscini/Monte Verità). Besonders in Mathematik und Physik scheint es schwierig, zugleich Studierfähigkeit und Allgemeinbildung zu erreichen. Aus verschiedenen Studien und Berichten gibt es viele, aber meist nur allgemein formulierte Forderungen und Verbesserungsvorschläge. Zum Beispiel:

„Der prüfungsfreie Zugang zur Universität mit gymnasialer Matur ist langfristig sichergestellt.“ - *Gemeinsame bildungspolitische Ziele von Bund und Kantonen 2011.*

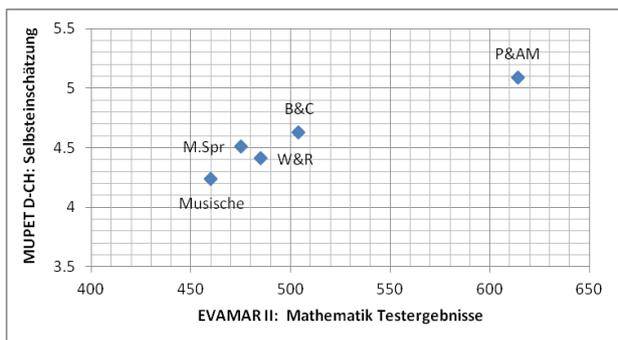
„Es sollten aber Massnahmen zur Verbesserung der Ausbildungsergebnisse in studienrelevanten Teilbereichen der Fächer Mathematik und Erstsprache für einen Teil der Maturandinnen und Maturanden geprüft werden.“ - *Franz Eberle et al: EVAMAR II 2008*

„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*

Was aber halten die Lernenden vom Gymnasium und vom Unterricht in den MINT-Fächern? Wie haben sie Schwerpunkt und Studienrichtung gewählt? Was erscheint ihnen interessant? Welche konkreten Veränderungen im Wahlsystem und im Mathematik- und Physikunterricht wären aus ihrer Sicht wünschenswert? Wie könnten die Verbesserungsvorschläge konkret aussehen? - Danach fragte MUPET.

#### Umfang und Dokumente

2011 wurden online Pilotbefragungen in drei Schulen bei Maturand/innen und bei ca. 2500 Gymnasiast/innen im 9. Schuljahr durchgeführt. Die Zwischenergebnisse wurden mit Exponenten aus Forschung und Schulpraxis diskutiert und führten zur Hauptbefragung. An ihr nahmen 2013 über 2000 Maturand/innen (Schlussbefragung) und 4000 Gymnasiast/innen zumeist aus dem 9. Schuljahr (Anfangsbefragung) aus 22 Kantonen und allen Sprachregionen der Schweiz freiwillig teil.



Bei einer Grundgesamtheit von 18'000 Lernenden pro Jahr kann die Anfangsbefragung als repräsentativ gelten. Vergleicht man die MUPET-Interessenszahlen mit denjenigen der repräsentativen Untersuchung EVAMAR I, so stimmen sie, samt Genderdifferenzen, gut überein. Die Abbildung zeigt, dass die subjektive Einschätzung der Mathematikleistungen der Schlussbefragung in der Deutschschweiz sehr gut übereinstimmt mit den objektiven Testergebnissen der repräsentativen Untersuchung EVAMAR II. Das stützt die Vermutung, auch die übrigen Antworten seien korrekt. Die Lernenden äusserten sich auch zu MUPET:

„Zu eurer Umfrage: Ich frage mich stark, wie Sie das auswerten wollen.“ antwortet ein Maturand aus P&AM;

„Je vous remercie d'avoir initié ce sondage.“ meldet eine Maturandin aus dem Schwerpunkt mod. Sprache;

„Sondaggio molto interessante che mi ha permesso di riflettere su degli aspetti della mia personalità e del mio futuro a cui spesso non presto molto tempo.“ lobt eine Gymnasiastin aus P&AM im Tessin.

Auf der Homepage [www.math.ch/mupet](http://www.math.ch/mupet) stehen verschiedene Dokumente zum Download bereit: Der BILDUNGSPOLITISCHE BERICHT (ca. 35 Seiten) beleuchtet Umfeld und Massnahmen. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung (Dank an Frau C. Heinze, ETHZ!) stehen im TECHNISCHEM BERICHT (ca. 100 Seiten + Anhänge). Verschiedene Artikel im GYMNASIUM HELVETICUM und Folien von Vorträgen sind verfügbar.

