

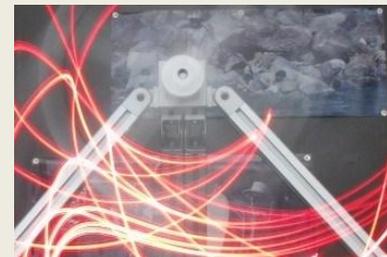
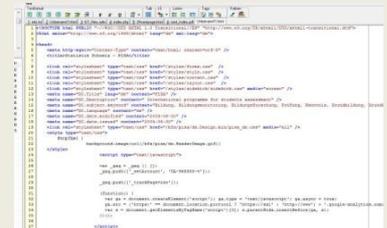
MATHEMATIK

IM GYMNASIUM

ADÄQUATE LEHRMITTEL

AGV-economiesuisse: Arbeitsgemeinschaft
„Volksschule + Allgemeine Bildungsfragen“
Zürich, 17. September 2015

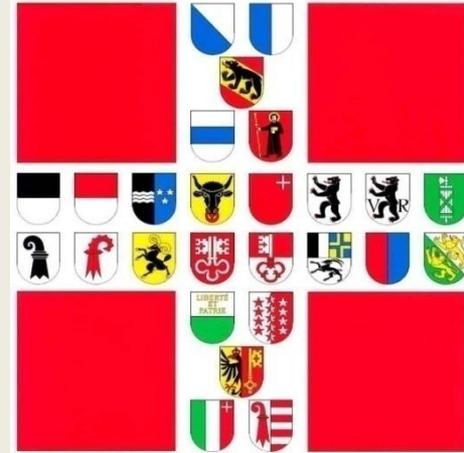
Hans Peter Dreyer
Departement Mathematik, ETH Zürich
& Kantonsschule, Wattwil



BILANZ

Die Mathematik im Gymnasium ist heterogen. Neben vielen guten gibt zu viele ungenügende Leistungen d. h. beeinträchtigte Studierfähigkeit.

In einem Massnahmenpaket bilden adäquate Lehrmittel das zentrale, oft vergessene Förder-Element.





2008 war ich 40 Jahre Mathe- und Physik-Lehrer
und amtierender VSG-Präsident.

Der Schock von EVAMAR II:

**Mehr als 40% aller schriftlichen Mathematik-
Maturprüfungen sind ungenügend.**

Ein schwerwiegender Systemfehler liegt vor!

- ⇒ Konferenz „Übergang Gymnasium-Universität“ vom VSG und dem Verband der Hochschuldozierenden
- ⇒ Projekt MUPET = Befragungen und Folgerungen unterstützt durch die ETH Zürich und die KS Wattwil
www.math.ch/mupet

