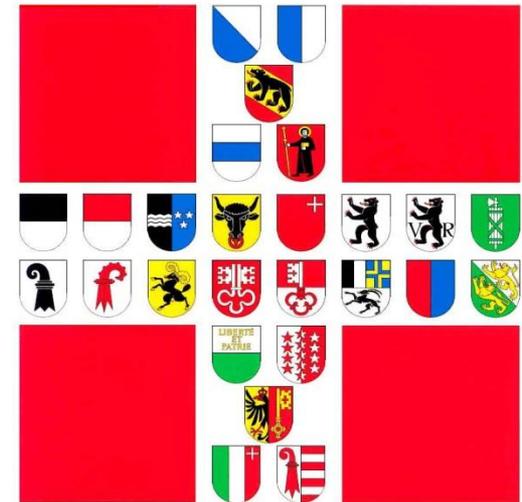


Das Gymnasium und die MINT-Problematik

*Fakten, Problemfelder, mögliche
Massnahmen für Mathematik und Physik*

Hans Peter Dreyer

Dept. Mathematik, ETH Zürich
und Kantonsschule Wattwil



Die MINT-Fächer im Gymnasium

- **Mathematik** => institutionell gut verankert – breites Leistungsspektrum – polarisiert Meinungen
- **Informatik** => nur Ergänzungsfach, Situation unbefriedigend
- **Naturwissenschaften = sehr unterschiedlich!**
 - Physik** => institutionell gut, effektiv knapp verankert - grösste Genderproblematik aller Fächer
 - Chemie** => teilweise wie Physik, weniger abstrakt
weniger Genderproblematik
 - Biologie** => beliebtestes Fach => anknüpfen
 - Geografie** => Astronomie, Geowissenschaft => anknüpfen
- **Technik** => Im CH-Gymnasium nicht verankert;
traditionell in CH auf Sek II nur Berufsbildung!

Drei unterschiedliche MINT-Probleme am Übergang Gymnasium-Universität

1) Zu wenig MINT-Studierende

MINT-Barometer D und CH ...

=> **Gymnasium?**

2) Zu wenig MINT-Grundlagen für MINT- und Medizinstudien usw.

MINT-Lernzentrum, EDK 35a ...

=> **Gymnasium?**

3) Zu wenig MINT-Akzeptanz im breiten Publikum

z. B. Analyse von Hans Martin Enzensberger: „Zugbrücke
ausser Betrieb – Mathematik im Jenseits der Kultur“

Uni oft: „So what?“ / Päd. HS: Problem

MUPET, EDK 35a ...

=> **Gymnasium?**

Bildungspolitische* Bilanz von MUPET

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

*) *politisch* = „die Allgemeinheit betreffend“
gemeint ist: „Fakten subjektiv bewertet“

0. Einleitendes

1. Empirische Ergebnisse

Drei Studien zu Leistung

Drei Studien zu Interessen + MUPET

2. Mögliche Massnahmen

Mehr MINTh-Studierende

Bessere MINT-Kompetenzen

Höhere MINT-Akzeptanz

3. Gedanken zur Umsetzung

Perspektive Fächer

Perspektive Lehrpersonen

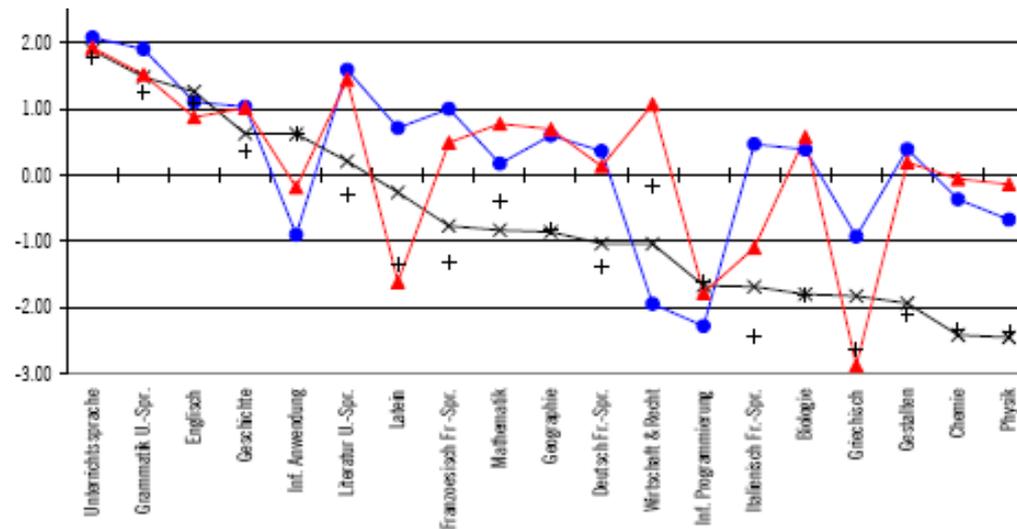
Perspektive Bildungspolitik

1) Empirische Ergebnisse

1.1 Drei (inter-)nationale Leistungsmessungen

1.2 Drei Untersuchungen zu Interessen

1.3 MUPET-Studie



TIMSS III - Leistungen (1995)

Gymnasiale Mathematik

CH auf Platz 3, fast wie F, signifikant **besser als D und A**
vermutlich dank guter Sek I und grösserer Selektivität!