MUPET wurde unterstützt durch die ETH Zürich (Prof. N. Hungerbühler) und die Kantonsschule Wattwil (Rektor M. Gauer), wofür ich zu Dank verpflichtet bin. Die hier geäusserten Meinungen können von den offiziellen Positionen von ETHZ und KSW abweichen. - Hans Peter Dreyer, Zürich, Version Januar 2015.

## MINT-PROBLEMFELDER: HINTERGRUND UND ÜBERBLICK

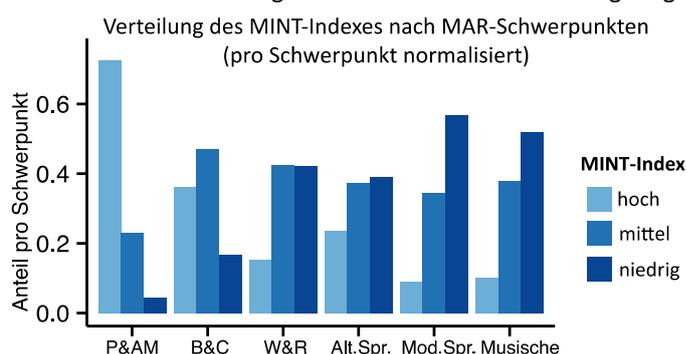
### Drei MINT- Problemfelder im Gymnasium

Die vom Bund 2010 diagnostizierte MINT-Problematik zielt auch auf das Gymnasium und hat drei Facetten:

- (1) Der *Mangel an MINT-Fachkräften* betrifft die sogenannt „harten“ MINT-Richtungen Mathematik, Informatik, Physik, Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau usw. aber nicht Biologie, Agronomie usw.
- (2) Die unsicheren *MINT-Fach-Kompetenzen* der Studienanfängerinnen und -anfänger sind oft ein Problem auch für andere Richtungen mit quantitativer Methodik wie Medizin, Biologie, Wirtschaftswissenschaften 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.

### Leistung und Interesse im Gymnasium sind heterogen: einige Fakten

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.



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, Mathematik männlich 3.3, Mathematik weiblich 3.0, Physik männlich 3.3, Physik weiblich 2.6. Der Gendereffekt ist bei Biologie gering, bei Mathematik und Chemie gross, bei Physik sehr gross. Auffällig ist die Streuung des Interessens (MINT-Index = gewichtetes Mittel aus Mathematik, Physik und Chemie), siehe Figur: 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 nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten, wo sehr viele wenig an MINT interessiert sind.

### Das Gymnasium hat in der Schweiz spezifische Schwierigkeiten

Viele Einstellungen und Werthaltungen der Jugendlichen sind schon zu Beginn des Gymnasiums fixiert. 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 (in 10 Jahren 10% pro Lernende, zusätzlich Teuerung) reduzierten die Qualität.
- (2) Die MAR-Ziele „vertiefte Allgemeinbildung“ und „generelle Studierfähigkeit“ können mit der heterogenen Schülerschaft insbesondere im MINT-Bereich je länger desto weniger erreicht werden.
- (3) Das Gymnasium hält Distanz zu Informatik und Technik. Letztere ist Domäne der Berufsbildung.

Es geht aber nicht bloss um den MINT-Bereich, sondern um die Zukunft des Gymnasiums generell:

- Bleibt das Privileg des prüfungsfreien Hochschulzugangs?
- Ist die vertiefte, gymnasiale Bildung aktuell noch eine auf der Höhe der Zeit stehende „allgemeine“?
- Öffnet sich das Gymnasium „im Land der Berufsbildung“ für alle Gesellschaftsschichten?