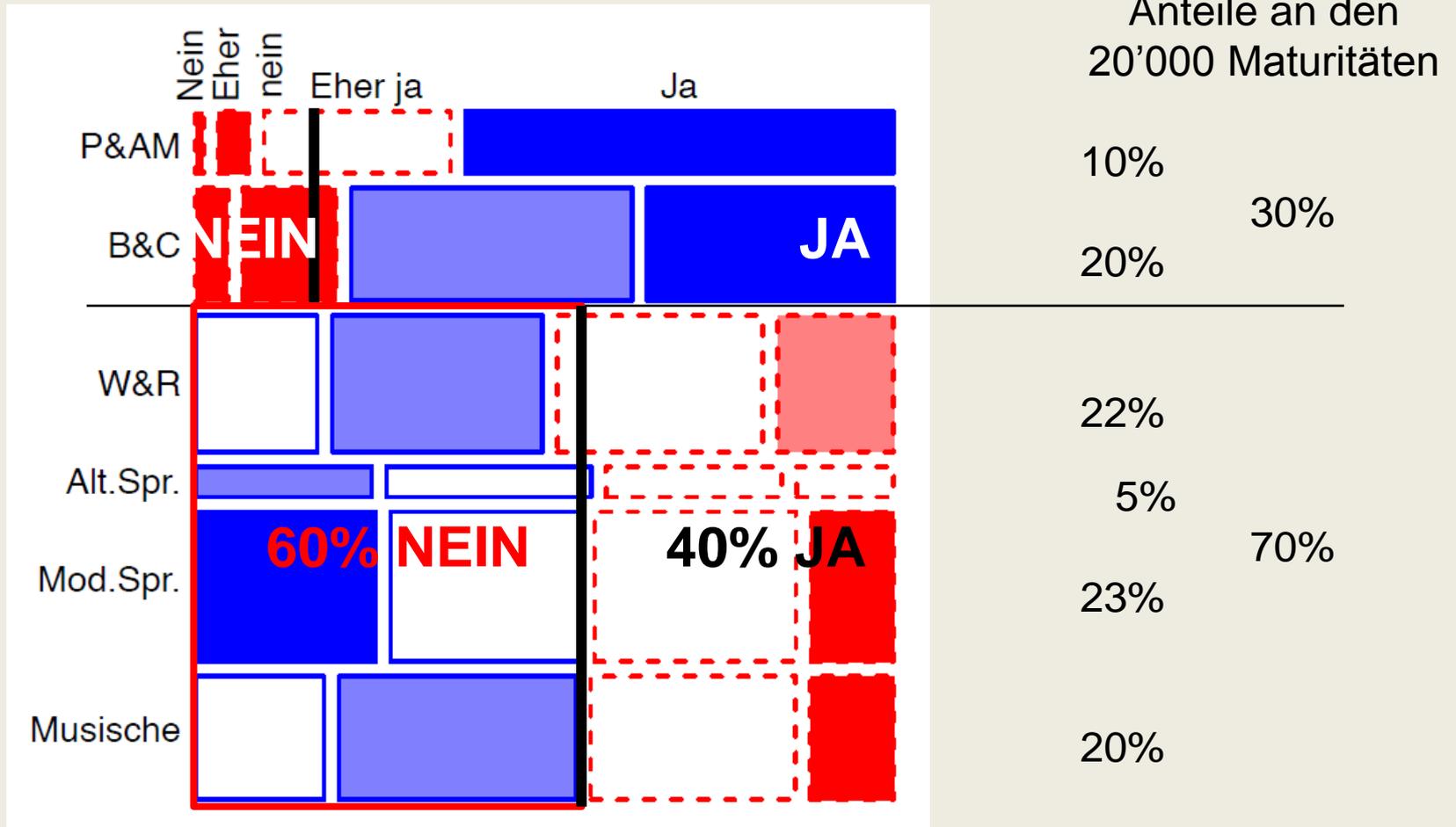
Schülermeinungen zur Mathematik

(5 Beispiele aus den rund 10'000 offenen Antworten in MUPET)

- „Es ist spannend, gewisse **Beweise zu verstehen** und zu sehen, dass diese immer funktionieren.“ (Gymnasiastin, moderne Sprache)
- „Bei unserer jetzigen [Mathematik-]**Lehrperson**, **der etwa sechsten seit knapp vier Jahren**, schätze ich besonders (...).“ (Maturandin, mod. Sprache)
- „Der **Zeitdruck** im Mathematik- und Physikunterricht an Gymnasien ist definitiv viel zu hoch. (...) Man kann dem Unterricht überhaupt nicht folgen und kriegt ständig schlechte Noten.“ (Maturandin, Wirtschaft & Recht)
- „De meilleurs cours de **math pré-gymnasiale**.“ (Gymnasiast, Physik & AM)
- „Il problema non sono le materie e i loro argomenti, ma **i DOCENTI!!**“ (Gymnasiastin, Wirtschaft & Recht)
- ... und noch viele mehr in: **mupet > Technischer Bericht**

Eingeschränkte Studierfähigkeit für Chemie

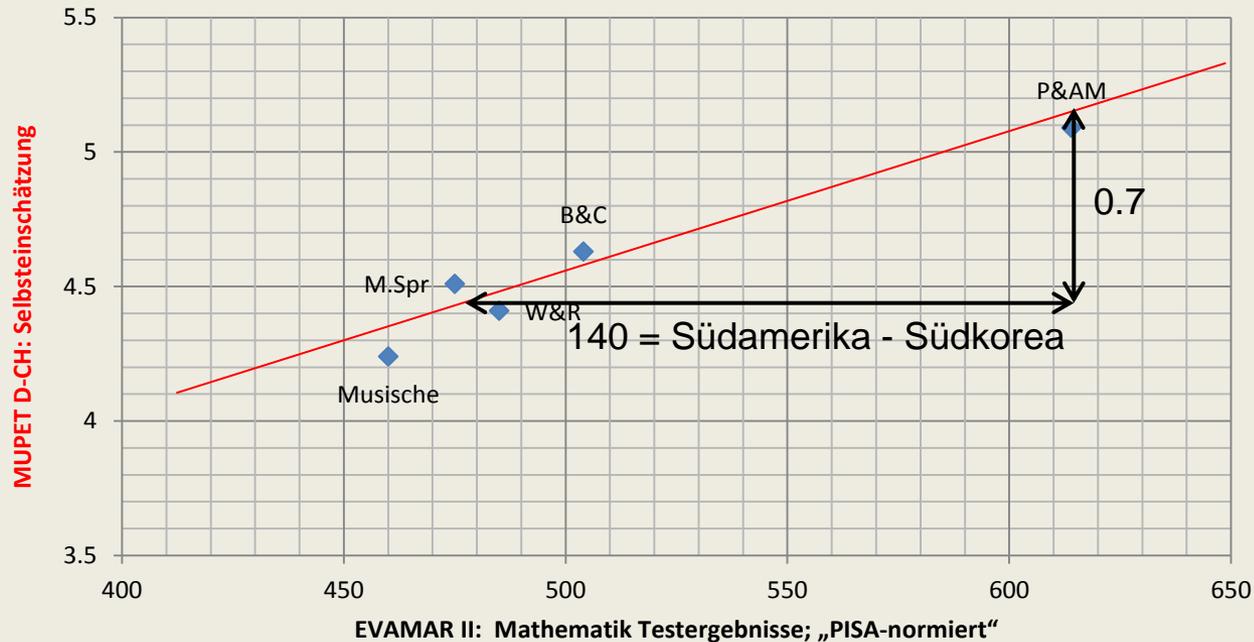
„Fühle ich mich vom Mathematikunterricht ausreichend vorbereitet für ein Chemiestudium?“