Gymnasiale Physik

CH nur Mittelmass, wie D und A, trotz grösserer Selektivität!

**Problem mindestens seit 30 Jahren erkannt
=> wirksame Massnahmen???**

ETH Zürich - Leistungen (2008)

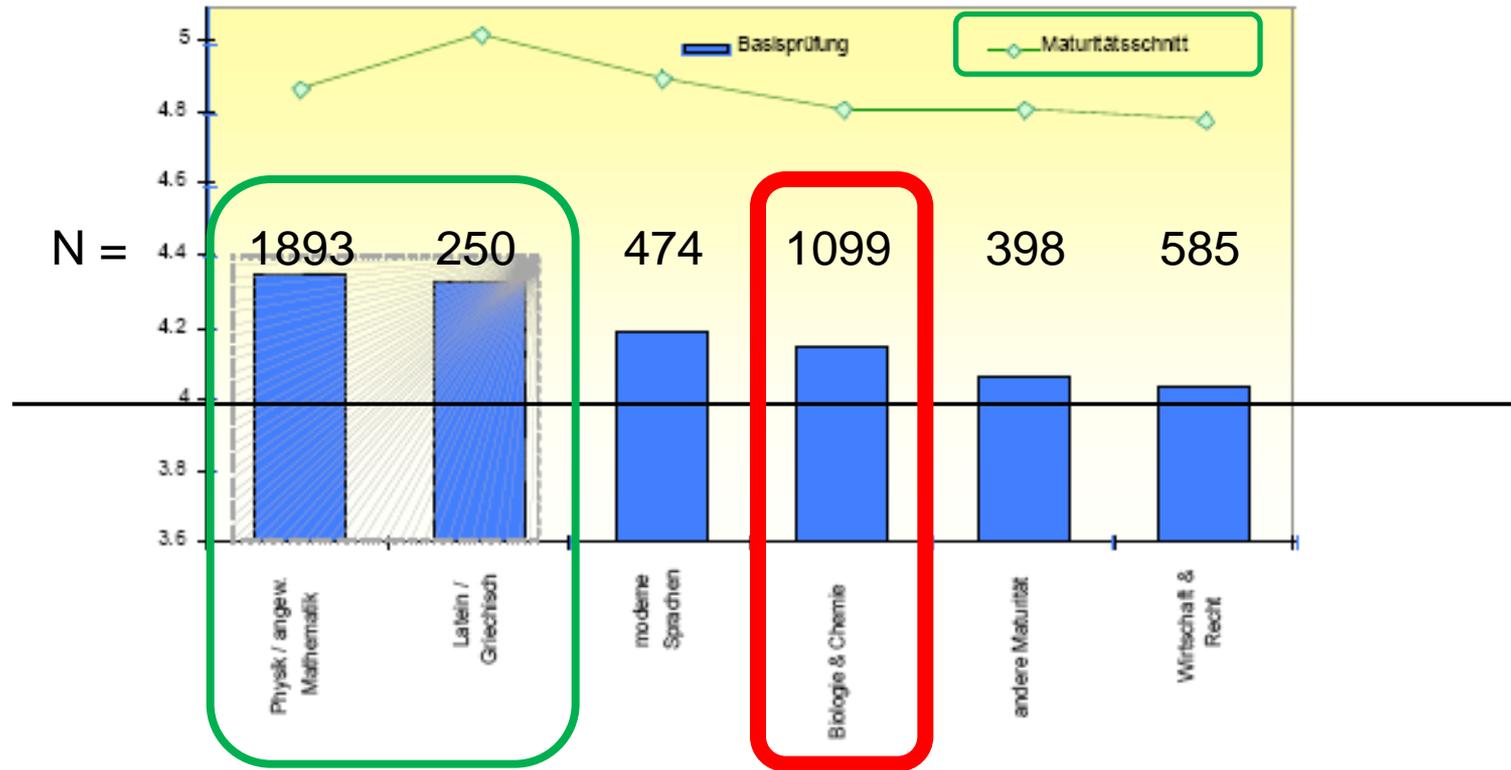


Abbildung 5: Durchschnittliche Basisprüfungsnoten nach Maturitätsschwerpunkten (zusammenge-

Reaktionen:

Einzelne Gymnasien reagieren empört auf die Ranglistenpublikation. Die Probleme mit dem SP Biologie & Chemie fallen kaum auf.