### Ziele von Massnahmen und Gedanken bezüglich Umsetzung

Kantone und Bund, Gymnasien und Hochschulen, Schulleitungen und Lehrpersonen, Verwaltung und Wirtschaft müssen der MINT-Problematik das gleiche Gewicht wie Sprachenfragen geben und *eine umfassende MINT-Initiative für den Gymnasialbereich planen und partnerschaftlich durchführen.*

- (1) Nur 10 % der Lernenden belegen den MINT-typischen Schwerpunkt *Physik und Anwendungen der Mathematik*. Er muss attraktiver werden. Zudem soll der MINT-Bereich die Frauen generell stärker fördern.
- (2) Das *Grundlagenfach Mathematik* soll überall wie in der Romandie und im Tessin für alle Schwerpunkte auf 2 Niveaux angeboten werden, mit mehr „math-literacy“, echten Anwendungen und Statistik.
- (3) Das *Grundlagenfach Physik* ist in den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten auf die Mehrheit auszurichten. Zukünftige MINT-Studierende benötigen einen hochschul-propädeutischen Kurs.
- (4) In einer gesamtheitlichen Sicht auch Wahlentscheide, Aufnahmeverfahren, Kompensationsmöglichkeiten, Rolle der Informatik, Umfeld der Gymnasiallehrpersonen, Einsatz von Lehrmitteln usw. 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 zusammenarbeiten und ein geeignetes Steuerungsinstrument schaffen.

## MÖGLICHE MASSNAHMEN IM GYMNASIALBEREICH

### 1. MINT-Problemfeld: Mehr MINT-Studierende gewinnen

(A) Den Schwerpunkt „Physik und Anwendungen der Mathematik“ neu gestalten und positionieren. [CH]  
Idealerweise wird der Schwerpunkt in „Mathematik-Physik-Informatik“ (mit der Abkürzung MPI) umgestaltet und umbenannt. Das ist attraktiver und informativer für die Wählenden in der Sekundarstufe I.

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

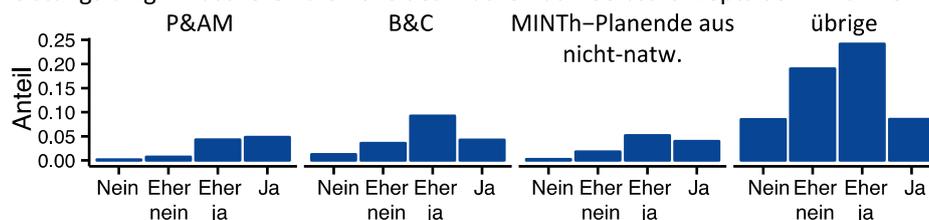
Damit fähige Maturandinnen ein MINT-Studium in Betracht ziehen und bei ihrer Wahl bleiben, müssen sie ermutigt werden, Genderstereotypen zu überwinden und u. A. ihre Fähigkeiten realistisch einzuschätzen.

### 2. MINT-Problemfeld: Verbesserung der Kompetenzen der MINT-Studienanfängerinnen und -anfänger

(C) Mathematik überall auf 2 Niveaux einrichten. [Kantone]

Nach dem Vorbild der Romandie und des Tessins in der ganzen Schweiz Mathematik auf 2 Niveaux anbieten.

Die unten dargestellten Antworten der Gymnasiast/innen (9. Schuljahr) zur Aussage: „Ich fühle mich in Mathematik leistungsfähig.“ illustrieren die Rolle des Mathematik-Selbstkonzepts beim Wahlverhalten.



Zusätzliche Arbeitsfelder im Bereich der Mathematik:

(C1) Mathematik-Problemdiagnose zu Beginn und individuelle Therapie („Dyskalkulie“) im 9. Schuljahr. Generelle Überprüfung der Sek. I Grundkompetenzen (ohne TR!) ende 9. Schuljahr.

(C2) Gemäss EVAMAR II sind mehr als 40% der schriftlichen Mathematik-Maturprüfungen ungenügend. In MUPET wird zudem Änderungsbedarf im Mathematikunterricht beim systematischen Repetieren gemeldet. Überprüfung der gymnasialen Mathematik-Grundkompetenzen ende 11. Schuljahr.

(D) Mathematik Anschlusskurse an allen Hochschulen anbieten. [Hochschulen]

(E) MINT-Kurs an den Gymnasien einrichten. [Kantone]

Interessierten in den nichtnaturwissenschaftlichen Schwerpunkten ermöglichen, die de facto für ein MINT-Studium nötigen Kompetenzen, namentlich in systematischer Physik und Chemie, zu erwerben.