Mathematik-Leistungen von Maturandinnen und Maturanden

waagrecht = EVAMAR II-Testergebnisse

senkrecht = MUPET-Selbsteinschätzung



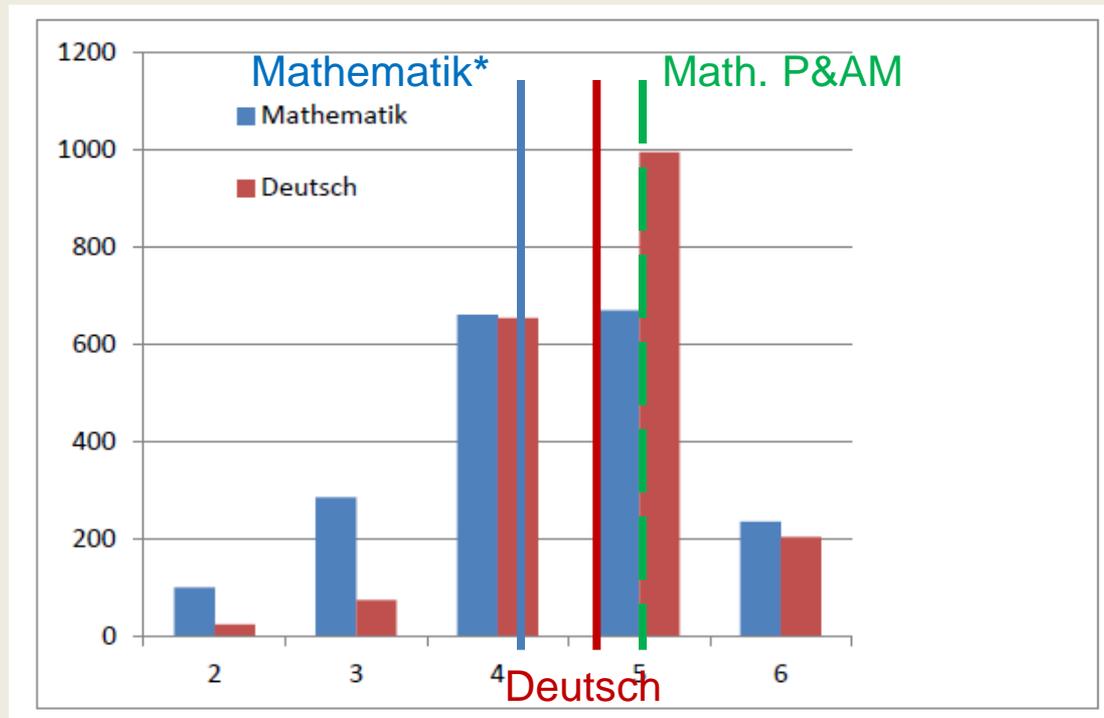
Die Maturandinnen und Maturanden wissen, was sie können.

Die MUPET-Ergebnisse sind zuverlässig.

Es gibt auch in der Deutschschweiz klar zwei Leistungsniveaux!

Leistungsstreuung zu Beginn des Gymnasiums

MUPET Deutschschweiz, 9.Schuljahr, Selbsteinschätzung, P&AM gesondert*



Selbst eingeschätzte Leistungen zu Beginn des Gymnasiums:

Durchschnitte: **Deutsch** = 4.7, **Mathematik*** = 4.2, **Math. P&AM** = 5.0

Mathematik streut viel stärker als **Deutsch**

These: Mathematik* = 20% Talente(5.5) + 50% Gewöhnliche(4.5) + 30% Problemfälle(3.0)

PISA 2012 9th grade: Mathematics – Reading – Science

	Mathematics				Reading		Science	
	Mean score in PISA 2012	Share of low achievers in mathematics (Below Level 2)	Share of top performers in mathematics (Level 5 or 6)	Annualised change in score points	Mean score in PISA 2012	Annualised change in score points	Mean score in PISA 2012	Annualised change in score points
OECD average	494	23.1	12.6	-0.3	496	0.3	501	0.5
Shanghai-China	613	3.8	55.4	4.2	570	4.6	580	1.8
Singapore	573	8.3	40.0	3.8	542	5.4	551	3.3
Hong Kong-China	561	8.5	33.7	1.3	545	2.3	555	2.1
Chinese Taipei	560	12.8	37.2	1.7	523	4.5	523	-1.5
Korea	554	9.1	30.9	1.1	536	0.9	538	2.6
Macao-China	538	10.8	24.3	1.0	509	0.8	521	1.6
Japan	536	11.1	23.7	0.4	538	1.5	547	2.6
Liechtenstein	535	14.1	24.8	0.3	516	1.3	525	0.4
Switzerland	531	12.4	21.4	0.6	509	1.0	515	0.6
Netherlands	523	14.8	19.3	-1.6	511	-0.1	522	-0.5
Estonia	521	10.5	14.6	0.9	516	2.4	541	1.5
Finland	519	12.3	15.2	-2.8	524	-1.7	545	-3.0
Canada	518	13.8	16.4	-1.4	523	-0.9	525	-1.5
Iceland	518	14.4	12.7	3.6	518	3.8	516	4.6

Süd-Korea

Switzerland

Finland

Mathematik Schweiz: Nicht nur die 21% Besten kommen ins Gymnasium.

Kazakhstan	452	45.2	0.9
Thailand	427	49.7	2.6
Chile	423	51.5	1.6
Malaysia	421	51.8	1.3
Mexico	413	54.7	0.6
Montenegro	410	56.6	1.0
Uruguay	409	55.8	1.4
Costa Rica	407	59.9	0.6

„Süd-Amerika“

Interessen am Anfang des Gymnasiums (10. Sj.)