EVAMAR II (2008): Leistungen in Mathematik

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

Reaktionen:

Probleme mit SP Biologie & Chemie fallen nicht auf.
EDK erlässt Massnahmenkatalog.

SATW 1984

Interessen der Maturand/innen

Fachaffinität zwischen 5 = gern und 1 = ungern; N = 1700; alte Matur

	alle	weiblich	„Techniker“
Englisch	3.7	3.9	3.4
Biologie	4.0	4.2	3.8
Mathematik	3.3	3.2	4.1
Chemie	3.2	3.3	3.6
Physik	3.0	2.6	3.8

Rudolf Künzli (2012):

„In kaum einem anderen Bereich schulischer Bildung ist die periodische Wiederkehr des Gleichen so offensichtlich [wie im MINT-Bereich].“

EVAMAR I 2005

Interessen von Gymnasiast/innen

Fachinteresse zwischen 5 = hoch und 1 = niedrig; N = 2900; 10. Schuljahr

	alle	P & AM	Mod. Spr.	PPP
Englisch	4.2	4.0	4.4	4.1
Biologie	3.7	3.6	3.5	3.5
Mathematik	3.3	4.6	2.8	2.8
Chemie	3.3	3.9	2.9	3.0
Physik	2.9	4.4	2.4	2.3

Bemerkungen:

Zusatzauswertung durch Dr. Erich Ramseier, PH Bern.

Bisher nicht publiziert.

MUPET bestätigt den Befund.

PISA => TREE => BASS (2010)

Interesse - Leistung - Studienwahl

PISA	Gruppe	Alle Gymna- siast/innen	Alle Studierenden	MINT- Studierende	MINT ^h - Studierende
Ziel MINT-Beruf weibl.		4.5%	4.8%	19%	25%
Ziel MINT-Beruf männl.		22%	27%	54%	58%
Math.interesse weibl.		2.7	2.7	3.8	4.4
Math.interesse männl.		3.8	3.8	4.4	4.3
Mathematik Leistung		585	587	629	630

Interesse zwischen 5 = hoch und 1 = niedrig; PISA-Leistungs-Mittelwert = 500

Bemerkungen:

Grundlagen für Bericht des Bundesrats zum Mangel in MINT-Berufen.

Diverse Studien =>

Massnahmen-Aspekt 1: **Interesse**

Interesse fördert die Studierfähigkeit:

Mehrleistung erfordert Mehrarbeit, d.h. mehr extrinsische Motivation (z. B. Notengewicht) oder/und mehr intrinsische Motivation, mehr Interesse.

Interesse bringt Lebensqualität:

Höheres Interesse für Mathematik und Physik ist ein Gewinn an Lebensqualität für alle **im** Gymnasium.

Interesse erhöht Allgemeinbildung:

MINT-Interesse ist nach dem Gymnasium wichtig für zukünftige Lehrerinnen, Journalisten, Politiker ...

Interesse bringt mehr als nur mehr Leistung!
Desinteresse wirkt kontraproduktiv.

Auch MUPET zeigt => Massnahmen-Aspekt 2:

Gender



- Die Interessen für Mathematik und noch viel stärker diejenigen für Physik sind gender-spezifisch.
- In ein MINTh-Studium einzusteigen, ist für eine junge Frau in der Schweiz eine Herausforderung – wesentlich grösser als bei Jura oder VWL.

Alle Massnahmen müssen – in je unterschiedlicher Weise –
die Gender-Problematik berücksichtigen!