### 3. MINT-Problemfeld: Erhöhung der MINT-Akzeptanz im Gymnasium und im breiten Publikum

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

Stärker auf die Bedürfnisse der Mehrheit, (zukünftige Lehrerinnen, Journalisten...) Rücksicht nehmen. D. h.

- 10% der Unterrichtszeit und des Notengewichts sollen für anwendbare Statistik verwendet werden.

- 10% der Unterrichtszeit und des Notengewichts sollen im Niveau 1 der „mathematical literacy“ dienen.

(G) Physik in den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten auf physikalische Allgemeinbildung und Elemente einer technischen Allgemeinbildung fokussieren. [CH]

„Physics literacy“ auf Kosten von Fachsystematik: Themen wie „Physik für eine nachhaltige Energieversorgung“, „Physik und Gesundheit“ als qualitativer und quantitativer Zugang zu zentralen Konzepten wie Energie.

(H) Synergien nutzen und MINT-Networking fördern. [Schule, Kantone, EDK, SMK]

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

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

(I) Die Rolle der Informatik klären. [CH]

Bedeutung der Informatik für die Allgemeinbildung klären, Ziele und optimale Organisationsform breit diskutieren und festlegen, Unterrichtszeit und Finanzierung von Fortbildung und Hilfsmitteln sicherstellen.

### 4. Mögliche Massnahmen, die über den MINT-Bereich hinaus gehen

(J) Kompensationsmöglichkeiten für Erstsprache und Mathematik neu regeln [CH]

Zum Beispiel: Doppeltes Gewicht für Mathematik und Erstsprache im Maturitätsanerkennungsreglement.

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

Die einzelnen Gymnasien müssen alle Wahlentscheide ihrer Absolvent/innen systematisch begleiten.

(L) Systematisches Feedback am Übergang Gymnasium Universität [CH+Hochschulen]

Die einzelnen Gymnasien müssen wissen, wie gut ihren Absolvent/innen der Hochschulstart (1. Jahr) gelingt.

(M) Gymnasiallehrberuf und gymnasiale Fachdidaktik aufwerten [CH]

Die Qualität der Lehrpersonen ist auch aus Sicht der Lernenden zentral:

„Tout dépend du professeur qui enseigne la matière!! Il faut qu'il ait envie d'enseigner la physique de manière ludique!!“ [Maturand, moderne Sprache]

„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.“ [Maturandin, Wirtschaft & Recht]

Der Gymnasiallehrerberuf hat besonders im MINT-Bereich in den letzten 20 Jahren gegenüber anderen akademischen und Lehrberufen an Attraktivität verloren und erscheint als Sackgasse. Eine Professionalisierung nach dem Muster des Arztberufs in Aus- und Weiterbildung ist neben der Entlohnung ein wichtiges Element zur Aufwertung des Berufsstands und zur Qualitätssicherung im Gymnasium. [alle]

(N) Leistungstransparenz steigern [Kantone, Schulen, Fachgruppen]

Publikation der schriftlichen Maturitätsprüfungen und der Eckwerte der erzielten Resultate auf dem Web.

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

## 5. Gedanken zur Umsetzung, speziell in den Grundlagenfächern Mathematik und Physik

### Lehrpläne

Die juristische Basis, die Fach-Rahmenlehrpläne gemäss MAR, haben keine Auswirkung auf den Fachunterricht. Die kantonalen Fach-Lehrpläne bestimmen den Unterrichtsinhalt, aber erst die konkrete Prüfungspraxis legt das Anforderungsniveau fest. Siehe dazu die Massnahmen (L) und (N).

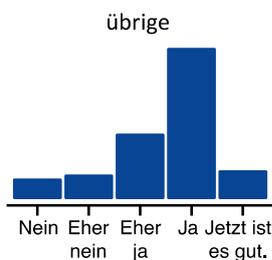
Ein umfassendes System, das Standards und Kompetenzraster an die Stelle der Rahmenlehrpläne setzte, wäre aufwendig, von unsicherer Wirkung und negativ für die Lehrfreiheit. Differenzierung ist angezeigt:

(1) Die vorgeschlagenen Massnahmen (A) bis (E) könnten mit Lehrplanänderungen und Weiterbildungskursen im bisherigen System realisiert werden, wenn die Finanzen vorliegen.