EVAMAR I 2005: Selbst deklarierte Interessen zwischen 5 = hoch und 1 = niedrig; N = 2900

	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

Zusätzliche Auswertung durch Dr. Erich Ramseier, PH Bern

Divergierende Fachinteressen in Mathematik

MUPET 2013: Selbst deklarierte Interessen

Gender: Anfang **w: 2.98** **m: 3.34**

Schluss **w: 3.04** **m: 3.22**

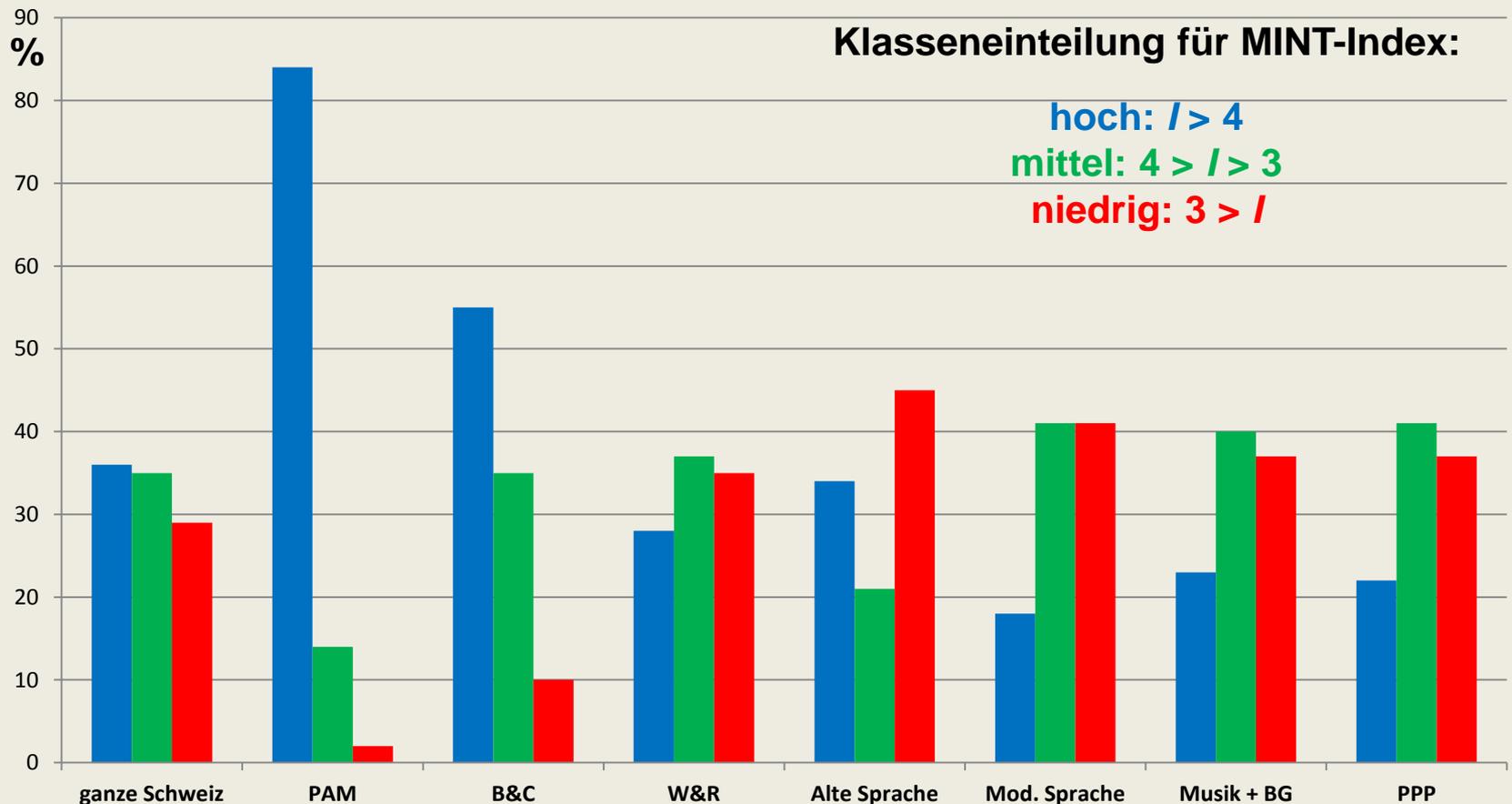
Sprachregion: (Schluss) D-CH: 3.04 F-CH: 3.3 I-CH: 3.0

In keinem Fach ist die **Rangkorrelation von Leistung und Interesse** so hoch wie in Mathematik.

Heterogene Interessen zu Beginn des Gymnasiums

MINT-Index I :

I = arithm. Mittel der Fachinteressen für Chemie, Physik und Mathematik (doppelt gewichtet)



Pilotbefragung in der ganzen Schweiz; 9. Schuljahr, vereinzelt 10. Sj.; $N = 2500$

Zu möglichen Massnahmen:

Mathematik ist der wichtigste Teil von **MINT**.

Mathematik + **I**nformatik + **N**aturwissenschaften + **T**echnik

Förderung ist besser als Zwang.

Druck erzeugt oft unerwartete Ausweichbewegungen!