MUPET-Studie, ETH&KSW 2011/2013

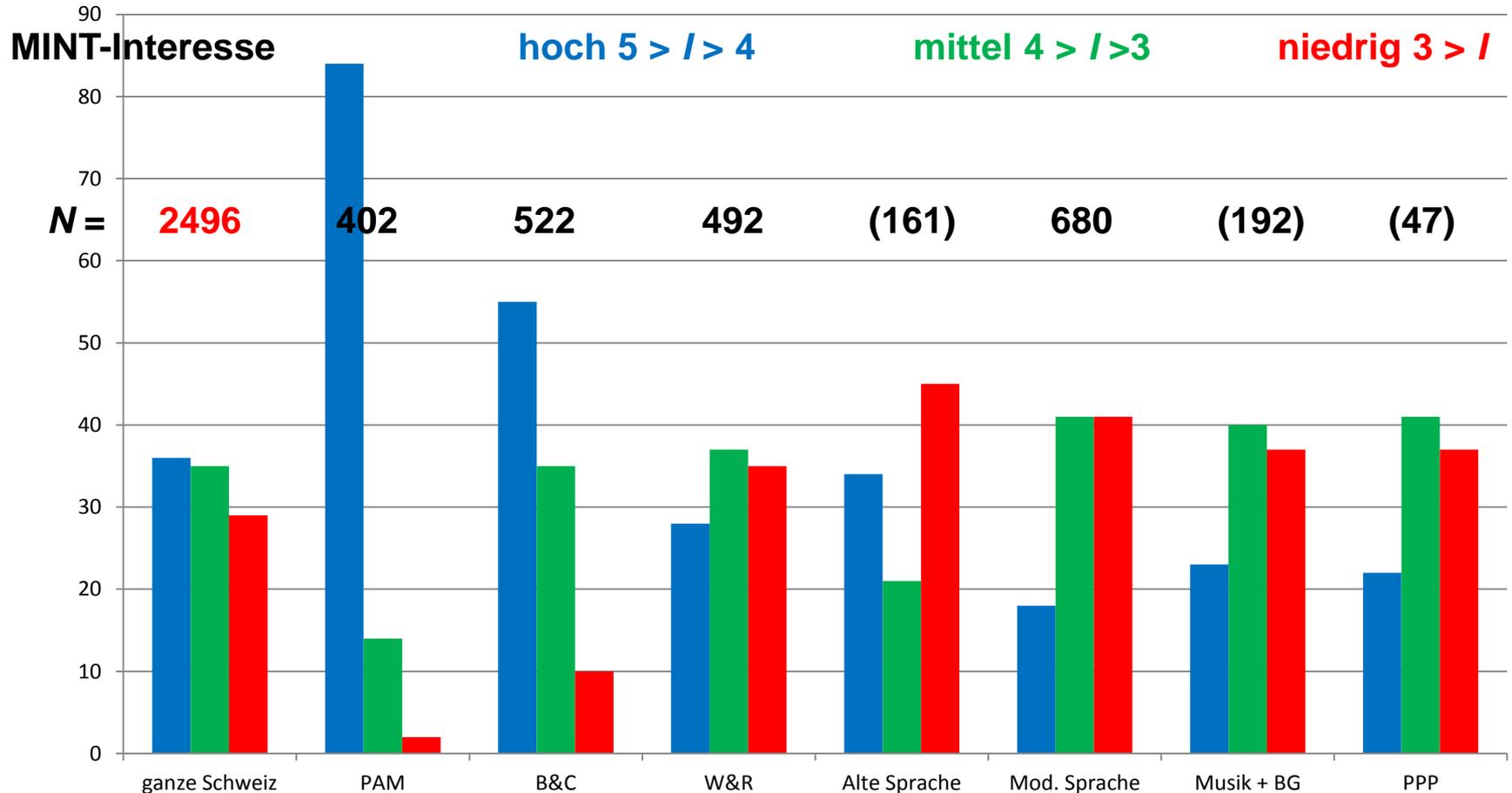
- **Mathematik- und Physikentwicklung im Gymnasium inkl. Technik**
- **Online-Befragung** zum Wahlverhalten im Gymnasium und fürs Studium, Interessen, Unterrichtselemente in Mathematik und Physik, Einstellungen zu Informatik und Technik, wenig zu anderen Fächern, Genderfragen
- Pilotphase 2011/2012: 9./10. Sj: N = 2500 (und 12. Sj. N = 280)
Hauptbefragungen 2013: 9./10. Sj: N = 4000 und 12. Sj. N = 2000 - **ganze CH**
- **Anfangsbefragung repräsentativ** - **Schlussbefragung** nicht repräsentativ: die Extreme sind vermutlich übervertreten, Kunstschwerpunkte untervertreten.
- Zwischenberichte und Gespräche mit Fachleuten
- **Technischer** (Schluss-) **Bericht** mit Anhang soll bis März 2014 fertig sein.
- **Bildungspolitischer Bericht** (25 Seiten) und „Bilanz“ (4 Seiten) beruht nur teilweise auf den MUPET-Ergebnissen.

Beispiele aus der MUPET-Studie

- Nur **5%** der **Maturandinnen** planen ein MINT-Studium.
- Nur 8% der Maturand/innen aus den nichtnaturwissenschaftlichen Schwerpunkten besuchten das **Ergänzungsfach** AM oder Informatik oder Physik, aber 50% BG, Musik, Sport, Religion oder aus PPP.
- Nur 11% der Maturand/innen geben an, dass ein **Mathematikbuch** „fast immer“ im Unterricht benützt wird; aber 54% finden, ein Lehrbuch sollte regelmässig eingesetzt werden.
- Nur 9% der Maturand/innen denken, dass ihre **Physikkenntnisse** für ein Medizinstudium ausreichend wären.
- Gäbe es einen SP **Technologie und Informatik**, hätte ihn 1/3 der Maturand/innen, die jetzt in P&AM sind, gewählt.