(2) Üblicherweise gehen Lehrplanänderungen mit Änderungen der Lehrmittel einher. Im Gymnasium gilt jedoch Lehrmittelfreiheit. In Mathematik und Physik werden Theoriebücher wenig genutzt: Gemäss MUPET „selten“ oder „praktisch nie“ in Mathematik von 68% (Deutschschweiz 74%), in Physik von 65% (Deutschschweiz 70%).

### Lehrmittel

Alle Maturand/innen, aber besonders die Gruppe „Übrige“ (= Nicht-MINT-Liebende oder -Planende), stimmen der Aussage „In Mathematik / Physik wäre mein Interesse (noch) grösser, wenn der Nutzen des Stoffs für mich klarer ersichtlicher wäre.“ sehr stark zu. Neben an ist das Diagramm zur Mathematik. Die Wünsche nach besserer Strukturierung und Repetitionsmöglichkeiten rufen ebenfalls nach neuen Lehrmitteln.



Diesen Wünschen und den Veränderungen (F) und (G) in den Grundlagenfächern Richtung „literacy“ sollte in modularen Modell-Lehrgängen mit schlanken Lehrbüchern und umfangreichen Web-Angeboten konkret Rechnung getragen werden. Damit würden sowohl die Bedürfnisse vieler Lernenden gedeckt als auch Innovationen angestossen, vor allem bei den neuen Lehrpersonen.

## 6. Gedanken zu den übrigen MINT-Fächern

### Zur Informatik

Das Anwenderkönnen der Studienanfänger/innen ist ausreichend. Informatik als Teil einer modernen Allgemeinbildung muss, wie als Massnahme (I) gefordert, verstärkt unterrichtet werden. Dies geschieht am besten im Umfeld des Mathematikunterrichts. Gemäss MUPET möchten im 9. Schuljahr bloss - oder immerhin - rund 20% ein Studium ergreifen („ja“ oder „eher Ja“), in dem Informatik eine grosse Rolle spielt.

### Zum Grundlagenfach Chemie

Die Situation in der Chemie ist ähnlich wie die der Physik, aber mit kleinerer Genderproblematik. Beispielsweise wird in MUPET Chemie von den „Übrigen“ meist bloss als „mässig wichtig für die Allgemeinbildung“ eingestuft. Expert/innen müssen die Situation genauer untersuchen und Massnahmen vorschlagen.

### Zu den Grundlagenfächern Biologie und Geografie

Die Fächer Biologie und Geografie stossen überwiegend auf Interesse; Fachintern kein Änderungsbedarf. Mathematik und Physik könnten aus Bezügen zu Biologie, Geophysik und Astronomie profitieren.

### Zur Technik

Im Gymnasium wird in den naturwissenschaftlichen Fächern und der Mathematik ein Brückenschlag zur Technik geboten, wenn die Lehrpersonen das anstreben. In den letzten paar Jahren ist in einigen Kantonen die MINT-Problematik von einzelnen Gymnasien aufgenommen worden. Dort wird versucht, Technik in den Blickwinkel aller Fächer zu bringen. Diese Versuche müssten koordiniert und evaluiert werden. Erfolgreiche Massnahmen sollten mit den nötigen Ressourcen versehen und auf breiter Basis eingeführt werden.

Technische Gymnasien gibt es im Gegensatz zu den Nachbarländern nicht. Sie würden den Schwerpunkt P&AM (oder neu MPI) schwächen und die Berufslehre konkurrenzieren, was politisch unerwünscht ist.

## 7. Das Gymnasium ist nur ein Teil des ganzen Schulsystems

Eine nachhaltige Verbesserung der MINT-Situation in der Schweiz wird allerdings nur dann erreicht, wenn nicht bloss im Gymnasium, sondern auch in den prägenden Stufen vorher und im anschliessenden Tertiärbereich, insbesondere in der Lehrerbildung, geeignete Massnahmen ergriffen werden!

### Hinweise

Einen gewissen Überblick über die vielen Aktionen im MINT-Bereich der Schweiz gibt: [mint.educa.ch](http://mint.educa.ch)

Eine Studie zum Fachkräftemangel in der Schweiz findet man: [www.satw.ch/mint-nachwuchsbarometer](http://www.satw.ch/mint-nachwuchsbarometer)