Einstein zur KS Aarau: ... **weitgehende Freiheit der Lehrkräfte in der Wahl des Lehrstoffes und der Lehrmethode, Lehrer und Schüler zu verantwortungsbewusster und freudiger Arbeit bringen kann, wie es keine noch so spitzfindige Reglementierung vermag.**

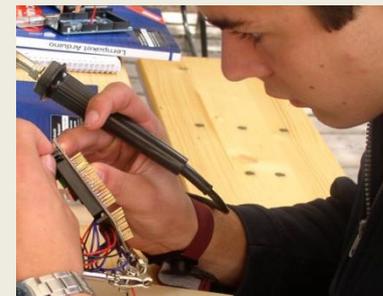
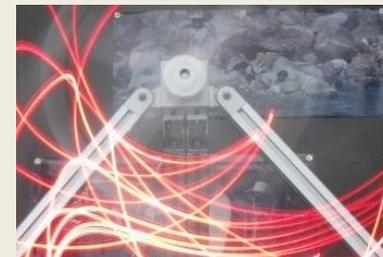
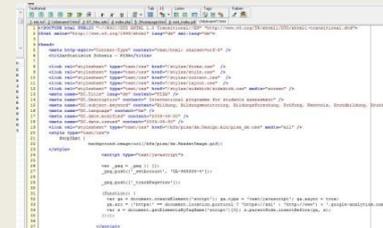
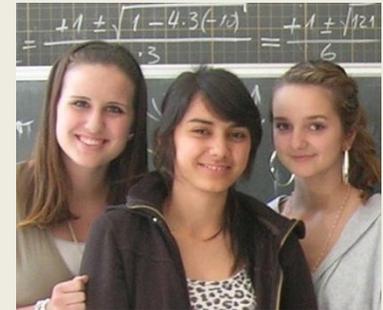
Beachte die verschiedenen Ebenen:

System = Allgemeinbildende Schulen der Sekundarstufe II

Kantone, respektive einzelne Schulen

Lehrerinnen und Lehrer

Schülerinnen und Schüler



Mögliche Massnahmen, die auf das System zielen

Schwerpunkte innerhalb und zwischen Gymnasien und Fachmittelschulen bereinigen

- *Gymnasien*: PPP und musische Schwerpunkte usw.
- *Fachmaturitätsschulen*: Passerelle für Hochschulzugang, Sport usw.

Systematische Qualitätssicherung in den Gymnasien

- Einheitlicheres **Aufnahmeverfahren** ins Gymnasium
- Transparenz bei den Leistungsanforderungen der Schulen
- „Substantielle Akkreditierung“ durch Schweizerische Maturitätskommission
- Spezifisches Feedback aller HS und PH an die Einzelschulen

Stärkung des Gymnasiallehrberufs

- Förderung der gymnasialen Fachdidaktik
- Ende der Sparmassnahmen!

Vertiefte Auseinandersetzung mit Studien- und Berufswahl

- Dokumentation in einem Studienwahl-Portfolio
- Ferienpraktika analog zu Fremdsprachenaufenthalten obligatorisch

Motion Bundi in der 1980er Jahren

Ausführliche Überlegungen in: [mupet](#) > Bildungspolitischer Bericht

Mögliche Massnahmen in Richtung Lernende

Zwangsmassnahmen im Umfeld der Mathematik

- Weniger Kompensationsmöglichkeiten im **Aufnahmeverfahren** fürs Gymnasium
- Doppeltzählung von Erstsprache und Mathematik usw.
- Listen zur basalen fachlichen Studierfähigkeit usw.

Fördermassnahmen spezifisch für Mathematik

- * Mathematik auf 2 Niveaux für alle Schwerpunkte anbieten.
- * Bessere Absprache mit Sek. I und Angleichung der Übertrittsbedingungen.
- Systematische Diagnose und Förderung im 9. Schuljahr.
- * Mehr Statistik auf Kosten von Analysis und Vektorgeometrie.
- * Mehr echte Anwendungen.
- * Mehr «mathematical literacy».
- * Inhalt und Vorbereitungsphase der Mathematik-Maturprüfungen verbessern.
- Mathematik Anschlusskurse an Hochschulen anbieten.

*** Verbesserung der Lehrmittelsituation**

Wie lange geht es, bis Substantielles geschieht?
Führen engere Ziele zu höheren Leistungen? -
Wieso sind **Lehrmittel** nicht auch im CH-Gymnasium ein
wichtiges Element bei Reformvorhaben?

Adäquate **Lehr**mitteln müssen heute **Lern**mittel,
d.h. **komplette Lernumgebungen** sein!

Schülermeinungen zur Lehrmittelsituation

- „Ein besseres und verständlicheres Lehrmittel wäre SEHR hilfreich.“
(Maturand, bildn. Gestalten)
- „Un libro di testo con esercizi integrati così da avere il materiale in modo ordinato e facile da ripassare.“ (Maturandin, Biologie & Chemie)
- „Je propose un livre de théorie en complément avec des exercices supplémentaires, qui permettrait de voir la théorie sous un autre angle (...) Un site internet au niveau fédérale ou cantonale qui propose des animations etc et des exercices ludiques est aussi une bonne chose.“
(Gymnasiastin, Wirtschaft & Recht)
- „Je trouve que nos manuels sont mauvais.“
(Maturandin, Musik)
- „Die Theorie ist eine Katastrophe und ich habe noch keine klar strukturierte und simple Lehrmittel gefunden, die mir das bieten können (z.B. Analysis)
(Maturand, Wirtschaft & Recht)

MUPET-Zahlen zur Unterrichtsgestaltung

Mathematik Lehrmittel und Methoden	praktisch nie	selten	häufig	fast immer
Lehrperson entwickelt Theorie	3%	9%	32%	55%
Benutzung Theoriebuch	45%	23%	18%	14%
Skript der Lehrperson	20%	20%	26%	34%