Definition: MINT-Interesse = arithmetisches Mittel der Fachinteressen für Chemie, Physik und Mathematik (doppelt gewichtet)

Heterogenität der MINT-Interessen bereits zu Beginn des Gymnasiums



Pilotbefragung in der ganzen Schweiz; **9. Schuljahr, vereinzelt 10. Sj.**
Schwerpunkte mit N in () statistisch einzeln nicht aussagekräftig.

MUPET =>

Massnahmen-Aspekt 3: **SP-Differenzierung**

10%: Im SP **Physik & Anw. der Mathematik** hat es fast **nur MINT-Interessiert:** Dieser Schwerpunkt sollte attraktiver werden und auch Informatik-Interessierte anziehen.

20%: Im SP **Biologie & Chemie** hat es **ein buntes Gemisch:** MINT-Studierfähigkeit soll für alle gewährleistet sein

70%: In den **nicht-naturwissenschaftlichen SP** hat es **viele MINT-Uninteressierte:** MINT-Interesse ist nach dem Gymnasium wichtig für zukünftige Lehrerinnen, Journalisten, Politiker ...

Wären die MINT-Probleme einfach, wären sie längst gelöst.
Lösungsansätze müssen differenziert sein!

2) Mögliche Massnahmen

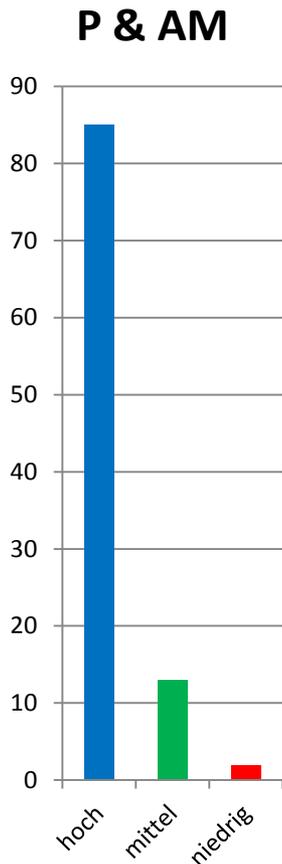
2.1 Mehr MINT-Studierende A,B

2.2 Bessere MINT-Kompetenzen C,D,E

2.3 Höhere MINT-Akzeptanz F,G,H

A) Den SP Physik & Anwendungen der Mathematik neu gestalten und positionieren

P&AM: Jetzt nur 10% der Maturand/innen; davon nur ¼ Frauen



- „AdM“ ist nach Aussen unattraktiv und nach Innen unklar. Alle Fächer kennen Anwendungen.
- Informatik einbauen und sichtbar machen!
- vielleicht neuer Name **MPI** = Mathematik-Physik-Informatik
- Technik zumindest als echte Anwendung von Mathematik, Physik und Informatik
- Technik auch als kreative Tätigkeit und wichtige Kraft in der Gesellschaft => Allgemeinbildung
- für die SP-Wahl besser vermarkten

B) MINT-Coaching für fähige Mädchen und Frauen einführen

MUPET =>

- *20% aller Gymnasiastinnen können sich den Start in ein MINT-Studium vorstellen.*
- *2/3 aller Gymnasiastinnen glauben, dass ihre Kolleg/innen keine positive Einstellung zu Mathematik und Physik haben.*
- *50% aller Gymnasiastinnen finden, man solle fähige Mädchen besonders ermutigen MINT-Studien zu ergreifen.*
- *Sogar 60% in der Zielgruppe „MINT-erwägenden Mädchen“ finden, sie müssten besonders ermutigt werden.*
- Es braucht speziell ausgebildete und entlastete Lehrpersonen, die im MINT-Bereich unterrichten. **=> WBZ**

C) Mathematik auf zwei Niveaux einrichten

- *In der Romandie und im Tessin bereits im Rahmen des MAR95*
 - *Niveau 2 obligatorisch für P&AM und freiwillig für alle anderen Schwerpunkte*
 - *Niveau 2 = Mehrleistung ohne Minderleistung anderswo!*
 - *„Basale Studierkompetenzen“ für MINT- und für übrige Studien differenzieren und kommunizieren.*
 - & Mathematik-Diagnose im 9./10. Sj. mit Therapieangebot
 - & schriftliche Mathematikmaturprüfungen analysieren
 - & mündliche Maturprüfungen analysieren und in Kursen optimieren
- => WBZ**