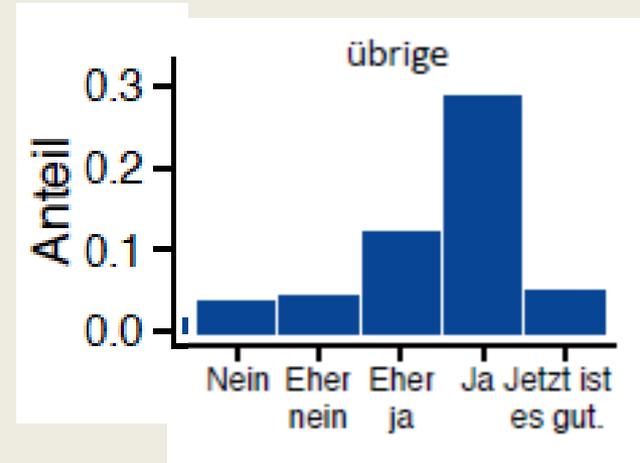
- **Forschungsergebnisse aus Deutschland:** Der Unterricht von Junglehrern wird primär bestimmt durch die eigene Schulerfahrung und sekundär durch die Lehrmittel. Der Einfluss der Lehrerausbildung und der Lehrpläne ist gering.
- **Einschätzung für die Schweiz:** Der Rahmenlehrplan hat keinen Einfluss, die übrigen einen nur geringen. Am wichtigsten sind die „geheimen Lehrpläne“ der lokalen Tradition.
- **Mathematik-Lehrmittel = Aufgabensammlungen:** Was es gibt, ist unattraktiv, nicht allgemeinbildend und bietet zu wenig echte Anwendungen.

Sinnstiftende Mathematik!

Gymnasiastin, moderne Sprache: „Ich kann mir immer sehr schwer vorstellen, das im [Mathematik]-Unterricht Gelernte, in meiner Zukunft als erwachsene Person je einmal wieder zu brauchen.“

Antworten zur MUPET-Aussage: „In Mathematik wäre mein **Interesse** (noch) grösser, wenn der **Nutzen des Stoffs** für mich klarer ersichtlich wäre.“

übrige = „Nicht-MINT“



Allgemeinbildende Mathematik!

Der wohlwollende Analytiker Hans Magnus Enzensberger schreibt im Essay *Zugbrücke ausser Betrieb* oder *Die Mathematik im Jenseits der Kultur*.

„Woher kommt es, dass die Mathematik in unserer Zivilisation so etwas wie ein blinder Fleck geblieben ist, ein exterritoriales Gebiet, in dem sich nur wenige Eingeweihte verschanzt haben?“

Die Ursache ist :

„... unsere intellektuelle Sozialisation, genauer gesagt: die [Mittel-]Schule.“

Ein **MMOOOC** fürs Grundlagenfach Mathematik

- Eine **Lehr-/Lernumgebung**, ein „**MMOOOC**“
 - **modellhaft, nicht obligatorisch**, für das Grundlagenfach
 - **modular, etwa 10 Einheiten**, kein 2 kg schweres US-Buch
 - **offline** als schlanke **Hefte**, mit Musterbeispielen
 - **online** mit Zusatzaufgaben, Lösungen und Test-Aufgaben-Serien
 - **offen** für Best-Practice (Lehrpersonen), gefiltert durch ein Redaktionsteam
 - nach oben **offen** „for further thought“ für anspruchsvolle Lernende
 - ein die Gymnasialmathematik **konsistent und vollständig** darlegender **Kurs**

- Die Entwicklung und Erprobung einer derart anspruchsvollen Lernumgebung erstreckt sich über 10 Jahre und kostet einige Mio. Franken.

Sie ist in der Schweiz nur in public-private Partnership realisierbar.

(Lehrmittel der öffentlichen Hand nur für die Volksschule.)

- **Trägerschaftsorganisation** mit Geldgebern, EDK, KSGR, VSG, DMK
Stabile **Anbindung** der Projektleitung, z. B. an ETH-Z

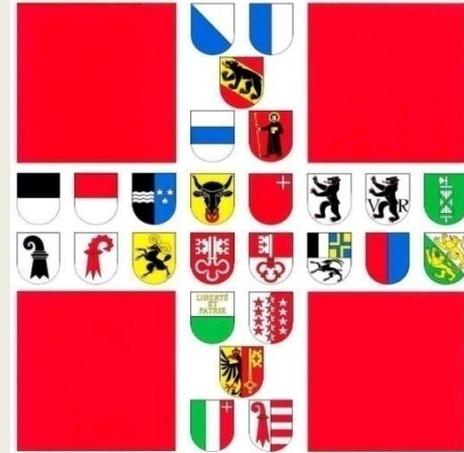
Ein **MMOOOC** fürs Grundlagenfach Mathematik

- In unserem selektiven (20%) Gymnasium sind ausreichende Leistungen in **Mathematik ein „Muss“** für alle.  **Rahmenbedingungen verbessern!**
- Zum Vergleich: Die zweisprachige Matur, die viel Aufmerksamkeit und Ressourcen erhält, ist ein „**nice to have**“.
- **Ein MMOOOC ist Stütze und Ergänzung für Schülerinnen und Schüler**
 - Ein anderer Blick auf den Stoff für Langsame oder Gelangweilte
 - Grundlagen fürs Nacharbeiten (Krankheit, Sport, Austausch ...)
 - Materialien für Phasen mit selbstständigem Lernen
- **Ein MMOOOC bietet Hilfe und Anregung für Lehrerinnen und Lehrer**
 - Orientierungshilfe für Junglehrer
 - Anregungen und Materialien für individualisierende Unterrichtsgestaltung
 - Plattform für engagierte Lehrpersonen
- **Ein MMOOOC konkretisiert Vorgaben auf der Systemebene**
 - Rahmenlehrplan, kantonale Lehrpläne
 - Listen zur basalen fachlichen Studierfähigkeit

BILANZ

Die Mathematik im Gymnasium ist heterogen. Neben vielen guten gibt zu viele ungenügende Leistungen d. h. beeinträchtigte Studierfähigkeit.