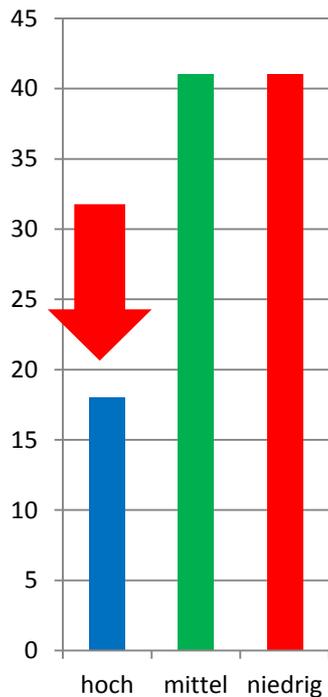
D) Mathematik Anschlusskurse an Hochschulen anbieten

- *Existiert elaboriert an der EPFL*
- *Existiert unterschiedlich auch an vielen andern Hochschulen*
- Koordination der Anforderungen unter den HS und klarere Kommunikation an Gymnasien wünschenswert
- Kurs mit Niveau 1 besonders für Nicht-MINT-Studienanfänger/innen aus dem Zwischenjahr
- Kurs mit Niveau 2 für MINT-Studierende nur mit Niveau 1 im Gymnasium

E) MINT-Kurs an den Gymnasien einrichten

Auch in nicht-naturwissenschaftl. SP gibt es 15%-20% MINT-Interessierte

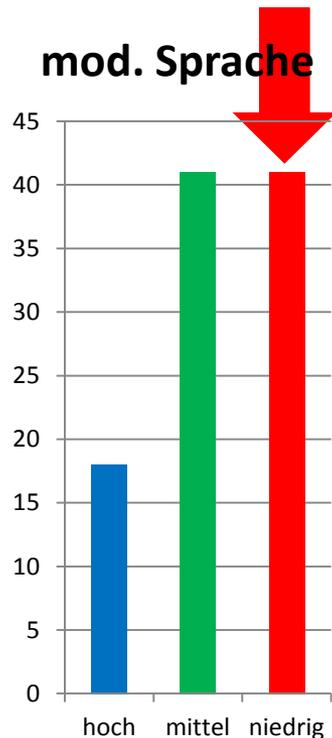
mod. Sprache



- *Wenn sich Physik und Chemie in den nicht-naturwiss. SP vermehrt auf „scientific literacy“ ausrichten, benötigen die MINT-Interessierten ein Zusatzangebot zur Sicherstellung der Studierfähigkeit.*
- *Vergleiche mit dem „kleinen Latinum“*
- Fokus = Fachsystematik und quantitative Modelle in Physik und Chemie
- **Muss immer angeboten werden!**

F) Mehr Statistik und math. Allgemeinbildung im Grundlagenfach Mathematik

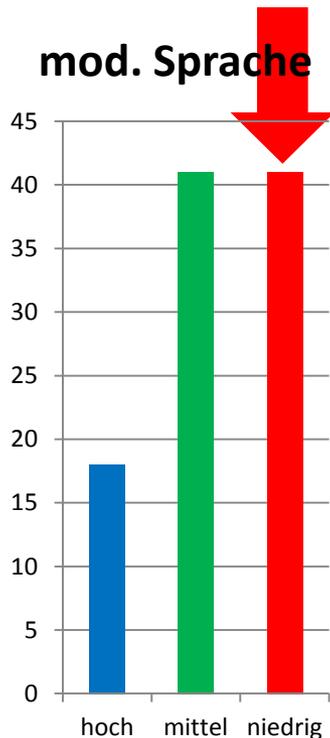
In nicht-naturwissenschaftl. SP gibt es >40% Nicht-Math.-Interessierte
Rund 25% brauchen Mathematik nur als Kulturgut resp. Allgemeinbildung
Wichtig sind Mutiplikatoren wie Primarlehrerinnen und Journalisten!



- 10% der Unterrichtszeit und des Notengewichts für **anwendbare Statistik** => Soziolog/innen, Linguist/innen, Ökonom/innen ...
- 10% der Unterrichtszeit und des Notengewichts für **mathematische Allgemeinbildung** => Journalist/innen, Jurist/innen, Philolog/innen ...
- Elemente = Wissenschaftsgeschichte, spielerische, philosophische & ästhetische & künstlerische ... Dimension

G) Mehr physikalische und technische Allgemeinbildung im Grundlagenfach Physik

70% der Gymnasiast/innen Nicht-naturwiss.; davon sind 2/3 Frauen.
Rund 1/2 brauchen Physik nur als Kulturgut resp. zur Allgemeinbildung.
In keinem Fach ist der Gendereffekt so gross wie in Physik /2. Landesspr.



- Themenzentrierter, problemorientierter Unterricht auf Kosten der Fachsystematik
- „Nachhaltige Energieversorgung“, „Physik in der Medizin“, „Das Universum“ stossen auf Interesse
- Generell weniger, aber exemplarisch anspruchsvolle Mathematisierung
- Kulturelle Wechselwirkungen aufzeigen
- Lücken dieses Lehrgangs bewusst machen!

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

- *Verschiedene Kantone resp. Schulen haben Projekte*
- *Verschiedene externe Institutionen wollen MINT fördern*

- *Koordination der externen Angebote und Informationen über Projekte wünschenswert*

- & Gender-Sensibilisierung der Lehrpersonen
- & Schulen mit best-MINT-practice
- & MINT-Medienkontakte

=> WBZ

6) Abzahlen: $q^n \cdot K - \frac{q^n - 1}{q - 1} R = 0$

a) $q = 1,015 = 1 + \frac{p}{100}$

3) Gedanken zur Umsetzung

$1,211 = 1,015^2 = K \cdot q_{\text{Jahr}}^2$
 $q^2 = 1 + p$
 1600

3.1 Perspektive Fächer

J, B&C, Informatik

3.2 Perspektive Lehrpersonen

M, Mod.-Lehrgänge

3.3 Perspektive Bildungspolitik

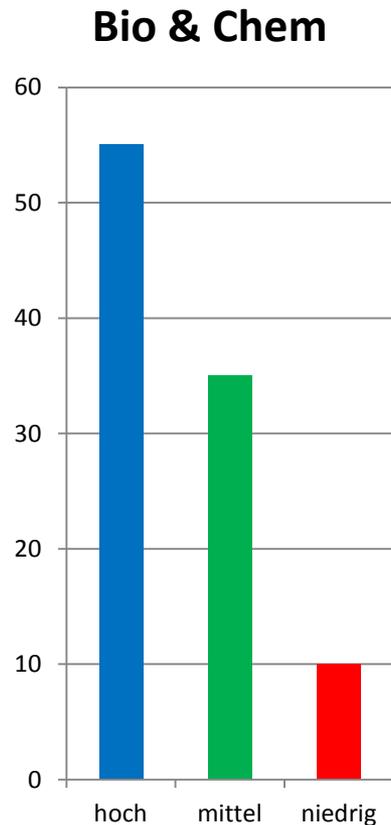
K, L, N, RLP&MAR

J) Doppeltes Gewicht für Mathematik und Erstsprache im MAR

- *Wurde bei der MAR-Teilrevision diskutiert und verworfen*
- *Lernende behaupten in MUPET, sie würden nicht mehr arbeiten.*
- *Viele geben in MUPET zu, in Mathematik wesentlich weniger als 100% ihrer Leistungsfähigkeit einzusetzen.*
- EVAMAR II zeigt, dass verbreitet Defizite bestehen
- Anforderungen hinsichtlich basaler Studierfähigkeit müssen umgesetzt, d.h. in vernünftigem Mass durchgesetzt werden
- 1/15 Notengewicht & Kompensationsmöglichkeiten verleiten!

Den SP Biologie und Chemie stärken.

Biologie & Chemie: Jetzt 20% der Maturand/innen, davon 50% Frauen



- Viele studieren Medizin
- Einige gehen in Lehrberufe
- Relativ viele steigen in MINT-Studien ein; sie sind oft dafür mager vorbereitet, besonders in Mathematik und Physik
- **Ziel: MINT-studierfähig**
- Mit den verschiedenen Massnahmen sind auch die Bedürfnisse von B&C abgedeckt

Informatik im Gymnasium

- *Das Anwenderkönnen ist im Gymnasium ausreichend.*
- *Das Ergänzungsfach „Informatik“ kommt auf Kosten von „Anwendungen der Mathematik“ und „Physik“ zustande.*
- **Informatik ist im Gymnasium ungenügend**
 - als Teil einer modernen Allgemeinbildung für alle
 - als Element der MINT-Ausbildung für MINT-Interessierte
- **Das Verhältnis zwischen Informatik und Mathematik muss optimiert werden!**

M) Gymnasiallehrberuf aufwerten!



MUPET: (w BG) „*Tout dépend du professeur.
C'est pareil dans toute les branches.*

Un bon professeur rendre un thème pourri intéressant.“

Systematische und schulübergreifende **Aus- und Weiterbildung** nach dem Modell Medizin inkl. FV des VSG

Verbesserung bei Anstellungs- und **Arbeitsbedingungen**, Berufseinführung, Lohn, Freiräumen usw.