In einem Massnahmenpaket bilden adäquate Lehr-Lernmittel das zentrale, oft vergessene Förder-Element.



Ich danke Ihnen jetzt schon herzlich

für Ihr Engagement zugunsten der **MATHEMATIK**
und damit für die **LERNENDEN** im **Gymnasium**.



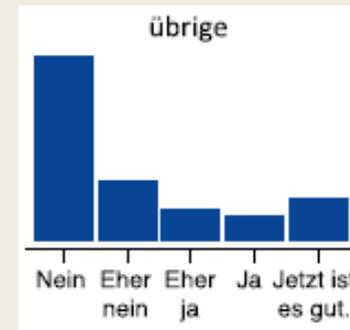
Minimalismus am Gymnasium?

Verschiedene Gruppen von Maturand/innen zur Aussage:
„In diesem Jahr arbeite ich in Mathematik mit ... meiner Maximalleistung.“

Bruchteil der Math.-Maximalleistung	100-95%	94-80%	79-50%	49-0%
P&AM und B&C	12%	42%	36%	11%
Nichtnaturwissenschaftliche SP	16%	37%	33%	14%
Math.-Ungenügende in den Nichtnatw.	5%	20%	40%	35%

Mit Zwang lernen?

*„In Mathematik wären meine Leistungen (noch) besser, wenn **Mathematik** im Maturzeugnis **doppelt** zählte.“*



Maturand/innen zu Interesse und Selbstvertrauen

	Nein	Eher nein	Eher ja	Ja
Man lernt Mathematik erfolgreich, wenn man Interesse und Selbstvertrauen hat. (alle)	10%	19%	41%	30%
Man lernt Mathematik erfolgreich, wenn man Interesse und Selbstvertrauen hat. (Math. 5 & 6)	5%	16%	42%	38%

Maturand/innen zu Studienwahl und Motivation

	Nein	Eher nein	Eher ja	Ja
Wenn man weiss, was man studieren will , ist man im Gymnasium motivierter. (alle)	14%	23%	42%	21%
Schon zu Beginn des Gymnasiums hatte ich dieses Studienziel. (alle)	54%	17%	18%	11%

Gymnasiast/innen zur Zufriedenheit mit der Mathematik

	Nein	Eher nein	Eher ja	Ja
Ich bin mit dem Mathematikunterricht zufrieden. (alle)	12%	22%	39%	27%
Ich bin mit dem Mathematikunterricht zufrieden. (5 & 6)	3%	14%	41%	42%
Im Gymnasium ist mein Interesse an Mathematik gewachsen. (alle)	32%	32%	21%	14%
Im Gymnasium ist mein Interesse an Mathematik gewachsen. (5 & 6)	14%	33%	30%	24%
Ich hatte in der Sekundarschule/im Untergymnasium gerne Mathematik. (alle)	15%	22%	29%	34%
Ich hatte in der Sekundarschule/im Untergymnasium gerne Mathematik. (5 & 6)	5%	15%	32%	48%
Ich hatte schon in der Primarschule gerne Rechnen. (alle)	11%	16%	28%	45%
Ich hatte schon in der Primarschule gerne Rechnen. (5 & 6)	6%	12%	26%	56%

Sparen bei Schülern und Lehrern(!) im Gymnasium

1998-2007 Veränderung der öffentlichen Ausgaben pro Schüler/in nach Bildungsstufe, BfS T15.2.4.4:

Vorschule +47% Primarstufe +24% Sekundarstufe I +18% **Gymnasium -11%**

Gymnasiale Maturitätsschulen			
	Direkte Ausgaben *	Anzahl Schüler/innen	Ausgaben pro Schüler/in
			-11%
2007	1 505 087 380	79 302	18 979
2006	1 547 136 766	82 503	19 177
2005	1 554 738 726	80 222	19 380
2004	1 564 232 813	78 518	19 922
2003	1 548 808 302	76 214	20 322
2002	1 570 439 677	77 788	20 189
2001	1 544 195 935	79 303	19 472
2000	1 482 593 199	75 076	19 748
1999	1 439 890 446	74 126	19 425
1998	1 474 016 493	68 937	21 382