Gegen „**Sackgassenimage**“ mit Sabbatical usw. den Wechsel in Forschung, Hochschule, Wirtschaft ... und zurück fördern

Modell-Lehrgänge für GLF- (& SP) Mathematik & Physik

MUPET: (w B&C) „Un libro di testo con esercizi integrati così da avere il materiale in modo ordinato e facile da ripassare.“

- *Die Methodenfreiheit ist garantiert. – Der Gestaltungsspielraum ist eine wesentliche Qualität des Gymnasiallehrberufs.*
- *In der Schweiz können spezifische Lehrmittel im MINT-Bereich des Gymnasiums nicht auf dem freien Markt produziert werden, sonst wäre das schon lang passiert.*
- In P-P-Partnership produzierten Lehrgänge müssen
 - modellhaft und nichtverpflichtend
 - modular, mit gelösten Musterbeispielen und Aufgaben
 - gratis für Lehrpersonen und Lernende
 - auf dem Internet zur Verfügung sein! => **Herausforderung!**

K) Transparente Information und intensivere Begleitung der SP-, der EF- und der Studienwahl

MUPET => 70% geben an, dass man im Gymnasium motivierter ist, wenn man weiss, was man studieren will.

Vor dem Gymnasium

- Wahl des Schwerpunkts (MUPET => 90% aus Fachinteresse)

Im Gymnasium

- Wahl des Ergänzungsfachs (MUPET => 70% aus Fachinteresse)
- Wahl des Gebiets für die Maturarbeit (In MUPET erhoben)

Gegen Ende des Gymnasiums:

- **EDK 12. 04. 2012:** „Die Studien- und Laufbahnberatung an den Gymnasien soll besser positioniert werden. „

L) Feedback - N) Leistungstransparenz

L) Systemat. Feedback am Übergang Gymnasium - Universität

- Grund-Modell ETH, aber ohne öffentliches Ranking
- Alle Fakultäten/Richtungen und auch die PH informieren z. B. alle 5 Jahre über die Erfolgsquoten in den 1. Prüfungen

N) Die Leistungsanforderungen in den schriftlichen Maturitätsprüfungen so weit als möglich veröffentlichen.

- Z. B. auf Homepage Aufgabenstellung mit Rohpunkten, sowie erreichte Punkt- und Noten-Mittel- und Extremwerte

Revision von MAR und Rahmenlehrplänen

- *Eine langwierige MAR-Revision ist nur nötig für P&AM => MPI und die Doppeltzählung von Mathematik und Erstsprache*
- *EDK 35a p.67: „Überdies konnten auf der Ebene des praktischen Unterrichts kaum Veränderungen beobachtet werden.“*
- **Die Überprüfung der Rahmenlehrpläne ist dringend!**
 - Sie sind sehr offen formuliert.
 - Sie haben keinen Einfluss auf den Schulalltag.
- **Wenn ein breiter Konsens** zu präziseren Rahmenlehrplänen führt, entsprechende **Modell-Lehrgänge** zur Verfügung stehen und ausreichende **Weiterbildung** durchgeführt wird, hat das **Erneuerungswirkung**.

Perspektive Bildungspolitik

Akteure	Aktionen
Fachlehrer/innen	Coaching wagen, Interessen fördern, Fach-Kanon hinterfragen ...
Schulleitungen	LP weiterbilden , SP-Info verbessern, Spielräume ausschöpfen, Leistungstransparenz ...
Kantone	Anpassung der Reglemente, Finanzierung der MINT-Förderung! Arbeitsbedingungen der LP
EDK und EDI	Steuerung, RLP überarbeiten, MAR überprüfen, WBZ , Begabtenförderung, Kontrolle Sponsoring, Schüleraustausch
Hochschulen	Anschlusskurse, Anforderungs-Info, Feedback an Gymi, LP-Ausbildung, LP-Weiterbildung , Lehrmittel-Entwicklung
VSMP&SATW&...	Lehrmittel, Begabtenförderung, LP-Weiterbildung , Sabbatical für LP in Forschung und Wirtschaft, Schüleraustausch ...
public-private-partnership	Stiftungen und Firmen gehen mit anderen Akteuren Finanzierungspartnerschaften ein

Credo:

- Kantone und Bund, Gymnasien und Hochschulen, Schulleitungen und Lehrpersonen, Verwaltung und Wirtschaft
- müssen der **MINT**-Problematik das gleiche Gewicht wie Sprachenfragen geben
- und gemeinsam eine **MINT**-Initiative für den Gymnasialbereich planen und durchführen
- **und damit 2015 starten, damit 2020 die ersten Ergebnisse sichtbar werden!**



Vielen Dank

für Ihr Interesse an **MINT**-Fragen

und für Ihre Aufmerksamkeit!