Total Ausgaben fürs Gymnasium

rund 2 Mia. Fr. pro Jahr

Ausgaben für Mathematik

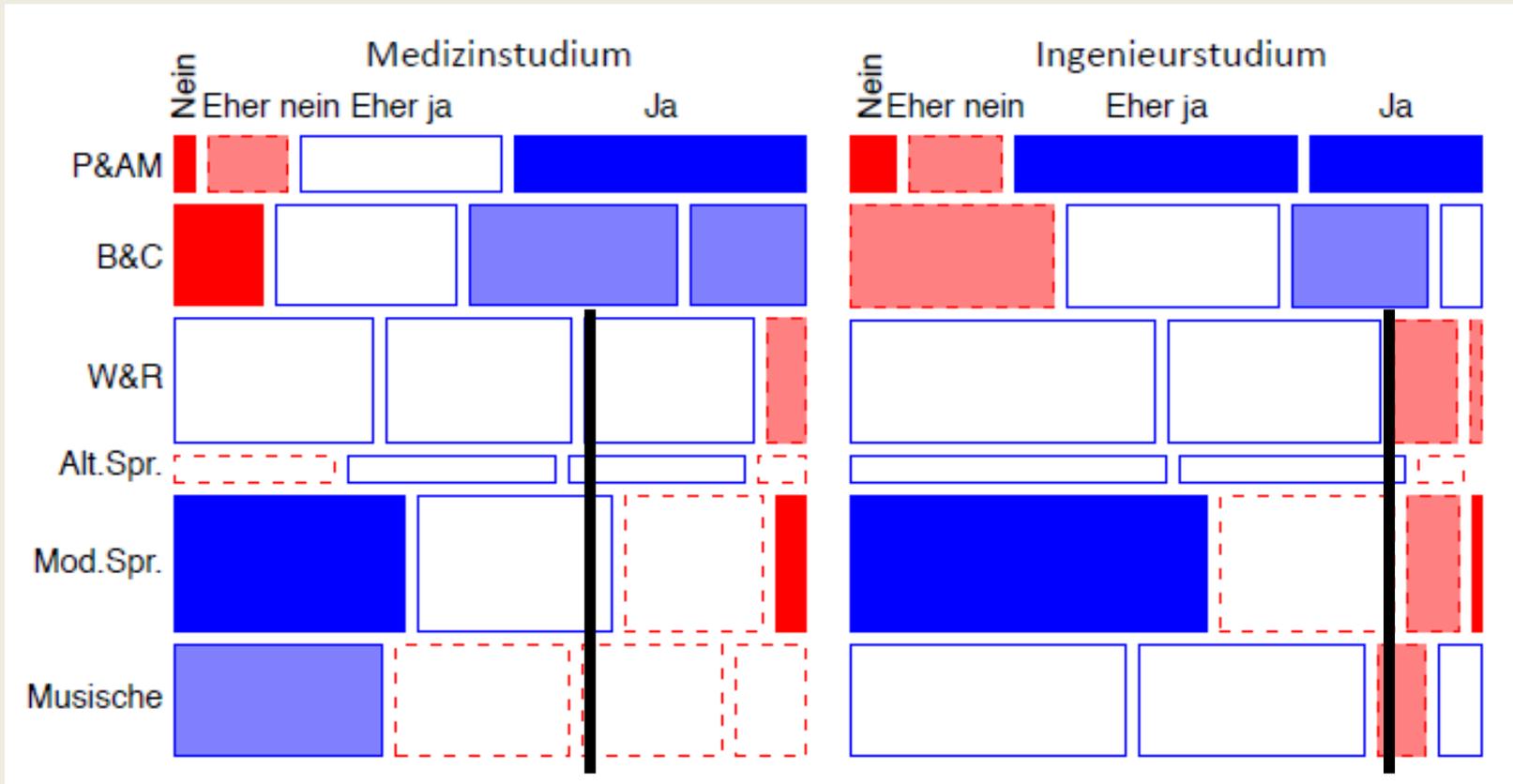
mindestens 200 Mio. Fr. pro Jahr

Info des BfS am 22. 05. 2013:

"Aufgrund von Anpassungen gemäss dem harmonisierten Rechnungsmodell (HRM2) der Eidgenössischen Finanzverwaltung bei der Finanzstatistik, können die "direkten öffentlichen Ausgaben pro Schüler/in nach Bildungsstufe, Rechnungsjahr und Schuljahr in Franken" seit dem Rechnungsjahr 2008 nicht mehr berechnet werden."

Physikvorbereitung für Medizin / Ingenieur

In den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten fühlen sich viele Maturandinnen und Maturanden vom **Physikunterricht unzureichend** vorbereitet für ein **Medizinstudium** und erst recht für ein **Ingenieurstudium**.



IST und SOLL 2: Physik-Kompetenzen

In den nicht-naturwissenschaftlichen Schwerpunkten hat es 15%-30% MINT-Interessierte und 1/6 MINT-Planende. Diese erhalten keine spezielle Förderung und fühlen sich in **Physik** ungenügend auf MINT-Studien vorbereitet.

Unis wollten Physik-Teil im Mediziner-Eignungstest einbauen.

mod. Sprache



(E) MINT-Kurs an den Gymnasien einrichten, damit Interessierte in den nichtnaturwissenschaftlichen Schwerpunkten die de facto für ein MINT-Studium nötigen Kompetenzen, namentlich in quantitativer, systematischer Physik und Chemie, erwerben können.

Der MINT-Kurs ist analog zum „kleinen Latinum“ freiwillig und zusätzlich.

www.math.ch/mupet/Massnahmen

Zur MUPET-Studie 2011 bis 2014

- **Mathematik- und Physikentwicklung im Gymnasium inkl. Technik**
- **Online-Befragung**
Wahlverhalten im Gymnasium und fürs Studium, Interessen, Unterrichtselemente in Mathematik und Physik, Einstellungen zu Informatik und Technik, Genderfragen usw. usw.
- Schulen & Lernende machten **freiwillig** mit!
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, Geschlechteranteile korrekt, SP-Anteile meist korrekt
- **Anfangsbefragung: für Gymnasiast/innen repräsentativ**
- **Schlussbefragung: für Maturand/innen ausreichend zuverlässig**